

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-4-55-66

^{1,*}Алимова Д.Н., ^{1,2}Перькова М.В.¹Российский университет дружбы народов²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*E-mail: alimovadariia@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ, РЕГУЛИРУЮЩИХ ПРОЦЕССЫ «ЗЕЛЕНОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. В XX веке в архитектуре и строительной отрасли появилось новое направление «зеленого» строительства. Под «зеленым» или экологическим строительством принято понимать процесс возведения и эксплуатации зданий, обладающих набором особых характеристик. Они отвечают требованиям ресурсосбережения и энергоэффективности, являются экологически чистыми, снижают уровень антропогенного воздействия на окружающую среду, а их концепция соответствует принципам устойчивости. На сегодняшний день многие страны имеют успешный опыт разработки и реализации комплексов мер по контролю и стимулированию экологического «зеленого» строительства. Наиболее широко распространенными экологическими стандартами являются BREEAM, LEED и DGNB. В исследовании рассмотрены наиболее широко распространенные международные стандарты экологической сертификации зданий, а также определены основные группы критериев, которые предъявляют «зеленые» стандарты к процессам возведения и эксплуатации зданий и сооружений. Проведен сравнительный анализ требований ведущих международных стандартов к строительству зданий и выявлены общие черты, преимущества и недостатки международных стандартов зеленого строительства. Сделаны выводы, что системные подходы, реализуемые в стандартах BREEAM, LEED и DGNB позволяют максимально достоверно оценить проект, учитывая его функциональное назначение. Упомянутые системы регулирования экологического строительства имеют выраженную инженерно-техническую направленность. Принципы международных экологических стандартов строительства BREEAM, LEED и DGNB легли в основу национальных систем стандартов, регулирующих «зеленое» строительство во всем мире.

Ключевые слова: экологическое строительство, международные стандарты, сертификация, энергосбережение, ресурсосбережение.

Введение. С 60-х XX века в США, Европе, Австралии и Новой Зеландии получили широкое признание идеи о бережном отношении к природной среде (воздуху, воде, почве, лесным массивам и т.д.) [1]. Постепенно вопросы охраны окружающей среды стали одним из значимых элементов нормативно-правовой системы многих стран мира.

К середине 1980-х годов экологические проблемы были в центре внимания общественности в связи с чередой международных катастроф, нанесших тяжкий вред окружающей среде, таких как катастрофа в Бхопале в 1984 году [2], ядерный взрыв на Чернобыльской АЭС в 1986 году и разлив нефтяного танкера Exxon Valdez в 1989 году [3]. Озабоченность мирового сообщества устойчивостью экологической обстановки резко возросла [4]. По этой причине во многих отраслях, в том числе в области строительства и архитектуры, особое внимание стало уделяться аспектам экологии, в частности, энергоэффективности, ресурсосбережению и снижению негативного воздействия от деятельности человека на окружающую среду.

С ростом беспокойства о росте негативного антропогенного воздействия на окружающую

среду возникла и необходимость минимизировать и предотвратить негативные воздействия. Это стало возможно путем введения особых нормативов в области охраны природы и экологии. На рубеже XX–XXI веков разрабатываются и вводятся первые экологические стандарты, регулирующие процессы строительства зданий и сооружений [5].

Предметом изучения являются категории и критерии международных экологических стандартов, регулирующих процессы «зеленого» строительства.

Целью работы является обзор основных программ сертификации в сфере экологического строительства и сравнение их систем оценки. Задачи исследования:

- изучить основные международные стандарты экологической сертификации зданий;
- определить основные категории и группы критериев в структуре международных стандартов экологического строительства;
- провести сравнительный анализ требований, предъявляемых международными стандартами к процессам строительства и эксплуатации зданий и сооружений;

- выявить общие черты, преимущества и недостатки международных стандартов зеленого строительства.

Методология. В статье применяется совокупность методов эмпирического и теоретического анализа предмета исследования. Основными методами работы являются теоретический анализ источников по «зеленому» строительству, метод обобщения эмпирического материала и применения полученных сведений в отношении нового материала. Используются методы классификации данных и сравнительного анализа данных.

В целях создания общей картины по применению международных стандартов экологического строительства осуществлен анализ источников по смысловым единицам («зеленое/экологическое строительство», «зеленый/экологический стандарт», «BREEAM», «LEED», «DGNB», «энергоэффективность», «ресурсосбережение» и т.д.).

Обзор литературы. Вопросы экологии архитектурного пространства активно затрагиваются в отечественных и зарубежных исследованиях с 1970-х годов. Работы А.П. Вергунова, В.В. Владимирова, Н.М. Демина, А.Г. Большакова, А.Н. Тетиора посвящены изучению охраны окружающей среды в процессах строительства.

Тема экологии проектирования и архитектурно-пространственной организации жилой, производственной и общественной среды отражается в работах В.В. Алексашиной, С.А. Дектерева, А.В. Крашенинникова, А.Д. Куликова и Б.М. Давидсона.

Проблемы обеспечения экологической безопасности при строительстве зданий и сооружений затрагиваются в исследованиях Е.М. Микулиной, В.А. Нефёдова, Н.Г. Благовидовой, Р. Арнхейма, Дж. Гибсона, Э. Эдвардс-Причарда.

Большое внимание роли экологических нормативов в архитектурно-градостроительном проектировании уделяется в трудах В.П. Князевой и С.Б. Чистяковой. К вопросам стандартизации экологического строительства обращаются в своих научных работах А. Гуткин, Г.Д. Крылова, Н.В. Соколова, Е.А. Сухина, А.Ю. Соколовская и Х. Смиф.

Основная часть. В зарубежном архитектурно-градостроительном проектировании период конца XX – начала XXI вв. был отмечен процессом разработки и внедрения устойчивых нормативных требований. Эти изменения, в первую очередь, были призваны повысить уровень экологичности зданий и городских образований [6]. Результатом масштабной работы в

этом направлении стало появление ряда международных систем экологической сертификации строений [7].

