

СРЕДОВЫЕ ФАКТОРЫ В АРХИТЕКТУРЕ

Научная статья

УДК/UDC 502:72

DOI: 10.24412/1998-4839-2021-4-355-376

Формирование энергосберегающей архитектурно-градостроительной среды на основе экологических стандартов**Елена Александровна Сухина**¹

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,

Саратов, Россия

arx-art-lena@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются особенности проектирования экологически устойчивой архитектурно-градостроительной среды с учетом требований экологических стандартов LEED ND (США), BREEAM Communities (Великобритания), DGNB Districts (Германия), CASBEE Urban Development (Япония), Green Star Communities (Австралия), «Еco Village» (Россия), GREEN ZOOM City (Россия). Выделяются критерии по энергосбережению в международных и российских системах экологической сертификации для районов. Проводится сравнительный анализ рассматриваемых экологических стандартов по количеству требований в области повышения энергоэффективности. Графоаналитический анализ экологически сертифицированных районов позволил выявить энергосберегающие мероприятия рассматриваемых объектов. Предложенная автором матрица оценки энергоэффективности архитектурно-планировочных решений помогла определить процентное соотношение пассивных и активных энергосберегающих приемов. На основе анализа требований экостандартов и опыта проектирования экологически сертифицированных районов предлагается новый концептуальный подход к организации архитектурно-градостроительной среды, способствующей повышению её энергоэффективности.

Ключевые слова: экологический стандарт, экологическая система сертификации, энергосбережение, возобновляемые источники энергии, архитектурно-градостроительная среда, «зеленое» строительство, устойчивое развитие

Для цитирования: Сухина Е.А. Формирование энергосберегающей архитектурно-градостроительной среды на основе экологических стандартов // Architecture and Modern Information Technologies. 2021. №4(57). С. 355–376. URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/4kvart21/PDF/22_sukhinina.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2021-4-355-376

ENVIRONMENTAL FACTORS IN ARCHITECTURE

Original article

Environmental standards based energy-saving architectural and urban environment design**Elena A. Sukhinina**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

arx-art-lena@yandex.ru

Abstract. Features of designing an environmentally sustainable architectural and urban planning environment, taking into account the requirements of environmental standards LEED ND (USA), BREEAM Communities (UK), DGNB Districts (Germany), CASBEE Urban Development (Japan),

¹ © Сухина Е.А., 2021

Green Star Communities (Australia), Eco Village (Russia), GREEN ZOOM City (Russia) are being considered. Criteria for energy saving in international and Russian environmental certification systems for territories highlighted. A comparative analysis of the environmental standards under consideration in terms of the number of requirements for improving energy efficiency given. Graphic-analytical analysis of ecologically certified areas made it possible to identify the structural characteristics of the objects under consideration. The matrix for assessing the energy efficiency of architectural and planning solutions helped to determine the percentage of passive and active energy-saving techniques. The concept of a methodological approach to the organization of the urban space of Russian cities, contributing to the increase of its energy efficiency, taking into account the requirements of environmental standards is proposed.

Keywords: environmental standard, environmental certification system, energy saving, renewable energy sources, architectural and urban planning environment, "green" construction, sustainable development.

For citation: Sukhinina E.A. Environmental standards based energy-saving architectural and urban environment design. Architecture and Modern Information Technologies, 2021, no. 4(57), pp. 355–376. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2021/4kvart21/PDF/22_sukhinina.pdf
DOI: 10.24412/1998-4839-2021-4-355-376

Введение

Формирование новых моделей пространства и архитектурно-градостроительной среды в условиях все возрастающей динамичности диктует использование экологических принципов для улучшения жизни людей и уменьшения техногенного воздействия на нашу планету.

Развитие экологически устойчивых районов – одна из ключевых задач современного градостроительства. Основная цель заключается в создании благоприятной среды для жизни, в которой люди могут чувствовать себя комфортно, не оказывая негативного влияния на естественное природное окружение [9].

Современное направление устойчивого развития и «зеленого» проектирования регулируется экологическими стандартами. Специальные версии рейтинговых систем позволяют сертифицировать городские районы и территории: LEED ND (США); BREEAM Communities (Великобритания); DGNB Districts (Германия); CASBEE Urban Development (Япония); Green Star Communities (Австралия); «Eco Village» (Россия); GREEN ZOOM City «Практические рекомендации по комплексному и устойчивому развитию территорий» (Россия).

Систематизированные требования экологических стандартов для районов создают определенный «инструмент планирования», который помогает целенаправленно, систематически и экономично внедрять экологичные мероприятия. Основными задачами экологического градостроительного проектирования становятся: сокращение выбросов парниковых газов на протяжении всего жизненного цикла функционирования объекта сертифицирования; адаптация территории к изменению климата; сохранение биоразнообразия; стратегия управления мобильностью в районах, свободных от автомобилей; управление *энергетическими* и материальными циклами (циклическая экономика); *экономика ресурсов и затрат за счет разумного использования технических систем* (интеллектуальная инфраструктура); содействие социальному и функциональному разнообразию; высокое качество жизни и укрепление здоровья.

Сегодня города находятся в сильной зависимости от энергии, воды, тепла. Очевидно, что большая часть энергии потребляется городскими районами и построенными в них сооружениями. В России наибольший расход энергии осуществляется жилыми (45-55%) и

промышленными (35-45%) объектами². Поэтому *проблема формирования и оценки пассивных и активных³ энергосберегающих архитектурно-градостроительных приемов становится особенно актуальной* для российских городов [8]. Данное направление предлагается рассмотреть в статье.

Цель исследования: на основе международных примеров экологического строительства и действующих «зеленых» стандартов определить в них долю использования пассивных и активных энергосберегающих решений, как одного из наиболее важных аспектов экологичности архитектурно-градостроительной среды. В целом, экостандарты рассматривают множественные аспекты экологичности, но автор сосредотачивает свое внимание на аспекте энергосбережения как одного из наиболее значимых для экологического равновесия на Земле.

Задачи исследования

- Проанализировать структуру и количество требований по энергосбережению в экологических стандартах для сертифицирования районов;
- рассмотреть особенности сертификации районов по экологическим стандартам с определением характерной направленности и ключевых аспектов, влияющих на повышение их энергоэффективности;
- предложить новый концептуальный подход к организации архитектурно-градостроительной среды, способствующей повышению его энергоэффективности.

Энергосберегающая архитектурно-градостроительная среда – это совокупность зданий, сооружений, природных элементов на определенной территории (условно – «район»), обеспечивающая экономию энергоресурсов за счет «пассивных» и «активных» энергосберегающих мероприятий.

Российскими исследователями предлагались различные подходы по улучшению экологического состояния городской среды. Среди них следует выделить: методы экологической стабилизации территорий М.В. Перьковой; алгоритм оценки градостроительной деятельности Н.В. Бакаевой; оценку устойчивости территориальных экосистем Т. Толстых; анализ городского пространства на основе восприятия, поведения, узнавания и запоминания при помощи когнитивных моделей А.В. Крашенинникова [1]; рассмотрение эксплуатации экологически сбалансированных систем с уменьшением воздействия негативной среды обитания и развития стратегии экономического использования незаменимых энергетических источников Н.А. Сапрыкиной [4].

Г.Н. Айдаровой и Д.А. Куликовым было выделено шесть принципов организации ресурсосберегающего архитектурного пространства: ресурсная локализация; автономность; пространственные ограничения; гибридность; специализация; структурность. При этом модель пространства может быть выражена в виде: ресурсосберегающей ячейки, системы городских модулей, региональной единицы расселения с совокупностью территориальных ресурсосберегающих элементов, идеальной ресурсосберегающей системы, основанной на концепции тотальной биотехнологической коэволюции искусственной среды обитания, природной среды и человека [2]. О.Е. Садковской установлено, что одним из возможных методов проектирования застройки на основе планировочных моделей экологозащитных ландшафтных комплексов

² Попиков Д.А. Анализ принципов энергосбережения и их применения в проектировании и строительстве (на примере среднеэтажных зданий) // В мире науки и инноваций: сборник научных трудов по материалам Междунар. науч.-практ. конф. в 5 ч. Казань: ООО «Аэтерна», 2017. с. 91-93.

