

СРЕДОВЫЕ ФАКТОРЫ В АРХИТЕКТУРЕ

УДК/UDC 502:72

DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-294-316

Сравнение методов экологической оценки «зелёных» стандартов в строительстве**Елена Александровна Сухина**¹

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
Саратов, Россия
arx-art-lena@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности повышения экологичности архитектурно-градостроительной среды с учетом требований зарубежных (BREEAM, LEED, DGNB, CASBEE) и российских «зелёных» стандартов («Зелёные стандарты», СТО НОСТРОЙ, ГОСТ Р, GREEN ZOOM) в строительстве. Изучены история и технические руководства каждой выбранной системы сертификации, что определяет рамки для получения информации о целях, объеме, этапах оценки и определения рейтинга объектов. Проведено сравнение методов экологической оценки рейтинговых систем с помощью следующих категорий: сфера применения; структура разделов; структура критериев; процесс экооценки; результат экооценки. Представлены авторские графические алгоритмы экологических стандартов для анализа и определения основных особенностей экологической сертификации объектов. Обоснована необходимость доработки российских «зелёных» стандартов по определенным направлениям.

Ключевые слова: экологический стандарт, алгоритм экологической оценки, экологическое сертифицирование зданий, система экологической сертификации, «зелёное» строительство

Для цитирования: Сухина Е.А. Сравнение методов экологической оценки «зелёных» стандартов в строительстве // Architecture and Modern Information Technologies. 2022. №2(59). С. 294–316. URL: https://marhi.ru/AMIT/2022/2kvart22/PDF/20_sukhinina.pdf
DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-294-316

ENVIRONMENTAL FACTORS IN ARCHITECTURE

Original article

Comparison of environmental assessment methods for green standards in construction**Elena A. Sukhinina**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia
arx-art-lena@yandex.ru

Abstract. Features of improving the environmental friendliness of the architectural and urban environment, taking into account the requirements of foreign (BREEAM, LEED) and Russian green standards (Green Standards, STO NOSTROY, GOST R, GREEN ZOOM) considered. The history and technical guidelines of each selected certification system studied. Comparison of environmental assessment methods carried out using the following categories: scope; section structure; criteria structure; evaluation process; appraisal result. The author's graphical algorithms of environmental standards for the analysis and determination of the main features of

¹ © Сухина Е.А., 2022

environmental certification of objects highlighted. The need to refine Russian green standards justified.

Keywords: environmental standard, environmental assessment algorithm, environmental certification of buildings, environmental certification system, green building

For citation: Sukhinina E.A. Comparison of environmental assessment methods for green standards in construction. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2022, no. 2(59), pp. 294–316. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2022/2kvart22/PDF/20_sukhinina.pdf
DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-294-316

Введение

С ростом урбанизации и увеличением потребления природных ресурсов все быстрее растет потребность в экологическом проектировании. Активно развивающаяся экологически устойчивая архитектурно-градостроительная среда, формирующаяся с учетом требований экологических стандартов (далее – экостандартов) в строительстве, становится важным объектом исследования для многих авторов [8-10].

Согласно зарубежным исследованиям, в западных странах значительно поменялся рынок недвижимости. Для реконструируемых, существующих, новых зданий при аренде и продаже необходим экологический сертификат как показатель качества и снижения эксплуатационных затрат [11].

Универсальность экостандартов в строительстве задает *определенный алгоритм* создания экологически безопасного пространства в городах. Экологическая оценка (далее – экооценка) всех аспектов функционирования объектов, начиная с организации прилегающей территории и заканчивая регулированием микроклимата в помещениях, гарантирует благоприятно организованное пространство.

Экологическая сертификация зданий имеет следующие преимущества: инвестирование высококачественного продукта и снижение рисков; увеличение конкурентных преимуществ и продвижение проекта на рынке; развитие профессионализма в сфере «зелёных» технологий; снижение затрат на эксплуатацию, повышение арендной платы; комфортную среду для человека [1]. Рейтинг экологичности, подтвержденный сертификатом, в первую очередь показывает уменьшение давления объекта на окружающую среду за счет снижения потребления энергетических и природных ресурсов.