Первый добровольный метод экологической оценки зданий был представлен в 1990 году Ведомством по исследованиям в строительстве Великобритании (BRE). Целью разработанного стандарта строительства BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) была объективная оценка экологических характеристик нового или уже существующего здания [8]. Эта методика также способствовала стимулированию девелоперов, инвесторов и строителей к достижению более высоких характеристик экологичности возведения зданий по сравнению с типичными методами строительства.

BREEAM провозглашает следующие глобальные цели: смягчение негативного воздействия зданий на окружающую среду, повышение социального и экономического рейтинга зданий, имеющих экологический сертификат, обеспечение независимой экспертной оценки зданий, стимулирование спроса на сертифицированные здания, популяризация использования в строительстве экологически чистых строительных материалов.

В зависимости от типа сооружения, стандарт BREEAM предлагает несколько схем сертификации:

- 1) BREEAM Communities (для объектов генеральной планировки, включающих большое количество зданий);
- 2) BREEAM New Construction для новых объектов строительства;
- 3) BREEAM In-Use для существующих зданий, которые уже находятся в эксплуатации;
- 4) BREEAM Refurbishment для оценки ремонта внутренней и внешней отделки зданий.

В процессе сертификации сооружению присваиваются баллы в зависимости от степени исполнения заявленных требований. Следует отметить, что каждая схема сертификации BREEAM предполагает наличие требований, обязательных для исполнения.

Согласно методикам BREEAM, после прохождения процедуры многофакторной оценки, сооружению присваивается одна из пяти представленных в рейтинге категорий (рис. 1):

- «Pass» (сертифицирован) при рейтинге 30–40 %;
- «Good» (хорошо) при рейтинге 45–54 %;
- «Very Good» (очень хорошо) при рейтинге 55–69 %;
- «Excellent» (отлично) при рейтинге 70–84 %;
- «Outstanding» (превосходно) при рейтинге выше 85 %.



Рис. 1. Примеры сооружений, сертифицированных по системе BREEAM

Независимая оценка качества зданий международным экспертным сообществом (третьей стороной) обеспечила стандарту BREEAM широкое рыночное применение. Благодаря тому, что система сертификации BREEAM признает одобренные национальные строительные нормативы, в течение последующих лет эта она была успешно адаптирована в других странах. На основе стратегии BREEAM были разработаны стандарты экологического строительства в Канаде, Китае и Новой Зеландии.

В 1998 году в США американским Советом по зеленым зданиям была представлена национальная система стандартизации экологического строительства LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design) [9]. Эта методика была предложена в качестве основного «зеленого» строительного стандарта для измерения энергоэффективности и экологичности проектов и зданий. На сегодняшний день соискание сертификата предполагает полное выполнение всех условий стандарта. Несоответствие какому-либо заявленному критерию в системе оценки делает получение знака LEED невозможным.

Обновленная версия LEED, опубликованная в 2009 году состоит из нескольких разделов. В них изложены обязательные требования строительной площадке, транспортной доступности, инфраструктуре, эффективности энерго- и водопотребления, используемым материалам и ресурсам, качеству среды помещений и интеграционным процессам. К числу обязательных к исполнению новых требований LEED, среди прочих, относятся необходимость внедрения инновационных стратегий планирования застройки, а также использование инженерно-технических новаций в процессе строительства.

Для разных типов сооружений и этапов строительства или эксплуатации объектов разработаны несколько схем сертификации:

1) BD+C для этапа проектирования и строительства зданий;

- 2) ID+C для этапа проектирования, строительства и разработки дизайна интерьера;
- 3) O+M для этапа проведения строительных работ и технического обслуживания;
- 4) ND для комплексного развития районов;
- 5) Homes для жилых зданий;
- 6) Cities для районов и городских агломераций.

LEED, как и BREEAM, – рейтинговый стандарт и имеет особую систему начисления баллов для оценки уровня экологичности здания [10]. Уровень сертификата объекта строительства зависит от итогового количества присвоенных баллов (рис. 2). Система оценки предполагает начисление основных баллов за выполнение обязательных требований, без которых сертификация невозможна, и дополнительных баллов. Всего существует четыре типа сертификата LEED:

- «Certified» (базовый) при рейтинге 40–49 баллов;
- «Silver» (серебряный) при рейтинге 50–59 баллов;
- «Gold» (золотой) при рейтинге 60–79 баллов;
- «Platinum» (платиновый) при рейтинге выше 80 баллов.

Основным нормативным документом программы «зеленого» строительства в Германии является разработанный в 2009 году Советом по устойчивому развитию строительства Германии стандарт DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) [11]. Сертификат соответствия DGNB получил широкое распространение в германоязычных странах Европы. Принципы этого стандарта основаны на базовых положениях BREEAM и LEED. В стандарте выделено шесть категорий оценки проекта строительства и самого сооружения:

- экологическое качество здания;
- экономическое обоснование проекта;
- социально-культурные и функциональные качества объекта;

- технологии возведения и эксплуатации;
- качество процессов строительства;
- расположение, инфраструктура и окружающая среда.