³ Пассивные энергосберегающие решения – не включают использование технического оборудования, обогрева, проветривание и аккумулирование тепла происходит без специальных инженерных устройств.

Активные энергосберегающие решения – это решения с применением инженерного оборудования и различных установок, позволяющих перерабатывать первичную (солнечную, ветровую и др.) энергию во вторичную в виде тепловой и электрической энергии.

может стать формирование урбофаций, определения границ экологозащитных ландшафтных комплексов, дорог и проездов, определения экологических сервитутов, регулирования застройки и создания пешеходных пространств, адаптивных к изменениям среды [3].

Зарубежными исследователями рассматривались методы оценки индикаторов устойчивости Bellagio STAMP, проводилось сравнение систем экологического сертифицирования для районов. Р. Коллуэй при анализе стандартов (LEED-ND, BREEAM-C, DGNB-UD, CASBEE-UD, Green Star Communities) выявила их схожие разделы: управление, удобство в дальнейшем использовании; общедоступность объекта строительства; уменьшение влияния строительства на здоровье и природу; сокращение затрат на содержание и строительство; развитая транспортная инфраструктура; экономическая устойчивость; снижение водопотребления [7].

Европейской компанией EUKN (European Urban Knowledge Network) были проанализированы экостандарты – HQE-A Urban Planning and Development (Франция), LEED-ND (США), BREEAM-C (Великобритания), AQUA (Бразилия), DGNB-UD (Германия), Green Star Communities (Австралия), CASBEE-UD (Япония) и выделены их общие категории оценки: транспорт и мобильность; динамика жизни сообщества (соседства); воздействие на окружающую среду; *энергия*; экономическое развитие; использование инноваций; управление; дизайн⁴.

Специалисты GREEN ZOOM выделяют однородность систем «зеленого» строительства и полагают, что все стандарты содержат следующие разделы: прилегающая территория; *энергоэффективность*; водозэффективность; применяемые материалы; качество внутренней среды; инновации; региональные особенности⁵.

В рассмотренных научных исследованиях акценты больше расставлены на экономические, экологические, социальные аспекты и методы экологической оценки. Не представлено в достаточной мере исследований, посвященных анализу формирования и оценки пассивных и активных энергосберегающих архитектурно-планировочных решений с учетом требований систем сертифицирования.

Научная новизна исследования: в работе впервые затрагивается проблема организации и оценки энергосберегающей архитектурно-градостроительной среды, созданной на основе требований экологических стандартов с учетом процентного соотношения пассивных и активных мероприятий. В процессе анализа критериев действующих стандартов предложено усовершенствование российских систем экологической сертификации для районов, в частности – увеличения мероприятий по энергоэффективности. Определена необходимость разработки нового концептуального подхода к организации архитектурно-градостроительной среды, способствующего повышению ее энергоэффективности, с последующей бальной оценкой проведенных мероприятий.

Анализ требований зарубежных и российских экологических стандартов для сертифицирования районов

Изучим актуальность вопросов энергосбережения в действующих системах экосертификации. Для этого выделим критерии оценки относительно энергоэффективности в каждом из документов – LEED-ND, CASBEE-UD, BREEAM-C, DGNB-UD, Green Star Communities, Eco Village 2.1. GREEN ZOOM City (таблица 1).

⁴ EUKN EGTC Policy Lab Sustainable Neighborhood Ranking Systems Luxembourg June 30, 2014. URL: www.eukn.eu (дата обращения: 10.05.2021).

⁵ URL: <https://greenzoom.ru/books/4-prakticheskie-rekomendacii-po-snizeniu-energoemkosti-i-povyseniu-ekologichnosti-obektov-grazhdanskogo-i-promyslennogo-stroitelstva/> (дата обращения: 05.04.2021).

Таблица 1. Критерии зарубежных и российских стандартов для экологической оценки районов по энергосбережению

ЗАРУБЕЖНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ	
LEED-ND (США)	
Оптимальная энергоэффективность здания	
Производство возобновляемой энергии	
Инфраструктура энергоэффективности	
CASBEE-UD (Япония)	
Региональная сеть неиспользованных и возобновляемых источников энергии	
Уровни нагрузки электроэнергии и тепла через территориальную сеть	
Сеть высокоэффективной энергосистемы	
Энергосберегающая деятельность во время строительства	
Система мониторинга и управления для сокращения потребления энергии внутри обозначенного района	
BREEAM-C (Великобритания)	
Энергетическая стратегия	
DGNB-UD (Германия)	
Общий объем первичной энергии и возобновляемая доля энергии	
Энергоэффективность макета разработки	
Green Star Communities (Австралия)	
Снижение спроса на электричество	
Эффект теплового острова	
РОССИЙСКИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ	
Eco Village 2.1. (Россия)	
Энергосбережение / Альтернативная энергия	
Зеленая пропаганда / Энергосбережение	
GREEN ZOOM City (Россия)	
Достижение минимального значения энергоэффективности каждого типа зданий застраиваемого участка	
Эффективность наружного освещения	
Использование озеленения для снижения количества потребляемой энергии	
Комплексное энергоснабжение	
Использование источников возобновляемой энергии	

* – в таблице используется авторский перевод критериев экостандартов.

Перераспределение критериев рейтинговых систем из таблицы 1 позволяет выделить следующие *группы требований, как теоретические основы, определяющие направления в области повышения энергоэффективности объектов.*

I группа. Энергоэффективность объема.

Оптимальная энергоэффективность здания (LEED-ND).

Достижение минимального значения энергоэффективности каждого типа зданий застраиваемого участка (GREEN ZOOM City).

Эффективность наружного освещения (GREEN ZOOM City).

Энергоэффективность макета разработки (DGNB-UD).

II группа. Пассивное энергосбережение.

Эффект теплового острова (Green Star Communities).

Использование озеленения для снижения количества потребляемой энергии (GREEN ZOOM City).

III группа. Активное энергосбережение (возобновляемые источники энергии).

Производство возобновляемой энергии (LEED-ND).

Общий объем первичной энергии и доля возобновляемой энергии (DGNB-UD).

Энергосбережение / Альтернативная энергия (Eco Village).
Использование источников возобновляемой энергии (GREEN ZOOM City).

IV группа. Комплексное энергосбережение (активное и пассивное).

Комплексное энергоснабжение (GREEN ZOOM City).
Система мониторинга и управления для сокращения потребления энергии внутри обозначенного района (CASBEE-UD).
Энергетическая стратегия (BREEAM-C).
Инфраструктура энергоэффективности (LEED-ND).
Региональная сеть неиспользованных и возобновляемых источников энергии (CASBEE-UD).
Уровни нагрузки по электроэнергии и теплу через территориальную сеть (CASBEE-UD).
Сеть высокоэффективной энергосистемы (CASBEE-UD).

V группа. Организационные мероприятия по энергосбережению.

Энергосберегающая деятельность во время строительства (CASBEE-UD).
Снижение спроса на электричество (Green Star Communities).
Зеленая пропаганда / Энергосбережение (Eco Village).

При распределении критериев относительно энергосбережения определено, что требования по «активному энергосбережению» представлены во всех рассматриваемых стандартах. «Пассивное энергосбережение» выделено в отдельные критерии только для стандартов Green Star Communities и GREEN ZOOM City, но учитывается и в других требованиях систем сертификации (к примеру, «оптимальная энергоэффективность здания» или «энергоэффективность макета разработки»). «Комплексное энергосбережение» в наибольшей степени рассмотрено в японском стандарте CASBEE-UD, исходя из количества требований в документе.