В авторском научном исследовании для анализа были выбраны четыре зарубежные системы – три международных экостандарта (BREEAM, LEED, DGNB), как наиболее используемые в мировой архитектурной практике, и японский стандарт CASBEE, имеющий уникальную систему экооценки, не имеющую аналогов. Данные экостандарты являются наиболее исследуемыми рейтинговыми системами, что подтверждается количеством публикаций в международных базах цитирований². В качестве российских примеров рассматриваются четыре системы экологической сертификации для общественных зданий («Зелёные стандарты», СТО НОСТРОЙ, ГОСТ Р, GREEN ZOOM), получившие наибольшее распространение и апробацию в России [4].

История экостандартов в строительстве началась более тридцати лет назад. Первый система экологической сертификации *BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method – Метод оценки экологической эффективности зданий)* была разработана Советом BRE в Великобритании в 1990 году. BREEAM был призван повысить экологическую, социальную и экономическую устойчивость проектов по десяти разделам экооценки. За счет коэффициентов международная версия BREEAM International

² Более 500 статей в Scopus Elsevier и Web of Science.

достаточно легко адаптируется к климатическим условиям и региональным особенностям разных государств и применяется более чем в 90 странах мира³ [7].

Принятие ряда законов об охране окружающей среды, создание экологических Советов, работа Комитетов по охране природы послужили предпосылками к разработке американской рейтинговой системы *LEED (Leadership in Energy and Environmental Design – Лидерство в энергетическом и экологическом проектировании)*⁴ в 1998 году. Экостандарт, включающий девять разделов экооценки, быстро стал самым используемым в США [6].

История немецкого экостандарта *DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – Немецкое общество устойчивого строительства)* началась с середины XX века с формирования предтеч энергoeffективного домостроения в Германии – *Passive House*⁵. В 2007 по инициативе специалистов создается Немецкий Совет по устойчивому строительству. В 2009 году 16 зданий получили первый сертификат DGNB, а в 2010 году официально запущена международная система GSBC.

В 2001 году правительством Японии, академическими партнерами и Японским консорциумом устойчивого строительства разработана японская система оценки устойчивости зданий – *CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency – Комплексная система оценки эффективности застроенной среды)*. CASBEE является национальным японским стандартом, с 2011 года система стала обязательной в 24 муниципалитетах Японии.

В России работа над «зелёными» стандартами началась в начале XXI века. Требования международных организаций по устойчивому строительству создали необходимость использования рейтинговых систем для олимпийских объектов в Сочи (2010–2014 гг.)⁶. Стали разрабатываться и апробироваться первые российские системы сертификации. В конце 2009 года распоряжением Министра природных ресурсов и экологии РФ были утверждены критерии системы добровольной сертификации «Зелёные стандарты» [4].

В 2011 году некоммерческим партнерством «АВОК», НП НОСТРОЙ, ОАО «ЦНИИПромзданий» и ООО «НПО ТЕРМЭК» разработан экостандарт *СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зелёное строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания*. В 2012 году НП НОСТРОЙ и НП АВОК разрабатывает государственный стандарт ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».

В 2014 году при участии тридцати организаций Российская гильдия управляющих и девелоперов вводит систему *GREEN ZOOM «Практические рекомендации по снижению энергоёмкости и повышению экологичности объектов гражданского и промышленного строительства»*. К 2022 году по GREEN ZOOM сертифицировано более 150 объектов в российских городах.

³ 90% критериев адаптируются под национальные нормы, а оставшиеся 10% полностью изменяются с учётом местных особенностей строительства и загрязнения окружающей среды. URL: <https://textarchive.ru/c-2982057-p3.html> (дата обращения: 20.02.2022).

⁴ Обновление американского стандарта происходит каждые 4-5 лет с целью повышения эффективности экологического проектирования. URL: <https://pandia.ru/text/77/395/32122-2.php> (дата обращения: 20.02.2022).

⁵ Основные категории оценки стандарта *Passive House*: эффективная теплоизоляция; «тёплые» окна; рекуперация тепла; герметичность здания по контуру; отсутствие «тепловых мостов».