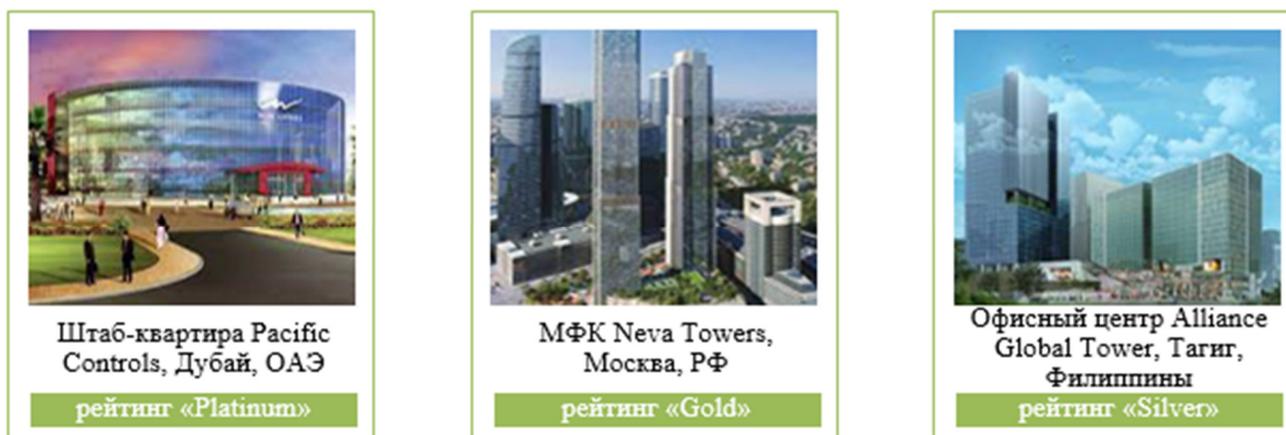


Рис. 2. Примеры сооружений, сертифицированных по системе LEED

Несмотря на то, что система стандартов DGNB является результатом работы большой команды экспертов (архитекторов, строителей, исследователей и консультантов), представители рынка строительства, а именно бизнесмены и технические специалисты, как правило, не приглашаются к участию ни в процессе оценки зданий на соответствие, ни к регулярной работе над усовершенствованием нормативов [12]. Учитывая тот факт, что стандарт предписывает тщательную проработку экономических обоснований проекта, это обстоятельство создает определенный вакуум для качественного взаимодействия всех заинтересованных участников [13].

Особенностью методологии стандарта DGNB является лежащая в его основе концепция интегрального планирования. Такой подход позволяет стимулировать сообщество архитекторов, строителей и инженеров закладывать цели устойчивого развития в концепцию проекта на самой ранней стадии его подготовки. Благодаря этому, большинство проектов-соискателей сертификата изначально проектируются с учетом имеющихся или возможных в ближайшем будущем технологических строительства. Стоит отметить, что качество зданий и сооружений, разработанных по методу DGNB, подтверждается сертификатом соответствия только после ввода объекта в эксплуатацию [14].

По итогам экспертного заключения стандарт DGNB предполагает четыре уровня сертификата:

- «Bronze» (бронзовый) для оценки 35–50 %;
- «Silver» (серебряный) для оценки 50–65 %;
- «Gold» (золотой) для оценки 65–80 %;
- «Platinum» (платиновый) для оценки выше 80 %.

Недавно эксперты DGNB представили новый уровень оценки «Diamond» (бриллиантовый). Она дополнительно учитывает категорию расширенных и меблированных интерьеров. При оценке на соответствие уровню «Diamond» рассматривается не только общая концепция здания, технические, экономические и социальные характеристики. Высокие требования предъявляются к оформлению интерьера, предметам мебели, оснащению бытовой техникой и т. д.

Отдельным сертификатом «Climate Positive» DGNB выделяет образцовые архитектурные проекты, которые имеют углеродно-нейтральный статус. Знак отличия «Climate Positive» присуждается сроком на один год зданиям, которые соответствуют техническим требованиям и предоставляют необходимые доказательства в рамках сертификации эксплуатируемых сооружений (рис. 3).

В отличие от BREEAM и LEED, немецкая система сертификации имеет уникальные требования к этапам строительства и процессу подбора материалов, а также учитывает экономические аспекты и программу эксплуатации здания в течение 50 лет, поэтому DGNB часто называют «стандартом второго поколения» (рис. 4).

К 2022 году по данным аналитических отчетов международных организаций по проведению процедур оценки и выдаче сертификатов, в мире насчитывается более 300 тысяч эксплуатируемых «зеленых» зданий [16]. Оценивая количество проектов, ожидающих и проходящих в настоящее время процедуру соответствия, эксперты говорят о существенном росте сегмента рынка экологического строительства. На долю сертификатов, имеющих на сегодняшний день наиболее

широкое распространение (британский стандарт BREEAM, американский LEED и немецкий DGNB) в мировой практике приходится почти

половина выданных сертификатов – порядка 120 тысяч [17].



Рис. 3. Примеры сооружений, сертифицированных по системе DGNB

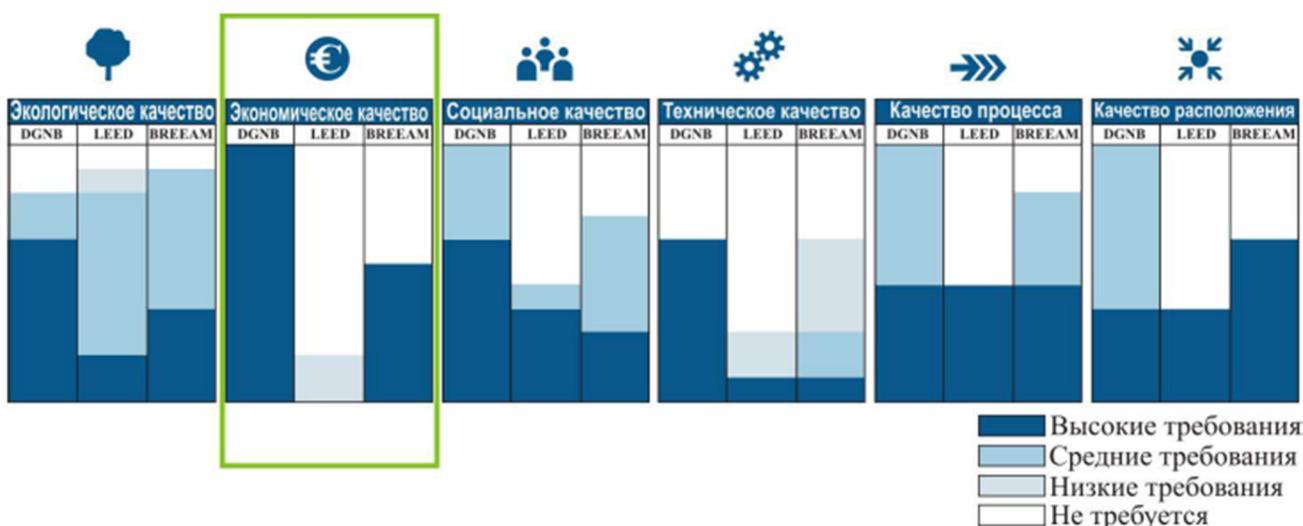


Рис. 4. Сравнительный анализ международных экологических стандартов Питера Мосле [15]