Для выявления процентного количества критериев по энергосбережению в рассматриваемых экостандартах (LEED-ND, CASBEE-UD, BREEAM-C, DGNB-UD, Green Star Communities, Eco Village 2.1. GREEN ZOOM City) автором было предложено перераспределение всех требований по следующим разделам:

A_1 – управление, ввод в эксплуатацию;
 A_2 – устойчивое развитие территории, здоровье жителей;
 A_3 – общедоступность, удобство в дальнейшем использовании;
 A_4 – инженерно-техническое оборудование;
 A_5 – энергоэффективность;
 A_6 – архитектурно-строительные решения;
 A_7 – градостроительно-планировочные решения;
 A_8 – инновации;
 A_9 – экономическое качество.

Для подсчета в процентном соотношении количества критериев по энергосбережению (A_5) применялся математический метод с использованием следующей формулы (1):

$$A^n = \frac{100\%}{n} \varepsilon^n \quad (1)$$

где: A^n – число критериев в %, относящихся к энергосберегающим мероприятиям; n – общее количество требований стандарта; ε^n – емкость стандарта по выделенному аспекту, таблица 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ зарубежных и российских стандартов для экологической оценки районов

Название экостандарта	Год введения	Объекты экооценки	Количество требований, %
			A ₅
ЗАРУБЕЖНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ			
LEED-ND (США)	2007	Территории и кварталы	5,88
CASBEE-UD (Япония)	2007		6,9
BREEAM-C (Великобритания)	2008		2,50
DGNB-UD (Германия)	2011		4,54
Green Star Communities (Автралия)	2012		2,86
Среднее значение			4,38
РОССИЙСКИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ			
Eco Village 2.1	2014	Малозэтажное строительство	4,00
GREEN ZOOM City	2018	Территории	7,62
Среднее значение			5,81

* A₅ – требования относительно энергосбережения в экостандартах;

** – расчет процентного количества требований по разделам производился без учета балльных оценок и коэффициентов стандарта.

Анализируя таблицу 2 можно проследить количество мероприятий по энергосбережению в процентном соотношении относительно других требований экологических стандартов для районов (в среднем 2,5–7,62%). Наименьшее количество требований по экономии энергии представлено в российской системе Eco Village 2.1.

На основании этого определена необходимость доработки российских документов с увеличением в них доли критериев относительно архитектурно-планировочных энергосберегающих решений для повышения энергоэффективности и экологичности городской среды.

Анализ экологически сертифицированных районов

В зарубежных странах и преимущественно в Германии значительное количество городских кварталов имеют сертификат экостандарта DGNB Districts⁶. В Англии, помимо действующего экостандарта BREEAM Communities для территорий, используется методика экооценки градостроительных проектов «GreenPrint», с предложением вариантов преобразования кварталов и повышения их *энергоэффективности*⁷.

В России пока нет примеров экологически сертифицированных городских районов. На сегодняшний день по системе GREEN ZOOM City проведена сертификация Кампуса «ИТМО Хайпарка» – центра инноваций, образования и высоких технологий в Санкт-Петербурге в партнерстве с одним из международных IT-ВУЗов. По российской системе сертификации коттеджных поселков «Eco Village» спроектированы и построены в Москве и Московской области поселки «Ла-Манш», «Графские пруды», «ЭкоДолье Белкино», «Eastландия» и др⁸.

В России при строительстве новых жилых кварталов используются пассивные приемы (компактные объемы, тамбуры, теплоизоляция стен, использование энергосберегающих

⁶ URL: <https://www.dgnb-system.de/> (дата обращения: 18.02.2021).

⁷ Володин С.В. Современная градостроительная практика. Комплексная экологическая оценка градостроительных проектных решений. Презентация. Москва: МАРХИ, 2021.

⁸ URL: <https://ecostandardgroup.ru/services/cert/ecovillage/> (дата обращения: 10.05.2021).

стеклопакетов, остекление лоджий) и активные энергосберегающие решения (наличие крышной котельной, рекуператоры, солнечные батареи)⁹. Возобновляемые источники энергии (ветрогенераторы, тепловые насосы, геотермальные коллекторы), рациональное озеленение, «зеленые» кровли, аэродинамика объемов и естественное проветривание территории с защитой от ветров почти не применяются.

На основе анализа экостандартов, нормативов¹⁰ и зарубежного опыта экостроительства [5, 6] автором предложена *матрица оценки энергоэффективности архитектурно-планировочных решений для выделения в процентном отношении количества мероприятий, направленных на пассивное и активное энергосбережение* (таблица 3).

Таблица 3. Матрица оценки энергоэффективности архитектурно-планировочных решений

Критерии	Примечание	Оценка
1 уровень. Учет климатических показателей района строительства (пассивное энергосбережение)		
Взаимодействие с окружением	1. Бионические формы	+/-
	2. Геометрические формы	+/-
	3. Приподнятые над землей объемы	+/-
	4. Освоение подземного пространства	+/-
Инсоляция	5. Благоприятно ориентированные объемы, жилые группы, комплексы и кварталы	+/-
	6. Максимальное использование солнечной радиации	+/-
	7. Равномерное соотношение зон затенения и освещения	+/-
	8. Особая пластика объема	+/-
	9. Оптимальный уклон «солнечных» поверхностей	+/-
	10. Использование отражающих зеркал на кровлях для освещения затемненных дворов	+/-
Ветровой режим	11. Защита от неблагоприятных ветров (рельеф, деревья, объемы, конструктивные элементы)	+/-
	12. Возможность естественного проветривания пространства	+/-
	13. Управление ветровой энергией	+/-
	14. Аэродинамика объема	+/-
	15. Обтекаемая форма жилых групп	+/-
	16. Здания на опорах	+/-
Озеленение	17. На прилегающей территории	+/-
	18. «Зеленая» кровля	+/-
	19. Модульная система на фасадах	+/-
	20. Природные компоненты, включенные в объем	+/-

⁹ Сухинина Е.А., Коваль К.Г. Анализ новостроек Саратова и Энгельса по критерию энергоэффективности // Динамика взаимоотношений различных областей науки в современных условиях: сборник статей по итогам Междунар. науч.-практ. конф. Уфа: ООО «Агентство международных исследований», 2018. с. 129-133.

¹⁰ В нормативном документе СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» прописан ряд требований: *Пассивные энергосберегающие решения*: учет микроклимата помещений; учет расчетного показателя компактности зданий; расчет поверхности наружных ограждающих конструкций; учет коэффициента остекленности фасадов; эффективные утеплители; многослойная конструкция стены для улучшения теплозащиты; контроль влагостойкости и воздухопроницаемости конструкции; контроль сопротивления теплопередаче всех ограждающих элементов; контроль температуры точки росы; контроль температурных перепадов между внутренней и внешней поверхностью ограждающих конструкций зданий; солнцезащитные устройства и коэффициенты их теплопропускания; теплопоступления от солнечной радиации. *Активные энергосберегающие решения*: системы отопления, вентиляции и кондиционирования; расчет отапливаемого объема; бытовые тепловыделения и теплопоступления в здании.