⁶ Российский рынок экологического строительства – инвестиционная привлекательность для зарубежных компаний // RuGBC News. 2013. № 2. 44 с.

Вышеперечисленные экостандарты носят рекомендательный характер, опираясь на законодательство страны разработчика, за исключением стандарта LEED, который является обязательным для нового строительства в некоторых американских штатах⁷.

Определено, что все рейтинговые системы применяют схожие критерии при экологической оценке объектов недвижимости. Различия в основном проявляются в *методах и алгоритмах экологической сертификации*. Отсюда возникает необходимость выявить и сравнить *методы экооценки* зарубежных и российских экостандартов в строительстве.

Цель исследования – это обзор, выявление и сравнение методов экооценки зарубежных (BREEAM, LEED, DGNB, CASBEE) и российских («Зелёные стандарты», СТО НОСТРОЙ, ГОСТ Р, GREEN ZOOM) рейтинговых систем путем анализа их характеристик, структуры, сферы применения с выделением алгоритмов экооценки и определением направлений доработки российских «зелёных» стандартов.

Научная новизна – на основе выявленных и проанализированных автором алгоритмов экооценки зарубежных и российских рейтинговых систем определены особенности повышения экологичности архитектурно-градостроительной среды, что позволяет решить определённые проектные задачи экологически безопасного проектирования.

Материалы и методы исследования

Производится систематизация и сравнительный анализ общих характеристик и *методов оценки* экостандартов.

Метод экологической оценки – это способ, по которому производится процесс анализа объекта по определенным экологическим характеристикам в зависимости от выбранных теоретических или практических средств.

Чтобы обеспечить основу для более точного сравнения, методы экооценки были разбиты на категории: *сфера применения; структура разделов; структура критериев; процесс экооценки; результат экооценки*.

Для каждого анализируемого экостандарта автор выделяет *графический алгоритм экооценки* с целью анализа основных особенностей.

Алгоритм экологической оценки – это процесс экологической сертификации объекта недвижимости с использованием соответствующих методов и подходов.

Алгоритм экооценки реализуется по следующим этапам:

- определение сферы применения объекта сертифицирования;
- формирование структуры разделов, по которым происходит экооценка и присваиваются баллы;
- разработка структуры критерия стандарта с определением его названия, цели, задач, методов исполнения, контрольной документации и вспомогательных инструментов для расчета;
- процесс экооценки с формированием рабочей группы из аудитора, оценщиков, заказчика и исполнителей проекта;
- предоставление результата в виде рейтинга по сумме набранных баллов.

⁷ В 2004 году губернатор Калифорнии Шварценеггер А. подписал Распоряжение S-20-04, требующее сертификации LEED-Серебро для всех новых зданий в стране, а также обязательное 15%-е сокращение потребления электроэнергии в государственных зданиях в течение десяти лет [12].

Анализ методов экооценки

Проведем анализ и сравнение методов экооценки зарубежных (BREEAM, LEED, DGNB, CASBEE) и российских («Зелёные стандарты», СТО НОСТРОЙ, ГОСТ Р, GREEN ZOOM) экостандартов, рассмотрев особенности каждой рейтинговой системы в отдельности.

1. BREEAM International New Construction, Великобритания (2016 г.)

Сфера применения: новое строительство; существующие здания; инфраструктура; ремонт и обустройство помещений.

Структура разделов: управление; здоровье и социальное благополучие; энергия; транспорт; вода; материалы; отходы; землепользование; загрязнение; инновации.

Структура критерия: информация о мероприятии; цель; параметры оценки; контрольные списки и таблицы; примечания; методология; доказательства; дополнительная информация.

Процесс экооценки: предварительная оценка объекта; подключение оценщика; регистрация объекта на сайте; подготовка доказательной базы; отправка доказательной базы на проверку; предварительная сертификация; получение предварительного сертификата; финальная проверка доказательной базы; получение окончательного сертификата⁸.