Системы сертификации, имеющие в своей структуре схожие критерии оценки, как правило, отличаются способами проведения процедур соответствия и требованиями к полноте выполнения каждого критерия. Стандарты, разработанные в странах с более жестким национальным законодательством в области строительства, имеют более сложную структуру оценки, а сама процедура соответствия предъявляет повышенные требования к выполнению критериев. Например, Европейское строительное законодательство отличается более градостроительными требованиями и нормами строительства и эксплуатации зданий, чем аналогичные законодательные и нормативные документы, регулирующие отрасль строи-

тельства в США [18]. Поэтому проекты, получившие статус соответствия «Platinum» по оценке LEED, в системе BREEAM могут претендовать только на уровень «Very Good» [19]. Более того, в британской системе сертификат соответствия выдается дважды – на этапе проектирования и по завершении работ. Американский сертификат выдается один раз после введения объекта в эксплуатацию.

Рассматривая международные программы экологической сертификации зданий, которые получили самое широкое применение (BREEAM, LEED, DGNB), можно выделить основные категории оценки и критерии, которые учитываются экспертами при формировании рейтинга (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ систем экологической оценки объектов строительства

Категории/критерии	BREEAM	LEED	DGNB
Организационные вопросы, ввод объекта строительства в эксплуатацию			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	16,38 %	15,36 %	20,40 %
Ввод здания в эксплуатацию и управление объектом	5,12 %		4,56 %
Оценка качества подготовки проекта и комплексное планирование			5,39 %
Уровень шума на стройплощадке	3,54 %		1,09 %
Защита качества воздуха и водных ресурсов в процессе строительства	2,08 %	4,91 %	3,43 %
Безопасность и охрана	1,31 %		2,15 %
Раздельная утилизация бытового мусора и его вывоз	4,33 %	8,29 %	2,69 %
Мероприятия по проведению аудита систем здания		2,16 %	1,09 %
Устойчивое развитие территории, влияние на окружающую среду			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	12,64 %	9,60 %	10,22 %
Сочетание архитектурного стиля здания с окружающей застройкой	3,15 %		3,21 %
Снижение негативного воздействия на окружающую среду	6,67 %	3,91 %	4,14 %
Комплекс мероприятий по поддержке биоразнообразия прилегающей территории	0,87 %	1,15 %	
Реабилитация загрязненной ранее территории	1,95 %		
Расположение площадки застройки		3,09 %	
Учет региональных природных особенностей		1,45 %	2,87 %
Доступность и инфраструктура			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	10,92 %	7,84 %	14,28 %
Доступность общественного транспорта	6,44 %	5,32 %	6,36 %
Близость объектов обслуживания и соцкультбыта	3,12 %		5,87 %
Эффективность пешей доступности объекта строительства			2,05 %
Мероприятия по обеспечению емкости парковки	1,36 %	2,52 %	
Инженерно-технические системы и оборудование			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	20,02 %	34,56 %	14,29 %
Минимизация выбросов парниковых газов	1,03 %	2,89 %	3,09 %
Фильтрация стоков здания для снижения загрязнения природных водотоков	3,31 %	3,77 %	
Контроль и сокращение выбросов CO и CO ₂	3,44 %	3,25 %	3,87 %
Использование приборов учета электроэнергии	2,54 %	4,98 %	
Использование энергоэффективных технологий	5,38 %	8,82 %	5,94 %
Минимизация служебного и личного освещения	0,74 %	1,66 %	
Счетчики расхода воды	2,46 %	2,09 %	
Использование систем рециркуляции воды	1,12 %	3,09 %	1,39 %
Мероприятия по снижению светового загрязнения		1,86 %	
Контроль общего теплового комфорта здания		2,15 %	
Комфорт при эксплуатации объекта			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	7,28 %	0%	12,28 %
Тепловой комфорт жилых площадей	2,02 %		3,21 %
Микроклимат (качество внутреннего воздуха и воды)	4,65 %		4,81 %
Звуковой комфорт			2,94 %
Визуальный комфорт	0,61 %		1,32 %
Эффективное использование материалов			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	10,92 %	19,20 %	6,12 %
Повторное использование материалов	2,09 %	3,04 %	
Использование быстровозобновляемых материалов		4,12 %	
Повторное использование отходов и вторсырья	2,34 %	1,83 %	
Использование экологических строительных материалов	6,49 %	7,89 %	
Использование региональных строительных материалов		2,32 %	
Использование огнестойких материалов			1,86 %
Энерго- и гидроизоляционное качество здания			4,26 %
Конструктивные решения			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	3,64 %	3,84 %	6,11 %
Возможность преобразования/реконструкции			1,98 %
Легкость демонтажа здания			4,13 %
Использование несущих конструкций (при реконструкции)	3,64 %	3,84 %	

Категории/критерии	BREEAM	LEED	DGNB
Объемно-планировочные решения			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	14,56 %	5,76 %	6,13 %
Эффективно используемая площадь			1,97 %
Вентилируемая площадь здания	2,36 %	1,82 %	
Устройство крыши			1,25 %
Мероприятия по использованию (не)возобновляемой энергии	4,88 %	3,94 %	2,91 %
Сбор и использование дождевой воды	0,92 %		
Планировка здания и помещений для эффективного использования	6,04 %		
Эстетические решения			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	1,82 %	1,92 %	4,08 %
Влияние на людей			2,87 %
Использование концепции искусства архитектуры			1,21 %
Индивидуальная концепция жилых помещений		1,28 %	
Обеспечение вида из окон жилых помещений	1,82 %	0,64 %	
Инновации			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	1,82 %	1,92 %	0 %
Использование инновационных решений и технологий	1,82 %	1,92 %	
Экономическое качество			
<i>Кол-во требований рассматриваемого раздела в общей структуре, %</i>	0 %	0 %	6,09 %
Экономические расходы здания, связанные с жизненным циклом			2,64 %
Экономическое значение стабильности проекта застройки			2,94 %
Учет экономической безопасности и рисков			1,51 %