Затенение	21. Соотношение ширины улицы и высоты здания	+/-
	22. Навесы от солнца	+/-
	23. Выступающие портики зданий вдоль улицы	+/-
100%		
2 уровень. Особенности объемно-планировочного решения (пассивное энергосбережение)		
Метрическая закономерность объемов	24. Статичная	+/-
	25. Динамичная	+/-
	26. Трансформируемость	+/-
Объемно- планировочное решение	27. Компактное	+/-
	28. Распластанное	+/-
	29. Линейное	+/-
	30. Блочное	+/-
Конфигурация	31. Соотношение площади ограждающих конструкций к общей площади здания	+/-
	32. Рациональное соотношение окон к площади стен	+/-
Естественное освещение	33. Ступенчатые планировочные решения	+/-
	34. Т-образные здания	+/-
	35. Объемы, полученные методом разворота	+/-
	36. «Ветвистая» структура объема	+/-
Проемы	37. Прямоугольные окна	+/-
	38. Ленточное и панорамное	+/-
	39. Остекленные эркеры	+/-
	40. Световые фонари	+/-
	41. Шахты и колодцы с отражателями	+/-
Солнцезащита	42. Разность высот объемов	+/-
	43. Выносные элементы кровель и фасадов	+/-
	44. Выступающие балконы, эркеры, козырьки	+/-
	45. Светотеневые соотношения	+/-
	46. Пластика фасадов	+/-
«Буферные зоны» для задержания тепла	47. Тамбуры	+/-
	48. Остекленные атриумы	+/-
	49. Пластичный объемы с углублениями из стекла	+/-
	50. Галереи, теплицы и оранжереи	+/-
	51. «Темные» стенки для аккумулирования тепла	+/-
100%		
3 уровень. Использование материалов, покрытий и конструктивных решений (пассивное энергосбережение)		
Покрытие	52. Биологическая мостовая	+/-
	53. Выработка энергии	+/-
	54. Высокий коэффициент солнечного отражения	+/-
	55. Светлое цветное решение	+/-
100%		
4 уровень. Активное энергосбережение		
Размещение возобновляемых источников энергии (ВИЭ)	56. Внутри городской среды или на периферии	+/-
	57. Равномерное распределение по территории	+/-
	58. Не равномерное использование ВИЭ на территории	+/-
	59. Сгруппированное размещение ВИЭ в виде энергетического центра	+/-
	60. Локальные отдельно стоящие или встроенные в структуру сооружения ВИЭ	+/-
	61. Стационарные или трансформируемые ВИЭ, в зависимости от потребностей и климата	+/-

Особенности использования ВИЭ	62. Благоприятная ориентация ВИЭ	+/-
	63. Учет розы ветров при размещении ВИЭ	+/-
	64. Приемлемые гидро- и геологические условия для размещения грунтовых коллекторов и тепловых насосов	+/-
Учет светового загрязнения	65. Гибридные светильники с ВИЭ	+/-
	66. Лампы на отраженном свете	+/-
	67. Светодиодное освещение (белый свет)	+/-
	68. Увеличение расстояния между опорами	+/-
	69. Светильники с нижней полусферой освещения окружающего пространства	+/-
100%		
5 уровень. Комплексное энергосбережение (пассивное и активное энергосбережение)		
Накапливание энергии	70. Близость к источникам энергии	+/-
	71. Системы мониторинга и управления	+/-
	72. Сеть высокоэффективной энергосистемы	+/-
	73. Процедура энергомоделирования	+/-
100%		

*Примечание: «+» – мероприятие используется; «-» – мероприятие не используется.

Методика расчета весомости критериев энергосбережения производилась путем оценки количественных и качественных показателей. Количественные показатели (такие как расчет солнечной радиации, оптимальный уклон солнечных поверхностей, процент озеленения, размер и количество проемов и т.п.) рассчитывались по балльной системе. Качественные показатели (такие как особая пластика, аэродинамика объема, статичность, динамичность, трансформируемость и т.п.) оценивались с помощью оперативного метода принятия решений на основе экспертных оценок¹¹.

Рассмотрим приоритетные направления и современные тенденции при экологической сертификации градостроительных объектов на примере четырех районов, сертифицированных по немецкому экологическому стандарту DGNB, как одному из наиболее используемых стандартов для оценки кварталов, с применением авторской матрицы. Следует уточнить, что сертифицирование по немецкой системе DGNB осуществляется по пяти разделам¹², с присуждением количества баллов в процентах, определяющих конечный рейтинг объекта (платина, золото, серебро). Результаты экооценки рассматриваемых объектов по экостандарту DGNB и авторской матрице представлены в таблицах 4–7.

¹¹ Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2009. Ч. 2: Экспертные оценки. 2011. 486 с.

¹² Раздел 1 – Качество окружающей среды включает требования по оценке жизненного цикла материалов, возможных воздействий на окружающую среду, увеличению биоразнообразия и качества микроклимата на территории, формированию энергетической модели объектов. Раздел 2 – Экономическое качество предусматривает расчет стоимости жизненного цикла объекта сертифицирования, учитываются расходы на строительство, эксплуатацию и ремонт. Раздел 3 – Социально-функциональное качество оценивает социальную инфраструктуру без негативного воздействия шума и вибрации, безопасность, качество общественных пространств, городской дизайн. Раздел 4 – Техническое качество содержит требования по эффективному управлению отходами, водными ресурсами, энергетическими технологиями, оценивается качество транспортной инфраструктуры. Раздел 5 – Качество процесса регулирует систему комплексного проектирования, квалификацию специалистов, технику безопасности и охрану труда при строительстве, оптимизацию работы всех систем здания.

Пример 1. Деловой район GoWest

Участок делового района GoWest в Берлине с запада граничит с малоэтажными домами и природным заповедником. На территории размещается застройка средней этажности с объектами торговли и обширными зелеными дворовыми пространствами. Озеленение по контуру компактной застройки создает дополнительную защиту от преобладающих западных ветров. Уличное и внутридворовое озеленение и озеленение кровель делают данный район жизнеустойчивым оазисом с благоприятным микроклиматом. Атриумные пространства общественных объектов обеспечивают естественное освещение и постоянную циркуляцию воздушных потоков. Главная площадь становится центральным ядром квартала. В северо-восточной части района предусмотрен водоем для сбора воды. Отделка фасадов и пешеходных путей материалом светлых тонов уменьшает эффект «теплого острова», таблица 4.

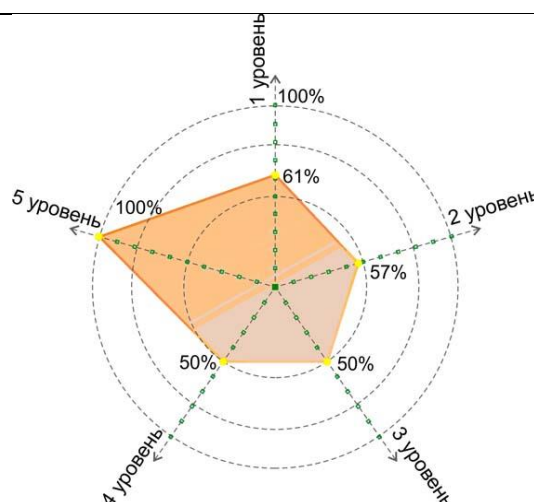
В районе GoWes, имеющем рейтинг экологичности DGNB – Платина, в наибольшей степени оценивается техническое качество (86,0%), экономическое качество (83,8%) и социально-функциональное качество (80,6%). Графоаналитический анализ экологически сертифицированного района позволил выявить основные экологические аспекты в планировке: 1. благоприятная ориентация для естественного освещения и проветривания; 2. рационально сформированные внутридворовые пространства; 3. максимальное озеленение территории и кровель; 4. сбор дождевой воды на территории; 5. светлые поверхности зданий и покрытий территории для уменьшения эффекта «теплого острова». Предложенная автором матрица оценки энергоэффективности архитектурно-градостроительной среды помогла определить процентное соотношение пассивных (50–61%), активных (50%) и комплексных (100%) энергосберегающих приемов, отраженных на графике в таблице 4.