Использование корректирующих коэффициентов: в каждой стране весовые коэффициенты устанавливаются, начиная с первого проекта и всеми последующими проектами, сертифицированными по BREEAM в течение срока действия текущей версии. На определение корректирующих коэффициентов влияют местоположение, культура, экономика, климат и методы ведения рабочего процесса (таблица 1)⁹.

Таблица 1. Пример использования весовых коэффициентов в BREEAM

Категория	Весовой коэффициент (Европа) в %	Весовой коэффициент (Персидский залив) в %
Управление	12	8
Здоровье и благополучие	19	15
Энергоэффективность	15	14
Транспорт	10	5
Водопотребление	6	30
Материалы	10	9
Отходы	8	5
Землепользование и биоразнообразие		7
Загрязнение окружающей среды	10	7

Система подсчета баллов: составляет 100 максимальных очков, плюс 10 дополнительных баллов, предусмотренных за раздел «Инновации». Английский стандарт поощряет экологические решения, которые выходят за рамки требований рейтинговой системы и демонстрируют новшество.

Результат экооценки: удовлетворительно (> 30%); хорошо (> 45%); очень хорошо (> 55%); отлично (>70%); превосходно (>85%). Алгоритм экооценки по BREEAM в авторской интерпретации представлен на рисунке (рис. 1).

⁸ BREEAM International New. Construction 2016. Technical Manual. Document reference: SD233. Is. 2.0. 2016. 454 p.

⁹ URL: <https://textarchive.ru/c-2982057-p3.html> (дата обращения: 20.02.2022).

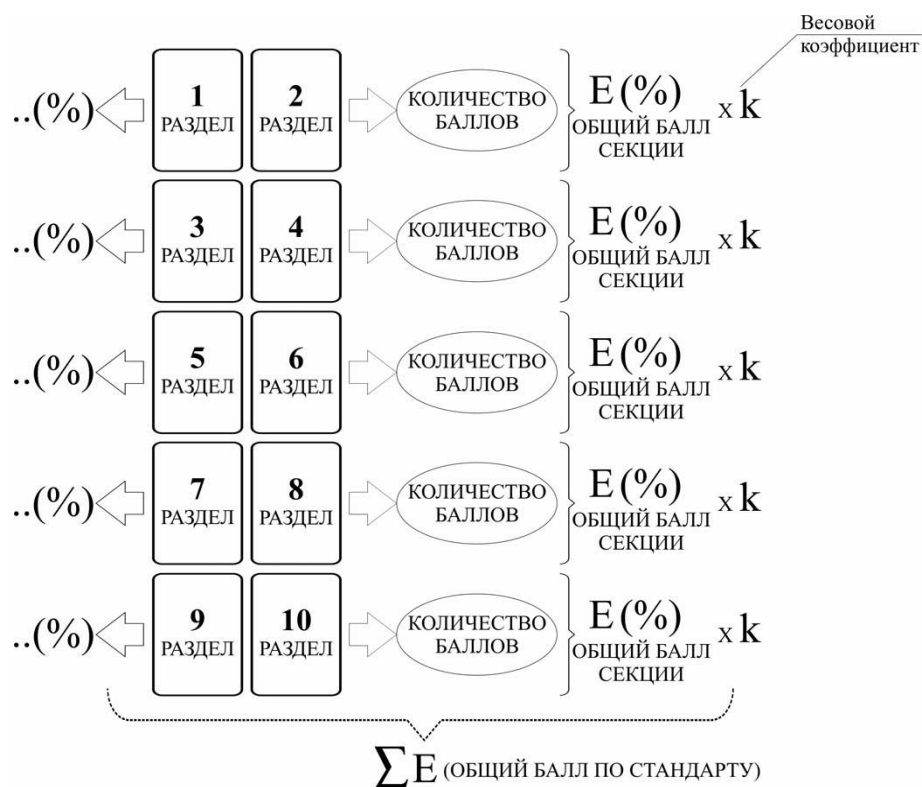


Рис. 1. Алгоритм экооценки по BREEAM в авторской интерпретации

Алгоритм экооценки BREEAM производится в следующей последовательности:

- определение масштаба оцениваемого проекта и необходимой версии экостандарта для оценки;
- определение количества присуждаемых баллов для каждого из разделов экооценки;
- расчет процента полученных баллов для каждой секции;
- процент, полученный в каждом разделе, умножается на соответствующий весовой коэффициент раздела – это дает общий балл в соответствующей секции;
- затем баллы по разделам складываются, чтобы получить общий балл по стандарту;
- общий балл сравнивается с рейтингом системы;
- дополнительный 1% добавляется к итоговому баллу за инновации (максимум до 10%).