Анализируя систему критериев, которыми руководствуются эксперты, можно сделать вывод, что большинство международных стандартов имеют выраженную инженерно-техническую направленность, а к объемно-планировочным, конструктивным и эстетическим решениям выдвигается относительно небольшое количество требований. Гораздо большее внимание уделяется, например, качеству проектных и инженерно-геодезических изысканий, а также процессов застройки [20]. Например, стандарт DGNB четко регламентирует подготовительные и проектные этапы как основополагающие в эффективной работе по возведению экологического здания. Своевременное внедрение принципов соответствия экологическим стандартам в строительстве является ключевым шагом к их дальнейшей качественной и эффективной реализации [21]. Во всех международных системах оценки большое внимание уделяется энергоэффективным архитектурным решениям. Направленность на сбережение энергии позволяет не только уменьшить в ней действительные потребности здания, но также создать благоприятный для человека микроклимат в помещении и обеспечить повышенный уровень комфорта. Кроме того, строго оцениваются параметры места застройки, ориентации здания по сторонам света, архитектурное формообразование и эстетическое сочетание здания с окружающей застройкой [22]. Каждый стандарт оценивает уровень общественно-деловой и транспортной инфраструктуры прилегающей среды.

Большое количество критериев учитывается в требованиях к строительным ресурсам – качеству и долговечности материалов, их применению, хранению и утилизации. Согласно анализу, приоритет в «зеленых» стандартах отдается материалам с пониженным негативным влиянием на окружающую среду и здоровье человека или с его нулевым значением [23]. Однако, строительные материалы должны обладать всеми необходимыми физическими свойствами для качественного исполнения строительных проектов. Отдельно оценивается использование материалов, которые обладают свойствами снижения теплототеря здания.

Критерии рационального использования энергетических и водных ресурсов имеют ключевое значение практически во всех системах экологической сертификации зданий. Получение сертификата соответствия предполагает, в первую очередь, оптимальное использование ресурсов. Также учитывается степень применения инновационных технологий по сокращению использования природных ресурсов [24].

В рамках оценки по критериям комфорта и качества внешней и внутренней среды внимание уделяется степени рационального планирования, удобства эксплуатации помещений, а также воздействию пространств здания на физическое, психологическое и эмоциональное здоровье человека [25]. Параметры внешней среды включают в себя аспекты инфраструктуры, уровень эстетической привлекательности объекта строительства, наличие в близкой доступности рекреационных зон и озелененных пространств. В последние годы все больше внимания в структурах

стандартов уделяется наличию условий для комфортной эксплуатации объекта маломобильными группами населения и людьми с ограниченными возможностями здоровья [26]. При оценке внутренней среды учитываются воздушно-тепловые, световые и акустические характеристики всех помещений здания. Стандарты нового поколения предполагают внедрение в процессы строительства и эксплуатации объекта новых технологических и «умных» решений для контроля и управления инженерными системами здания.

По критериям качества санитарной защиты и утилизации отходов проводится оценка применяемых методов снижения количества отходов в процессах строительства и эксплуатации здания, наличие возможности сортировки отходов, качество систем утилизации всех видов отходов на протяжении всего жизненного цикла здания – от проектировки и строительства до эксплуатации и сноса самого сооружения.

На сегодняшний день успешно реализованы и активно применяются 32 национальные системы стандартов в 24 странах мира. В своем большинстве они базируются на принципах «лидеров» – BREEAM, LEED или DGNB [4]. Среди национальных стандартов экологического строительства, получивших широкое применение – австралийская система Green Star, французский сертификат HQE, адаптированные аналоги LEED в Канаде и BREEAM в Нидерландах, локальные сертификаты Green Star в Австралии, Новой Зеландии и ЮАР, системы сертификации CASBEE в Японии, GBI в Малайзии, Tree Star в Китае, Green Mark в Сингапуре [27, 28]. Практически каждый год национальные стандарты совершенствуются, а также появляются новые, которые в большинстве своем учитывают факторы местного климата, тонкости строительного законодательства, культурные, социальные и экономические аспекты.

Например, структура австралийской системы экологической сертификации зданий Green Star была разработана по опыту BREEAM и LEED. Однако, основные базовые принципы стандарта сформулированы с учетом национальных особенностей, в частности, жаркого климата и повышенной влажности [29]. Green Star проводит оценку соответствия по рейтинговой системе. Учитываются параметры и характеристики проекта по 9 категориям, согласно структуре LEED. Австралийский Green Star является стандартом «второго поколения», поэтому, как и DGNB, большое внимание уделяет внедрению принципов устойчивости во всех процессах строительства и эксплуатации зданий, оценивает степень использования инженерно-технологических

инноваций, а также предъявляет требования глубокой степени проработки экономического обоснования проекта.

В Китае до 2007 года широкое применение имела методика оценки по стандарту LEED. Однако, в виду высоких темпов урбанизации, приведших к массовому строительству в городских агломерациях, правительством страны было принято решение о разработке национальной системы. Стандарт получил название Three Star и был сформулирован с учетом большого количества локальных факторов (климат страны, высотность зданий, плотность застройки, национальные и культурные особенности). Структура Three Star состоит из шести стандартных категорий, которые учитывают степень энергоэффективности здания, мероприятия по ресурсосбережению, использование инновационных технологий в процессах строительства здания и управления объектом и т.д. По итогам процедуры соответствия выставляется оценка: достижение каждого из трех уровней (One-, Two- или Three-Star) означает успешное соискательство сертификата, а общий суммарный балл не рассчитывается и не влияет на итоговый результат [30].

Законодательство Японии отличается весьма строгой регламентацией строительных норм. Этот фактор отразился и в структуре национального «зеленого» стандарта CASBEE. По мнению экспертов отрасли, критерии оценки в японском стандарте содержат самые четкие и строгие описания, а требования к их выполнению весьма жесткие по сравнению с другими системами [7, 31]. Как показывает практика экологического строительства в Японии, именно такой подход позволяет достичь максимального снижения негативного антропогенного воздействия в области строительства на окружающую среду в мегаполисе в условиях очень высокой плотности застройки.