Таблица 4. Район GoWest, Берлин-Шмаргендорф, Германия, 2019 г.

Общий вид экорайона (S=7,4 га)		Разделы оценки по DGNB		Баллы, %
		Экологическое качество		79,1
		Экономическое качество		83,8
		Социально-функциональное качество		80,6
		Техническое качество		86,0
		Качество процесса		78,5
		Сертификат DGNB – Платина		
Функциональное зонирование		Схема озеленения		
				
■ - Общественная зона ■ - Рекреационная зона ■ - Зеленая зона ■ - «Зеленая» кровля ■ - Обводнение		Диаграмма использования пассивных и активных энергосберегающих решений на основе матрицы экооценки		

Матрица оценки энергоэффективности района

2	+	4	+	5	+	6	+	7	+	8	+
11	+	12	+	13	+	17	+	18	+	21	+
22	+	23	+	24	+	27	+	30	+	31	+
32	+	34	+	37	+	38	+	39	+	40	+
42	+	43	+	45	+	46	+	48	+	50	+
54	+	55	+	58	+	60	+	61	+	62	+
67	+	68	+	69	+	70	+	71	+	72	+
73	+	59%									



- 1 уровень: учет климатических показателей района строительства – 61%.
 2 уровень: особенности объемно-планировочного решения – 57%.
 3 уровень: использование материалов, покрытий и конструктивных решений – 50%.
 4 уровень: активное энергосбережение – 50%.
 5 уровень: комплексное энергосбережение – 100%.

Пример 2. Район Killesberghöhe

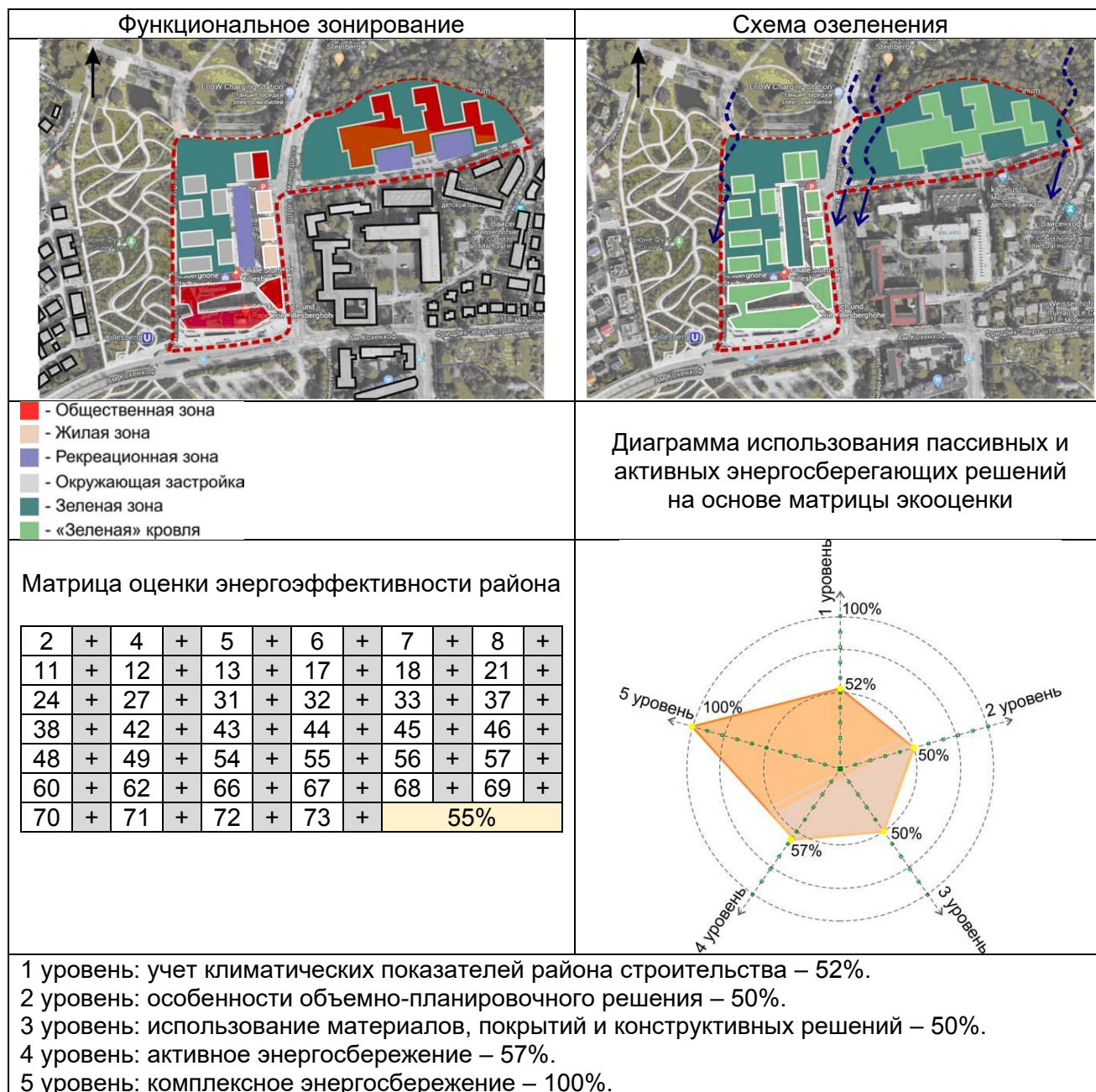
Район Killesberghöhe расположен недалеко от исторического центра города Штутгарт. Участок удален от железной дороги, при этом ж/д вокзал находится в комфортной доступности. В непосредственной близости от участка расположен крупный лесной массив. Территория поселка окружена несколькими парками. Здания со ступенчатыми террасами на крыше и «зелеными» кровлями увеличивают количество озеленения на территории. Трехсторонняя ориентация квартир обеспечивает продолжительную инсоляцию в течении дня и красивые виды на парки.

Компактное объемно-планировочное решение района формирует комфортное внутренне пространство внутри жилых групп, с возможностью тихого отдыха во дворе. Активный рельеф используется для устройства подземных паркингов. Перепад высот корпусов на участке формирует разные по характеру зоны, общественные первые этажи создают вокруг себя динамичную жизнь. Пространство района плавно переходит из внешнего во внутреннее за счет озелененных террас и садов¹³. Размещение солнечных батарей на эксплуатируемой кровле, нейтральное уличное освещение, наличие велопарковок и зарядок для электромобилей создают комфортную жилую среду для горожан, таблица 5.

Таблица 5. Район Killesberghöhe, Штутгарт, Германия, 2013 г.

Общий вид экорайона (S=50 га)		Разделы оценки по DGNB	Баллы, %
		Экологическое качество	71,3
		Экономическое качество	91,1
		Социально-функциональное качество	81,7
		Техническое качество	84,5
		Качество процесса	84,7
		Сертификат DGNB – Платина	

¹³ URL: https://www.kcap.eu/ru/projects/v/killesbergh_he/ (дата обращения: 21.05.2021).



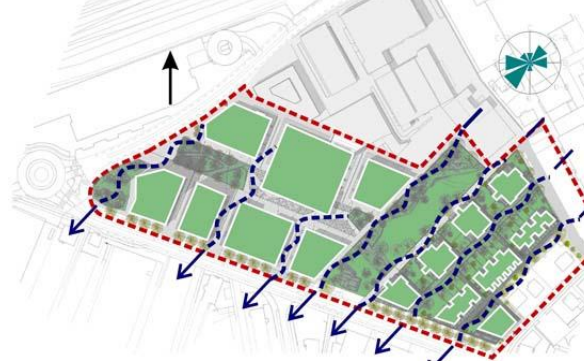
В районе Killesberghöhe, имеющим рейтинг экологической оценки DGNB – Платина, в наибольшей степени учитывается экономическое качество (91,1%), техническое качество (84,5%) и качество процесса (84,7%). Графоаналитический анализ экологически сертифицированного района позволил выявить основные экологические аспекты в планировке: 1. благоприятная ориентация зданий; 2. естественное проветривание территории; 3. компактные объемы; 4. озеленение территории и кровель здания; 5. источники возобновляемой энергии, встроенные в объем. Предложенная автором матрица оценки энергоэффективности архитектурно-градостроительной среды помогла определить процентное соотношение пассивных (50–52%), активных (57%) и комплексных (100%) энергосберегающих приемов, отраженных на графике в таблице 5.