2. LEED v4 for Building Design and Construction, США (2018 г.)

Сфера применения: разработка ядра и оболочки; школы; розничная торговля; центры обработки данных; склады и распределительные центры; гостиницы; больницы; многоквартирные и многосемейные дома; дизайн интерьера; эксплуатация и техническое обслуживание зданий; объекты градостроительного планирования.

Структура разделов: интегрированный процесс; расположение и транспорт; устойчивость расположения; водозффективность; энергия и атмосфера; материалы и ресурсы; внутреннее экологическое качество; инновации; региональные особенности¹⁰.

Структура критерия: информация о мероприятии; цель; требования; возможные технологии и решения.

¹⁰ LEED v4 User Guide. 2013. 39 с.

Процесс экооценки: выбор необходимой версии LEED; регистрации здания в Институте сертификации зеленых зданий (GBCI); привлечение аккредитованного профессионала (необязательно); подготовка доказательной базы; предварительная проверка для технических рекомендаций по кредитам (on-line система с электронными образцами документов); исправление замечаний; завершение строительства¹¹; финальная проверка; получение сертификата.

Использование корректирующих коэффициентов: нет.

Система подсчета баллов: максимальное количество баллов – 100 кредитов, плюс 10 дополнительных баллов за соответствие разделам «Инновации» и «Региональный приоритет». LEED начисляет баллы за мероприятия в зависимости от относительной их важности в достижении целей устойчивого развития. Кредиты LEED – это часть документа, в которой начисляются баллы¹².

Результат экооценки: сертификат LEED (40–49 баллов); серебряный сертификат (50–59 баллов); золотой сертификат (60–79 баллов). Алгоритм экооценки по LEED в авторской интерпретации представлен на рисунке (рис. 2).