В Южной Африке успешно применяется национальная система сертификации SBAT (Sustainable Building Assessment Tool). Стандарт предполагает оценку проекта по трем категориям, который включают в себя в общей сложности 15 параметров. SBAT базируется на параметрах, отраженных в немецком стандарте DGNB, что позволяет качественно оценивать не только процессы возведения здания, но и его последующей эксплуатации в социально-экономической системе страны. В структуру южноафриканского сертификата, помимо стандартных, включены категории экономики, здравоохранения и образования. Особое внимание в стандарте уделяется процессам вовлечения местного сообщества в достижение социальной устойчивости и повышение уровня благополучия населения [32].

Выводы.

1. Международные системы экологической оценки зданий, которые получили самое широкое применение (BREEAM, LEED, DGNB) имеют несколько схем сертификации для разных типов сооружений и этапов строительства. Такой подход позволяет максимально достоверно оценить проект, учитывая его функциональное назначение.

2. Как правило, системы сертификации являются рейтинговыми стандартами и имеют систему начисления баллов для оценки уровня экологичности здания. Уровень сертификата, присвоенный объекту, строительства зависит от итоговой оценки экспертов. Некоторые стандарты устанавливают обязательные требования, без выполнения которых сертификация невозможна, а также предполагают систему особую систему оценки: баллы за соблюдение обязательных и дополнительных требований начисляются раздельно.

3. Большинство международных стандартов имеют инженерно-техническую направленность и предъявляют большое количество обязательных к выполнению требований из категорий энергосбережения, ресурсоэффективности и качеству проектирования.

4. В основу большинства национальных рейтинговых стандартов легли принципы систем сертификации BREEAM, LEED или GGNB, которые были адаптированы с учетом локальных особенностей страны, в которой применяется национальный сертификат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондур В.Г. Мониторинг и прогнозирование природных катастроф. М.: Научный мир, 2009. 629 с.

2. Мазур И.И. Опасные природные процессы. М.: Экономика, 2004. 702 с.

3. Владимиров В.В., Саваренская Т.Ф., Швидковский Д.О. Градостроительство и экология (биосферные и историко-культурные аспекты): монография. Самара: РАКС, 2000. 124 с.

4. Благовидова Н.Г., Смоляр И.М., Микулина Е.М. Экологические основы архитектурного проектирования. М.: Академия, 2010. 160 с.

5. Jensen L.B., Bjerre L., Mansfeldt L. Sustainability Certification Systems as Guidelines for Early-Phase Urban Design Processes // *Journal of Green Building*. 2016. No. 11(3). Pp. 81–94.

6. Семин С.А. Идея города в зарубежной архитектуре: обзорная информация. М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1985. 215 с.

7. Соколова Н.В. Экологическое градостроительство зарубежных стран: монография. Пенза: ПГУАС, 2019. 248 с.

8. BREEAM-BRE Environmental Assessment Method. BREEAM Europe Commercial 2009 Assessor Manual, SD 5066A Issue 1.0. BRE Global, 2009. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.breeam.org> (дата обращения: 10.01.2023).

9. LEED-The Leadership in Energy & Environmental Design. LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System US Green Building Council 2009. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.usgbc.org> (дата обращения: 10.01.2023).

10. Гуткин А. LEED – рейтинговая система для энергоэффективных и экологически чистых зданий // АВОК. 2008. № 6. С. 32–44.

11. DGNB-Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dgnb.de/en/> (дата обращения: 14.12.2023).

12. Bernardi E., Carlucci S., Cornaro C., Bohne R. A. An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings // *Sustainability*. 2017. No. 9. Pp. 1226–1231. DOI:10.3390/su9071226.

13. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N., Lapygin Y. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment // *Sustainability*. 2020. No. 12. Pp. 6424–6427. DOI:10.3390/su12166424.

14. Данилина Н.В. Градостроительный анализ. М.: Изд-во МИСИ – МГСУ, 2020. 27 с.

15. DGNB System. New construction, buildings. Criteria set. Version 2020 international [Электронный ресурс]. URL: <https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/downloads/criteria/DGNB-Criteria-Set-New-Construction-Buildings-Version-2020-International.pdf> (дата обращения: 16.01.2023).

16. Ахмедова Е.А., Ахмедова Л.С. Роль инновационных методов и технологий в современной архитектурной деятельности // *Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук*. 2015. № 18. С. 51–54.

17. Сухина Е. А. Основные положения и сравнение международных экологических стандартов в строительной сфере // *Вестник СГТУ*. 2013. №1 (73). С. 209–215.

18. Kawakubo S., Murakami S., Ikaga T., Asami Y. Sustainability assessment of cities: SDGs and GHG emissions // *Building Research & Information*. 2018. No. 46(5). Pp. 528–539. doi: 10.1080/09613218.2017.1356120.