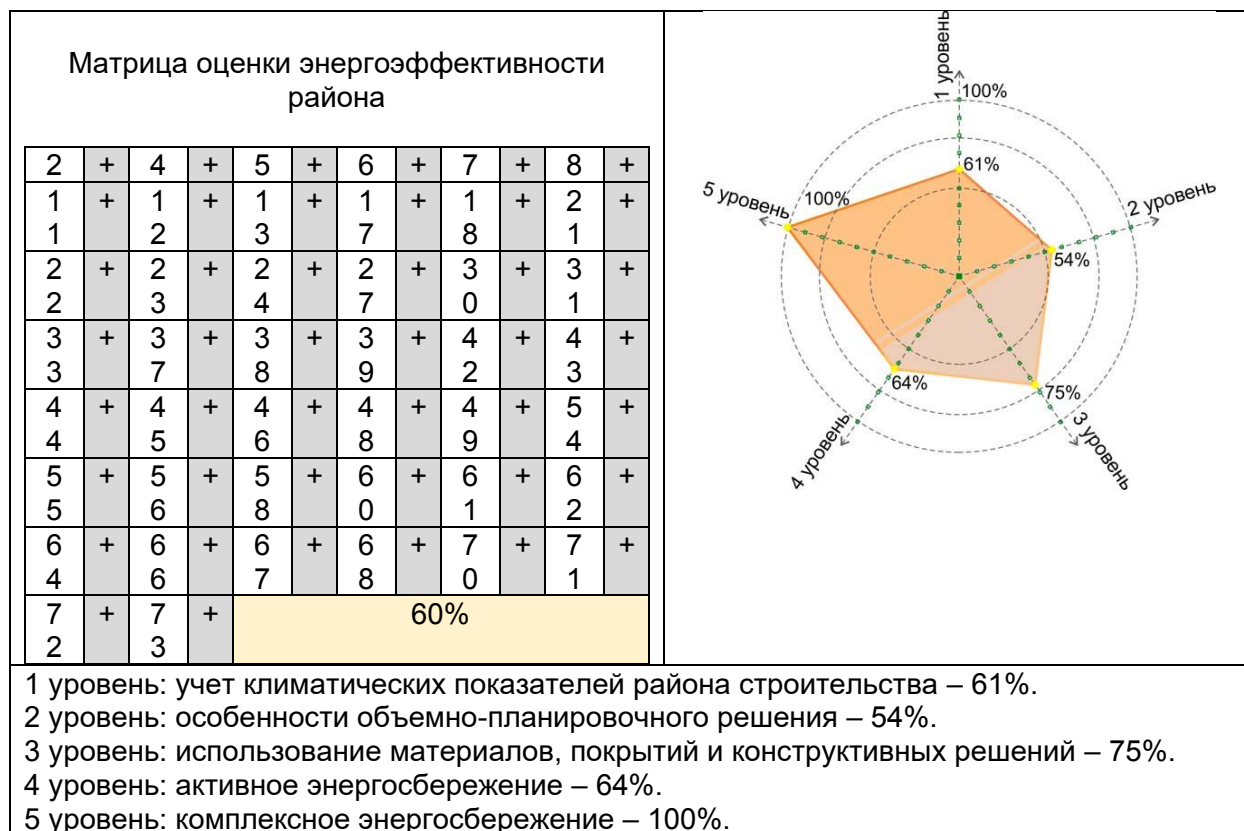
Пример 3. Район Aeschbachquartier

Район Aeschbachquartier расположен в плотной городской среде в непосредственной близости от центра и вокзала швейцарского города Аарау. Он является связующим звеном между новой застройкой и бывшими промышленными районами станции. Застройка квартала – это смешанные жилые и рабочие зоны с комфортными пространствами для

отдыха. Здания имеют благоприятную ориентацию по странам света. Блокированная застройка ориентирована с северо-запада на юго-восток, что способствует образованию тени в значительной части дворов-патио. Квартиры в домах средней этажности ориентированы на юг, юго-восток и юго-запад. Конфигурация объемов улучшает естественное проветривание городского пространства. Зеленые насаждения по периметру района защищают жителей от неблагоприятных ветров. Многочисленные насаждения внутри квартала формируют «зеленый» каркас по всей его территории. В центральной части расположена рекреационная парковая зона, «зеленые» эксплуатируемые кровли предусмотрены на всех зданиях квартала, таблица 6.

Таблица 6. Район Aeschbachquartier, Аарау, Швейцария, 2019 г.

Общий вид экорайона (S=55 га)		Разделы оценки по DGNB	Баллы, %
		Экологическое качество	75,5
		Экономическое качество	92,0
		Социально-функциональное качество	88,5
		Техническое качество	76,9
		Качество процесса	77,1
		Сертификат DGNB – Золото	
Функциональное зонирование		Схема озеленения	
			
■ - Общественная зона ■ - Жилая зона ■ - Рекреационная зона ■ - Окружающая застройка ■ - Зеленая зона ■ - «Зеленая» кровля		Диаграмма использования пассивных и активных энергосберегающих решений на основе матрицы экооценки	



В районе Aeschbachquartier, имеющем рейтинг экологичности DGNB – Золото, в наибольшей степени оценивается экономическое качество (92,0%), социально-функциональное качество (88,5%) и качество процесса (77,1%). Графоаналитический анализ экологически сертифицированного района позволил выявить основные экологические аспекты в планировке: 1. благоприятная ориентация жилых зданий для максимального использования естественного освещения; 2. определенное размещение объемов с возможностью естественного проветривания территории; 3. компактные объемно-планировочные решения; 4. озеленение территории и кровель здания; 5. источники возобновляемой энергии, встроенные в объем. Предложенная автором матрица оценки энергоэффективности архитектурно-градостроительной среды помогла определить процентное соотношение пассивных (54–75%), активных (64%) и комплексных (100%) энергосберегающих приемов, отраженных на графике в таблице 7.

Пример 4. Жилой район Oberbillwerder

Жилой район Oberbillwerder расположен в равнинной живописной сельской местности с водоемами на расстоянии 13 км от центральной части Гамбурга (Германия). В квартале запроектирована как многоэтажная, так и частная застройка для разных возрастных групп. Оборудовано большое количество зеленых и открытых пространств с игровыми площадками и зонами для активного отдыха. Особое внимание уделено развитию спорта, как неотъемлемой части повседневной жизни. Центральным элементом района становится зеленая петля, определяющая его основную структуру и соединяющая пять кварталов: железнодорожный; «голубой» с водной структурой; садовый с сельскохозяйственным ландшафтом; «зеленый» со спортивной зоной; парковый с садами и особыми градостроительными формами. Организация естественного водоотвода за счет каналов на территории с последующим сбором и очищением создает возможность использовать воду повторно, «зеленая петля» при этом становится центральным дренажным элементом района. Развитая инфраструктура для пешеходов и велосипедистов, комфортный общественный транспорт значительно уменьшают количество перемещений на автомобиле, таблица 7.

Таблица 7. Район Oberbillwerder, Гамбург, Германия, 2019 г.