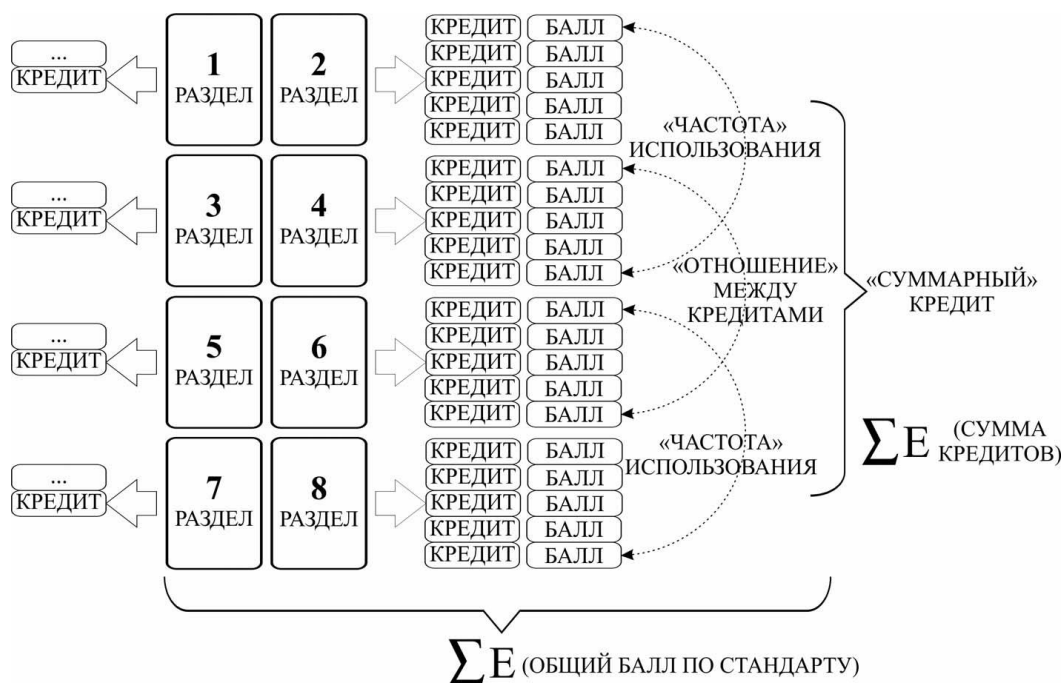


Рис. 2. Алгоритм экооценки по LEED в авторской интерпретации

Алгоритм экооценки LEED:

- выбор версии экостандарта для оценки, в зависимости от назначения здания;
- начисления баллов при помощи математического расчета с учетом оценки двух характеристик «отношения» и «частоты» («отношение» влияет на количество отношений кредита с другими кредитами, «частота» показывает сколько раз рассматриваемый кредит упоминается в других решениях);

¹¹ Для получения баллов по определенным кредитам нужно, чтобы здание было заселено в течение некоторого времени после окончания строительства. URL: <https://textarchive.ru/c-2982057-p3.html> (дата обращения: 20.02.2022).

¹² Некоторые кредиты LEED привязаны к доллару США (к примеру, по сбережению электроэнергии), поэтому при колебаниях курса валют рейтинг зданий может изменяться. URL: <https://textarchive.ru/c-2982057-p3.html> (дата обращения: 20.02.2022).

- в рамках кредита возможные варианты выбираются на основе минимального и максимального количества документации;
- определяется «суммарный кредит», как взаимосвязь между «частотой» и «соотношением» одного кредита с другими;
- происходит окончательное начисление баллов и определение рейтинга объекта.

3. DGNB system, Германия (2018 г.)

Сфера применения: учебные; офисные; административные здания; универмаги; здания здравоохранения; гостиницы; строительные площадки; районы.

Структура разделов: качество окружающей среды; экономическое качество; социально-культурное качество; функциональное качество; техническое качество; качество процесса; качество места.

Структура критерия: информация о мероприятии; цель; метод (описание или использование калькуляторов); контрольный список пунктов; необходимая документация; возможные баллы оценки.

Процесс экооценки: аудитор DGNB проводят обзор проекта и предварительную оценку; аудитор или местная рабочая группа готовит предложение «местные поправки» в соответствии с требованиями DGNB; аудитор оценивает проектную документацию и отправляет ее на проверку; DGNB ведет проверку соответствия мероприятий, документов и сертификатов.

Использование корректирующих коэффициентов: взвешивание критериев происходит в соответствии с социальными и политическими особенностями для каждого требования системы, также критерии могут быть исключены из оценки, если не используются¹³.

Система подсчета баллов: разделы имеют разное весовое значение в общей оценочной шкале: экономическое, экологическое, социально-культурные и функциональные качества – по 22,5%, качество процесса – 10%, качество расположения не включается в оценку; для каждого критерия определены измеримые целевые значения, за выполнение которых можно получить максимум десять баллов; по некоторым критериям можно получить дополнительные баллы за счет «бонусов»¹⁴.

Результат экооценки: серебро ($\geq 50\%$); золото ($\geq 65\%$); платина ($\geq 80\%$) (рис. 3).

Алгоритм экооценки DGNB:

- выбор версии экостандарта;
- разделы DGNB содержат некоторое количество требований для выполнения;
- критерии стандарта имеют разный вес в зависимости от того, насколько они важны для сертифицируемого объекта;
- все используемые критерии входят в общий результат строго дифференцированным образом с помощью программного обеспечения для расчета;
- весовые коэффициенты применяются для каждого критерия и различаются в зависимости от важности использования;
- использование двух индексов производительности, которые должны быть выполнены при сертификации (MPI – минимальный индекс производительности как требование для

¹³ Например, «гигиена помещений в офисном здании» имеет большее значение, чем «акустический комфорт», поэтому у первого требования весовой коэффициент выше, чем у второго.