19. Cabrita A.L., Alvarez J.R. BREEAM Communities in Spain. The Sustainable World // WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2010. No. 142. Pp. 89–100. doi:10.2495/SW100091.
20. Крашенинников А.В. Макропространства городской среды // АМИТ. 2016. № 3(36). С. 1–11.
21. Микулина Е.М., Благовидова Н.Г. Архитектурная экология: учебник для вузов по направлению «Архитектура». М.: Академия, 2013. 249 с.
22. Ивашкина И.В. Экологические аспекты территориального планирования городов // На пути к устойчивому развитию России. 2014. № 69. С. 10–21.
23. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания. М.: АВОК-пресс, 2003. 192 с.
24. Володин С.В. Современная градостроительная практика. Комплексная экологическая оценка градостроительных проектных решений. М.: МАРХИ, 2021. С. 45–56.
25. Гарицкая М.Ю., Байтелова А.И., Чекмарева О.В. Экологические особенности городской среды. Оренбург: ОГУ, 2012. 216 с.
26. Перькова М.В. Градостроительное развитие региональной системы расселения и ее элементов (на примере Белгородской области): дис. док. арх. Санкт-Петербург, 2018. С. 253–257.
27. Yoon J., Park J. Comparative Analysis of Material Criteria in Neighborhood Sustainability Assessment Tools and Urban Design Guidelines: Cases of the UK, the US, Japan, and Korea // Sustainability. 2015. No. 7. Pp. 14450–14487. DOI:10.3390/su71114450.
28. Mostafave M., Doherty G. Ecological urbanism. Horward University Graduate School for Design. Karlsruhe: Lars Müller Publishers; 2010. 16 p.
29. Чистякова С.Б. Использование градозкологических подходов к благоустройству и озеленению городов // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2020 году: Сборник научных трудов РААСН: в двух томах. М.: АСВ, 2021. С. 416–422.
30. Borges L.A., Hammami F., Wang J. Reviewing Neighborhood Sustainability Assessment Tools through Critical Heritage Studies // Sustainability. 2020. No. 12. Pp. 1605–1611. DOI:10.3390/su12041605.
31. Adewumi A., Onyango V., Moyo D., Al Waer, H. A review of selected neighbourhood sustainability assessment frameworks using the Bellagio STAMP // International Journal of Building Pathology and Adaptation. 2019. No. 37(1). Pp. 108–118. DOI:10.1108/IJBPA-07-2018-0055.
32. Castellani V., Sala S. Sustainability Indicators Integrating Consumption Patterns in Strategic Environmental Assessment for Urban Planning // Sustainability. 2013. No. 5. Pp. 3426–3446. DOI:10.3390/su5083426.

Информация об авторах

Алимова Дария Николаевна, аспирант департамента архитектуры РУДН. E-mail:alimovadaria@yandex.ru. Российский университет дружбы народов. Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

Перькова Маргарита Викторовна, доктор архитектуры, доцент, директор Высшей школы дизайна и архитектуры Политеха Петра Великого, профессор департамента архитектуры РУДН. E-mail: perkova.margo@mail.ru. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Россия, 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29. Российский университет дружбы народов. Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

Поступила 14.02.2022 г.

© Алимова Д.Н., Перькова М.В., 2023

^{1,*}Alimova D.N., ^{1,2}Perkova M.V.

¹Peoples' Friendship University of Russia

²Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

*E-mail: alimovadaria@yandex.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF INTERNATIONAL STANDARDS FOR GREEN BUILDING

Abstract. In the 20th century, a new direction of green construction appeared in architecture and construction industry. Green building implies the process of constructing and operating buildings that are environmentally friendly and sustainable, energy efficient, technologically advanced and comfortable for human habitation. Nowadays, many countries have a successful experience in developing and implementing systems

to control and encourage green building. The most widespread ecological standards are BREEAM, LEED and DGNB. These main international standards for green certification of buildings are reviewed in the research. The main groups of criteria described in the green standards are identified. A comparative analysis of the requirements to the construction processes of international green standards is performed. Common features, advantages and disadvantages of international green building standards are revealed. The systemic approaches implemented in BREEAM, LEED and DGNB allow a building project to be assessed as reliably as possible and take into account its functional purpose. Green building standards have a strong engineering focus. BREEAM, LEED and DGNB principles have become the basis for local green building standards around the world.

Keywords: green building, green standards, certification, energy efficiency, resource saving, environmental construction

REFERENCES

1. Bondur V.G. Monitoring and forecasting of natural catastrophes [Monitoring i prognozirovanie prirodnyh katastrof]. Moscow: Scientific world, 2009. 629 p. (rus)
2. Mazur I.I. Dangerous natural processes [Opasnye prirodnye processy]. Moscow: Economics, 2004. 702 p. (rus)
3. Vladimirov V.V., Savarenskaja T.F., Shvidkovskij D.O. Urban planning and ecology (biosphere, historical and cultural aspects): monograph [Gradostroitel'stvo i jekologija (biosfernye i istoriko-kul'turnye aspekty)]. Samara: RAKS, 2000. 124 p. (rus)
4. Blagovidova N.G., Smoljar I.M., Mikulina E.M. Ecological foundations of architectural design [Jekologicheskie osnovy arhitekturnogo proektirovaniya]. Moscow: Akademija, 2010. 160 p. (rus)
5. Jensen L.B., Bjerre L., Mansfeldt L. Sustainability Certification Systems as Guidelines for Early-Phase Urban Design Processes. *Journal of Green Building*. 2016. No. 11(3). Pp. 81–94.
6. Semin S.A. The idea of a city in foreign architecture: overview information [Ideya goroda v zarubezhnoj arhitekture: obzornaya informaciya]. Moscow, TsSTI on civil engineering and architecture, 1985. 215 p.
7. Sokolova N.V. Green building of foreign countries: a monograph [Ekologicheskoe gradostroitel'stvo zarubezhnyh stran: monografiya]. Penza: PGUAS, 2019. 247p. (rus)
8. BREEAM-BRE Environmental Assessment Method. BREEAM Europe Commercial 2009 Assessor Manual, SD 5066A Issue 1.0. BRE Global, 2009. URL: <http://www.breeam.org> (date of treatment: 10.01.2023).
9. LEED-The Leadership in Energy & Environmental Design. LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System US Green Building Council 2009. URL: <http://www.usgbc.org> (date of treatment: 10.01.2023).
10. Gutkin A. Rating system for energy efficient and environmentally friendly buildings [LEED – rejtingovaja sistema dlja jenergojeffektivnyh i jekologicheskij chistyh zdaniy] AVOK. 2008. No.6. Pp. 32–44. (rus)
11. DGNB-Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen eV. URL: <http://www.dgnb.de/en/> (date of treatment: 14.12.2023).
12. Bernardi E., Carlucci S., Cornaro C., Bohne R. A. An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings. *Sustainability*. 2017. No. 9. Pp. 1226–1231. doi:10.3390/su9071226.
13. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N., Lapygin Y. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment. *Sustainability*. 2020. No. 12. Pp. 6424–6427. DOI:10.3390/su12166424.
14. Danilina N.V. Urban planning analysis [Gradostroitel'nyj analiz]. Moscow, Publishing house MISS – MGSU, 2020. 27 p. (rus)
15. DGNB System. New construction, buildings. Criteria set. Version 2020 international. URL: <https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/downloads/criteria/DGNB-Criteria-Set-New-Construction-Buildings-Version-2020-International.pdf> (date of treatment: 16.01.2023).
16. Akhmedova E.A., Akhmedova L.S. The role of innovative methods and technologies in modern architectural activity [Rol' innovacionnyh metodov i tekhnologij v sovremennoj arhitekturnoj deyatel'nosti]. *Bulletin of the Volga regional branch of the Russian Academy of Architecture and Construction Science*, 2015. No. 18. Pp. 51–54. (rus)
17. Sukhinina E.A. The main principles and comparison of international green standards in the building sector [Osnovnye polozheniya i sravnenie mezhdunarodnyh ekologicheskij standartov v stroitel'noj sfere]. *Vestnik SGTU*. 2013. No. 1(73). Pp. 209–215. (rus)
18. Kawakubo S., Murakami S., Ikaga T., Asami Y. Sustainability assessment of cities: SDGs and GHG emissions. *Building Research & Information*. 2018. No. 46(5). Pp. 528–539. doi:10.1080/09613218.2017.1356120.
19. Cabrita AL., Alvarez JR. BREEAM Communities in Spain. *The Sustainable World. WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 2010. No. 142. Pp. 89–100. doi:10.2495/SW100091.