Общий вид экорайона (S=124 га)		Разделы оценки по DGNB		Баллы, %	
		Экологическое качество		74,5	
		Экономическое качество		69,9	
		Социально-функциональное качество		89,3	
		Техническое качество		89,8	
		Качество процесса		91,1	
		Предварительный сертификат DGNB – Платина			
Функциональное зонирование		Схема озеленения			

В жилом районе Oberbillwerder, имеющем рейтинг экологичности DGNB – Платина, в наибольшей степени учитывается качество процесса (91,1%), техническое (89,8%) и социально-функциональное качество (89,3%). Графоаналитический анализ экологически

сертифицированного района позволил выявить основные экологические аспекты в планировке: 1. благоприятная ориентация сооружений; 2. определенное зонирование квартала; 3. большое количество «зеленых» открытых пространств для отдыха; 4. организация естественного водоотвода за счет системы каналов на территории; 5. развитая инфраструктура для пешеходов и велосипедистов. Предложенная автором матрица оценки энергоэффективности архитектурно-градостроительной среды помогла определить процентное соотношение пассивных (50–79%), активных (64%) и комплексных (100%) энергосберегающих приемов, отраженных на графике в таблице 7.

В процессе анализа районов установлено, что при сертификации по немецкому экостандарту DGNB Districts *наибольшее внимание уделяется экономическому, социально-функциональному и техническому качеству*, что видно из процентного соотношения выполняемых мероприятий в представленных выше таблицах.

Во всех рассматриваемых районах архитектурно-планировочные решения способствуют благоприятной ориентации, естественному освещению и проветриванию территории, защите от неблагоприятных ветров, компактности сооружений и формированию комфортных дворовых пространств с благоприятным микроклиматом, максимальному озеленению территории и поверхностей зданий, уменьшению эффекта «теплового острова» за счет специальных покрытий и цветового решения, способствующих отражению солнечных лучей, включению альтернативных источников энергии.

Отмечено что в кварталах размером 5–50 га в равной степени используются природно-климатические, пассивные объемно-планировочные решения и экоматериалы (50–64%). В крупных районах (125 га) в наибольшей степени учитываются особенности климата и местности (70–75%) с возможной вариативностью решений для объемно-планировочного замысла (70–80%), рациональной организации городской среды по функциональным зонам и централизованного сбора дождевой воды со всей территории. При анализе энергоэффективности экологических кварталов и районов, согласно авторской матрице оценки, установлено, что пассивных энергосберегающих решений больше (50–75%), чем активных (50–64%). Анализ данных показателей необходим как для расчета уровней выбросов CO₂, так и для оценки стоимости используемых приемов и их окупаемости в будущем.

Концептуальный подход к организации энергосберегающей архитектурно-градостроительной среды

При проектировании архитектор способен на многое, в частности – спланировать архитектурную среду таким образом, чтобы увеличить показатели по ее энергосбережению. В процессе научного исследования автором определено, что *пассивные энергосберегающие архитектурно-планировочные решения, требующие меньших затрат, должны стать основой при формировании городских районов* (рис. 1).

Использование альтернативных источников энергии с учетом природно-климатических особенностей места также способствует повышению энергосбережения городской среды. Комплексные организационно-информационные мероприятия необходимы для рационального управления энергетическими ресурсами (рис. 2).



Рис. 1. Концептуальная модель пассивного энергосберегающего пространства.

1. благоприятная ориентация, обеспечение инсоляции улиц; 2. естественное проветривание, регулирование воздушных потоков; 3. ограничение ветрового режима внутри квартала; 4. компактные структуры, плотность застройки; 5. соотношение ширины улицы и высоты здания, количество этажей; 6. заглубленные сооружения; 7. рациональное озеленение, «зеленые» кровли; 8. вьющиеся растения как дополнительная теплоизоляция; 9. «темные» стенки для аккумуляции тепла; 10. отражающие зеркала на кровлях для увеличения освещения темных дворов; 11. процент остекления; 12. материалы твердых покрытий с высоким коэффициентом солнечного отражения, особое цветовое решение поверхностей



Рис. 2. Концептуальная модель активного энергосберегающего пространства.

1. благоприятная ориентация возобновляемых источников энергии (ВИЭ); 2. учет розы ветров при размещении ВИЭ; 3. приемлемые гидро- и геологические условия для размещения грунтовых коллекторов и тепловых насосов; 4. стационарные или трансформируемые ВИЭ, в зависимости от потребностей и климата; 5. расположение ВИЭ внутри городской среды или на периферии; 6. равномерное распределение энергетических узлов; 7. неравномерное размещение ВИЭ на территории; 8. сгруппированное размещение ВИЭ в виде энергетического центра; 9. процесс энергомоделирования объемов; 10. сеть высокоэффективной энергосистемы для накопления энергии от ВИЭ; 11. система мониторинга и управления энергосбережением района; 12. близость к источникам энергии

Автором предложен концептуальный подход к организации энергосберегающей архитектурно-градостроительной среды с учетом требований экостандартов по четырем этапам: I. подготовки и анализа существующего положения; II. разработки концептуальной модели; III. экспериментального моделирования; IV. мониторинга экопроекта (таблица 8).

Таблица 8. Концептуальный подход к организации энергосберегающей архитектурно-градостроительной среды

№	Характеристика этапа	Баллы (Б _n)
<i>I. Этап подготовки и анализа существующего положения</i>		
1	Оценка потенциала места, сбор данных	
1.1	Природно-климатические условия (рельеф, роза ветров, ландшафт местности, природный каркас, транзитные и буферные территории)	
1.2	Экологические условия (анализ карт экологического состояния города, анализ почв, качества воды и воздуха, выявление площади загрязненных территорий)	
1.3	Технологические условия (потребность в развитии инженерно-транспортной инфраструктуры)	
1.4	Социально-экономические условия (выявление нормативных ограничений, связанных с охранными зонами от памятников культурного наследия, выявление ветхого фонда и объемов нового строительства, определение потенциала территории)	
1.5	Определение средств ресурсосбережения	
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ:		25
Благоприятные условия для проектирования		25–20
Допустимы условия для проектирования		20–5
Неблагоприятные условия для проектирования		5–0
<i>II. Этап разработки концептуальной модели</i>		
2	Формирование объемно-планировочной модели городской среды на основе согласованности оценочных факторов, обработки и анализа	
2.1	Приоритетность размещения функциональных зон на территории	
2.2	Выбор экологических и энергоэффективных мероприятий для каждой зоны	
2.3	Улучшение микроклимата за счет архитектурно-планировочных решений	
2.4	Пассивные и активные энергосберегающие мероприятия	
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ:		25
Высокий потенциал		25-20
Средний потенциал		20-5
Низкий потенциал		5-0
<i>III. Этап экспериментального моделирования</i>		
3	Разработка и техническое оснащение проекта, предоставление результатов	
3.1	Учет нормативных документов и требований экостандартов	
3.2	Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) (возможность использования всех видов ВИЭ в данном климате, возможность использовать одного ВИЭ с дублиром, возможность использования только одного вида ВИЭ)	
3.3	Комплексное энергосбережения за счет информационного-организационных мероприятий	
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ:		25
Высокий потенциал		25-20
Средний потенциал		20-5
Низкий потенциал		5-0
<i>IV. Этап мониторинга экопроекта</i>		
Матрица оценки энергосбережения, экспертные системы прогнозирования		
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ:		25
Отлично		25-20
Хорошо		20-5
Удовлетворительно		5-0
Всего: $f(x) = B_1 + B_2 + \dots + B_n$		100

Для городских кварталов размером 5–10 га наибольшее внимание следует уделять *объектным активным энергосберегающим решениям*: пластика объемов для включения ВИЭ в «тело здания»; возможность конструкции ВИЭ следовать за солнцем в течение дня (вращение здания или его элементов); применение поворотных экранов-отражателей; обтекаемая (аэродинамичная) форма объемов для защиты от холодных ветров; улавливание энергии ветра за счет изменения пластики элементов фасадов; защитные конструктивные элементы полифункционального назначения; использование различных видов трансформации ограждений (повышающих их энергоактивность и энергетическую экономичность); тонкостенные светоотражающие трубы для концентрированной подачи солнечного света в темные места; энергомоделирование и расчет отапливаемого объема; сверхустойчивая краска, вырабатывающая энергию.