¹⁴ Сухина Е.А. Образовательные учреждения, сертифицированные по немецкому экологическому стандарту DGNB. Наука в современном мире: вопросы теории и практики: материалы Международной научно-практической конференции, София, Болгария [Электронный ресурс]. Нефтекамск: НИЦ «Мир Науки», 2020. С. 47-53.

каждого раздела, ТРІ – общий индекс эффективности, который является общим требованием);
 – окончательные подсчёт баллов и определение рейтинга [4].

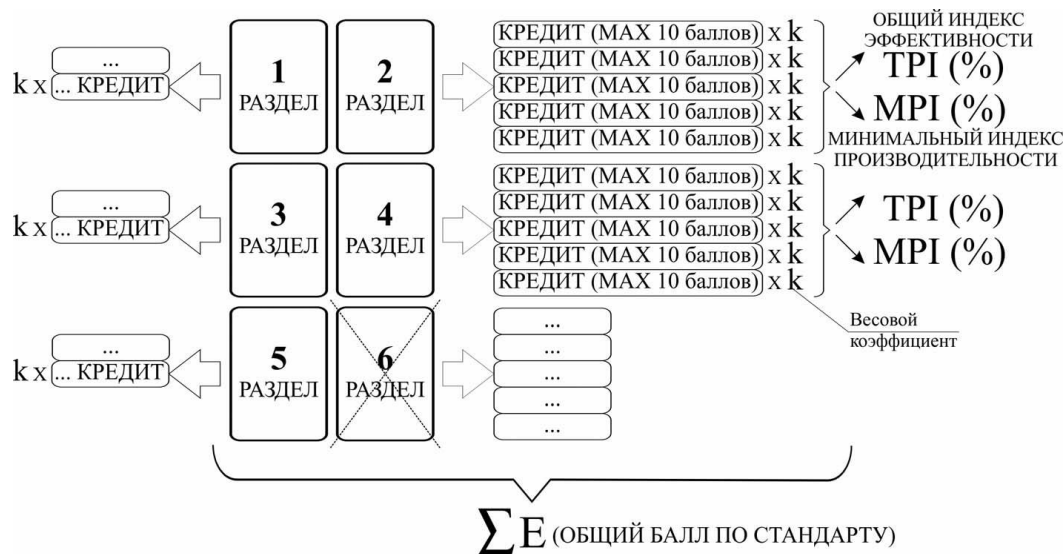


Рис. 3. Алгоритм экооценки по DGNB в авторской интерпретации

4. CASBEE for Building (New Construction), Япония (2014 г.)

Сфера применения: городские территории; оценка «эффекта теплового острова»; городское управление; жилые здания; общественные здания; внутреннее пространство.

Структура разделов: комфорт внутри помещений; качество обслуживания; качество окружающей среды; энергия; материалы и ресурсы; качество внешней среды.

Структура критерия: название критерия; условия применения; таблица с возможными пятью уровнями достижения результата; комментарии к требованиям; ссылки.

Процесс экооценки: регистрация объекта на сайте; предварительная оценка объекта; подготовка доказательной базы; отправка доказательной базы на проверку; предварительная сертификация; получение окончательного сертификата.

Использование корректирующих коэффициентов: оценка каждого выполняемого требования экостандарта умножается на весовой коэффициент.

Система подсчета баллов: подсчитанная сумма баллов, определяющих подкатегорию, равна баллу этой подкатегории, итоговая оценка складывается из суммы баллов по разделам [4].

Результат экооценки: рейтинг S «Превосходно» – BEE ≥ 3,0; Q ≥ 50; рейтинг A «Очень хорошо» – BEE = 1,5–3,0; BEE ≥ 3,0; Q ≤ 50; рейтинг B+ «Хорошо» – BEE = 1,0–1,5; рейтинг B- «Удовлетворительно» – BEE = 0,5–1,0; рейтинг C «Неудовлетворительно» – BEE < 0,5¹⁵ (рис. 4).

¹⁵ CASBEE for Building (New Construction). Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency. Technical Manual. Published by: IBEC (Institute for Building Environment and Energy Conservation), 2014. 257 p.