20. Krashennikov AV. Macro-space city environment [Makroprostranstva gorodskoj sredy]. AMIT, 2016. No. 3(36). Pp. 1–11. (rus)
21. Mikulina E.M., Blagovidova N.G. Architectural ecology: a textbook for universities with a specialization in "Architecture" [Arhitekturnaja jekologija: uchebnik dlja vuzov po napravleniju «Arhitektura»]. Moscow: Akademiya, 2013. 249 p. (rus)
22. Ivashkina I.V. Environmental aspects of urban territorial planning. Towards sustainable development of Russia [Na puti k ustojchivomu razvitiyu Rossii]. 2014. No. 69. Pp. 10–21. (rus).
23. Tabunshchikov Yu.A. Brodach M.M., Shilkin N.V. Energy efficient buildings [Energoeffektivnye zdaniya]. Moscow, AVOK-press Publ. 2003. 192 p. (rus)
24. Volodin S.V. Modern urban planning practice. Comprehensive environmental assessment of urban planning design solutions (Presentation) [Sovremennaya gradostroitel'naya praktika. Kompleksnaya ekologicheskaya ocenka gradostroitel'nyh proektnyh reshenij. Prezentaciya]. Moscow, 2021. Pp. 45–56. (rus).
25. Garitskaya M.Yu., Baitelova A.I., Chekmarova O.V. Ecological features of the urban environment [Ekologicheskie osobennosti gorodskoj sredy]. Orenburg, OGU, 2012. 216 p. (rus)
26. Perkova M.V. Urban development of the regional settlement system and its elements (on the example of the Belgorod region) [Gradostroitel'noe razvitie regional'noj sistemy rasseleniya i ee elementov (na primere Belgorodskoj oblasti, Dokt. Diss.]. St. Petersburg, 2018. Pp. 253–257. (rus)
27. Yoon J., Park J. Comparative Analysis of Material Criteria in Neighborhood Sustainability Assessment Tools and Urban Design Guidelines: Cases of the UK, the US, Japan, and Korea. Sustainability, 2015. No. 7. Pp. 14450–14487. doi:10.3390/su71114450.
28. Mostafave M., Doherty G. Ecological urbanism. Horward University Graduate School for Design. Karlsruhe, Lars Müller Publishers, 2010. 16 p.
29. Chistyakova S.B. Belyaeva E.L. The use of urbanecological approaches to the improvement and greening of cities [Ispol'zovanie gradoekologicheskikh podkhodov k blagoustroistvu i ozeleneniyu gorodov]. In: Fundamental, exploratory and applied research of the RAASN on scientific support for the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2020: Collection of scientific papers of the RAASN, in two volumes [Fundamental'nye, poiskovye i prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noi otrasli Rossiiskoi Federatsii v 2020 godu : Sbornik nauchnykh trudov RAASN : v dvukh tomakh]. Moscow, ASV Publ., 2021. Pp. 416–422. (rus)
30. Borges L.A., Hammami F., Wang J. Reviewing Neighborhood Sustainability Assessment Tools through Critical Heritage Studies. Sustainability, 2020. No. 12. Pp. 1605–1611. doi:10.3390/su12041605.
31. Adewumi A., Onyango V., Moyo D., Al Waer, H. A review of selected neighbourhood sustainability assessment frameworks using the Bellagio STAMP. International Journal of Building Pathology and Adaptation, 2019. No. 37(1). Pp. 108–118. doi:10.1108/IJBPA-07-2018-0055.
32. Castellani V., Sala S. Sustainability Indicators Integrating Consumption Patterns in Strategic Environmental Assessment for Urban Planning. Sustainability, 2013. No. 5. Pp. 3426–3446. doi:10.3390/su5083426.

Information about the authors

Alimova, Daria N. Postgraduate student. E-mail: alimovadaria@yandex.ru. Peoples' Friendship University of Russia. Russia, 117198, Moscow, st. Miklukho-Maklaya, 6.

Perkova, Margarita V. Doctor of Architecture, Professor. E-mail: perkova.margo@mail.ru. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Russia, 195251, St. Petersburg, st. Politekhnikeskaya, 29. Peoples' Friendship University of Russia. Russia, 117198, Moscow, st. Miklukho-Maklaya, 6.

Received 14.02.2023

Для цитирования:

Алимова Д.Н., Перькова М.В. Сравнительный анализ международных экологических стандартов, регулирующих процессы «зеленого» строительства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 4. С. 55–66. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-4-55-66

For citation:

Alimova D.N., Perkova M.V. Comparative analysis of international standards for green building. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 4. Pp. 55–66. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-4-55-66