В городских районах более крупного масштаба 20–150 га есть возможность использовать *пассивные энергосберегающие архитектурно-градостроительные решения*: формирование групп зданий с учетом инсоляции и ветров; возможность регулирования природно-климатических факторов архитектурными средствами (биоклиматический ландшафтный дизайн, бионические формы); трассировка улиц с учетом построения карт аэрационного режима; ветрозащита из природных компонентов от неблагоприятных холодных ветров; учет земляного баланса территории; озеленение территории с учетом «розы ветров» и солнечной радиации; климатическая колористика поверхностей.

Заключение

В процессе научного исследования рассмотрены мероприятия по энергосбережению в рамках экологических стандартов для районов и территорий. Впервые осуществлен целенаправленный анализ, связанный с выявлением процентного содержания критериев по энергосбережению как в зарубежных (LEED ND, BREEAM Communities, DGNB Districts, CASBEE Urban Development, Green Star Communities), так и в российских системах («Eco Village», GREEN ZOOM City) с последующим их сравнением.

Доказана необходимость доработки требований российских экостандартов с повышением в них доли критериев по энергосберегающим архитектурно-планировочным решениям по следующим группам: энергоэффективность объема; пассивное энергосбережение; активное энергосбережение; комплексное энергосбережение; организационные мероприятия.

Авторская матрица оценки энергоэффективности существующих объектов по пяти уровням позволила определить соотношение пассивных и активных энергосберегающих мероприятий районов, сертифицированных по немецкому экостандарту DGNB. Использование данной матрицы возможно как для новых, так и для реконструируемых объектов с целью проведения их целостного анализа, выявления рентабельности энергоэффективных мероприятий, определения количества затрат на энергосберегающие решения и период их окупаемости, оценки выбросов CO₂ при использовании активных или пассивных приемов.

На основе требований экостандартов, *как теоретических основ*, матрицы экооценки, *как нового метода*, проведенного графоаналитического анализа кварталов и *выделенных средств* для повышения энергоэффективности, предложен *концептуальный подход к организации энергосберегающей архитектурно-градостроительной среды* по четырем этапам: I этап – подготовки и анализа существующего положения; II этап – разработки концептуальной модели; III этап – экспериментального моделирования; IV этап – мониторинга экопроекта. Предложенный автором *экоподход* поможет проектировщикам поэтапно внедрять энергоэффективные мероприятия в архитектурно-градостроительную среду в согласованности с требованиями действующих рейтинговых систем для оценки районов.

Очевидно, что в российских городах необходимо применение нового подхода к проектированию архитектурно-градостроительной среды с повышением ее экологичности и энергоэффективности, который создаст благоприятный вектор развития для всех сфер общественной жизни, повысит здоровье горожан, качество среды, уменьшит давление на природу и снизит добычу трудновозобновляемых ресурсов. Данное направление требует корректировки российского законодательства в области экологического проектирования в соответствии с общемировыми целями устойчивого развития.

Источники иллюстраций

Рис. 1, 2. Авторские схемы с использованием материалов URL: <https://saratov-competition.com/>

Список источников

1. Крашенинников А.В. Когнитивная урбанистика: архетипы и прототипы городской среды: монография. Москва: Курс, 2020, 210 с.
2. Куликов Д.А. Принципы организации ресурсосберегающего архитектурного пространства: автореф. дис. канд. арх. Нижний Новгород, 2011. 28 с.
3. Садковская О.Е. Принципы экореконструкции территории малоэтажной застройки (на примере малых и средних городов Ростовской области): дис... канд. арх. Москва, 2020. 303 с.
4. Сапрыкина Н.А. Экологическая адаптация: компенсаторные приемы преобразования пространства обитания // Architecture and Modern Information Technologies. 2021. №2(55). С. 17–36. URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/PDF/02_saprykina.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-17-36
5. Сухинина Е.А. Экологические нормативы в архитектурно-градостроительном проектировании: монография. Саратов: СГТУ, 2017. 172 с.
6. Сухинина Е.А. Энергоэффективные здания и экологическое строительство: учеб. пособие. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2020. 136 с.
7. Callway R. Sustainable Green Infrastructure and Social Inclusion: Examining the Role of BREEAM Communities, 2014. 29 p.
8. Dili A.S. Passive control methods of Kerala traditional architecture for a comfortable indoor environment: A comparative investigation during winter and summer / A.S. Dili, M.A. Naseer, T.Z. Varghese // Building and Environment. 2010. Vol. 45. № 5. pp. 1134–1143.
9. Feleki E. Holistic methodological framework for the characterization of urban sustainability and strategic planning / E. Feleki, Ch. Vlachokostas, N. Moussiopoulos // Journal of Cleaner Production. 2020. № 243. p. 118432.

References

1. Krashenninnikov A.V. *Kognitivnaya urbanistika: arhetipy i prototipy gorodskoj sredy. Monografiya* [Cognitive urban studies: archetypes and prototypes of the urban environment. The monograph]. Moscow, 2020, 210 p.

2. Kulikov D.A. *Principy organizacii resursosberegayushchego arhitekturnogo prostranstva. (avtoref. kand. dis.)* [The principles of organizing resource-saving architectural space (Cand. Dis. Thesis)]. Nizhny Novgorod, 2011, 28 p.
3. Sadkovskaya O.E. *Principy ekorekonstrukcii territorii maloetazhnoj zastrojki (na primere malyh i srednih gorodov Rostovskoj oblasti) (kand. dis.)* [Principles of eco-reconstruction of the territory of low-rise buildings (on the example of small and medium-sized cities of the Rostov region) (Cand. Dis. Thesis)]. Moscow, 2020, 303 p.
4. Saprykina N.A. Environmental adaptation: compensatory methods for transforming the living space. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2021, no. 2(55), pp. 17–36. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/PDF/02_saprykina.pdf
DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-17-36
5. Sukhinina E.A. *Ekologicheskie normativy v arhitekturno-gradostroitel'nom proektirovanii. Monografiya* [Ecological standards in architectural and urban planning. The monograph]. Saratov, 2017, 172 p.
6. Sukhinina E.A. *Energoeffektivnye zdaniya i ekologicheskoe stroitel'stvo (ucheb. posobie)* [Energy efficient buildings and ecological construction. Study guide]. Saratov, 2020, 136 p.
7. Callway R. *Sustainable Green Infrastructure and Social Inclusion: Examining the Role of BREEAM Communities*, 2014, 29 p.
8. Dili A.S., Naseer M.A., Varghese T.Z. Passive control methods of Kerala traditional architecture for a comfortable indoor environment: A comparative investigation during winter and summer. *Building and Environment*. Vol. 45, no 5, 2010, pp. 1134-1143.
9. Feleki E., Vlachokostas Ch., Moussiopoulos N. Holistic methodological framework for the characterization of urban sustainability and strategic planning. *Journal of Cleaner Production*. 2020, no 243, p. 118432.

ОБ АВТОРЕ

Сухинина Елена Александровна

Кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры «Архитектура», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (СГТУ имени Гагарина Ю.А.), Саратов Россия
arx-art-lena@yandex.ru

ABOUT THE AUTHOR

Sukhinina Elena A.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Department of Architecture, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia
arx-art-lena@yandex.ru