Алгоритм экооценки CASBEE:

- определение сферы применения;
- общая оценка через индекс BEE (экологическая эффективность здания) по шести разделам;
- критерии оценки в виде «таблицы результатов оценки» по каждому пункту;
- оценка по каждому критерию по пятиуровневой шкале;
- количество баллов по каждому критерию зависит от выполнения определенных требований;
- оценка баллов по разделам умножается на весовой коэффициент каждого раздела;
- на основании «минимального показателя эффективности» (связанного с оценкой каждой секции) и «общего показателя эффективности» (окончательной оценки) здание получает сертификат [4].

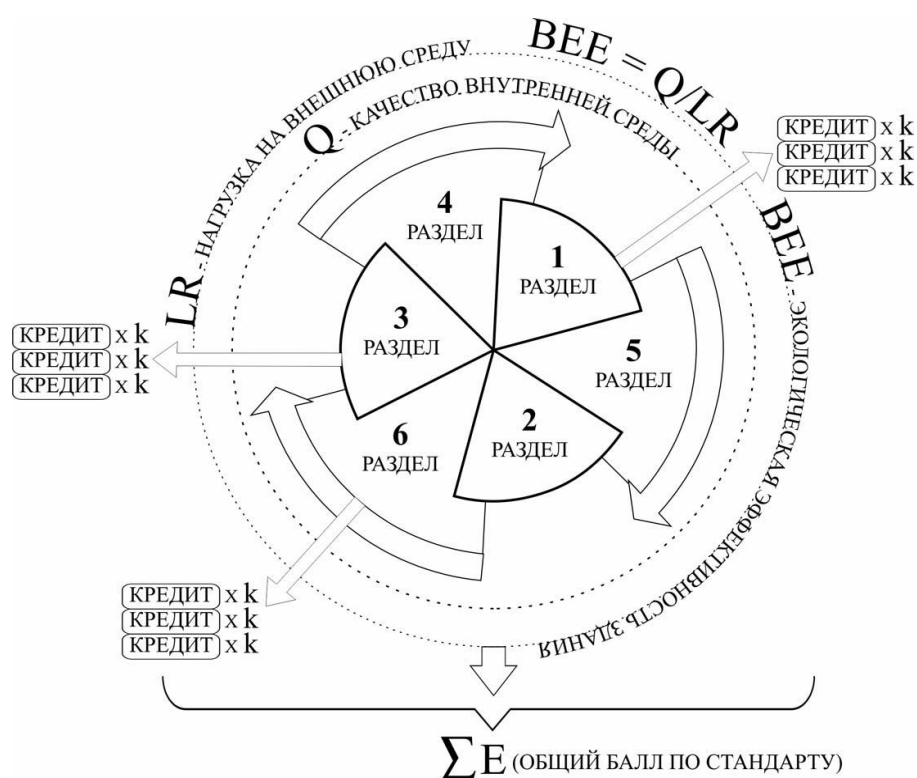


Рис. 4. Алгоритм экооценки по CASBEE в авторской интерпретации

5. «Зелёный стандарт», Россия (2017 г.)

Сфера применения: здание; помещение; земельный участок; объект незавершенного строительства; сооружение.

Структура разделов: предотвращение загрязнения; выбор участка; инфраструктура; ландшафтное обустройство и сохранение или восстановление среды обитания; уменьшение светового загрязнения и эффект локального нагревания; регулирование ливневых стоков и рациональное водопользование; энергосбережение и атмосфера; материалы и ресурсы; качество и комфорт среды внутри помещений; безопасность; санитарно-гигиеническое соответствие; отходы, выбросы и хранение опасных материалов; участие в разработке проектной документации аккредитованного специалиста¹⁶.

¹⁶ Система добровольной экологической сертификации объектов недвижимости «зелёные стандарты». Критерии и нормативно-правовая документация. Москва, 284 с.

Структура критерия: название; сфера применения; цель; основные требования (общие положения и требования); дополнительные требования; рекомендации и решения.

Процесс экооценки: принятие заявки от заявителей на проведение работ по сертификации; регистрация объекта на сайте НП «Центр экологической сертификации – зелёные стандарты»¹⁷; рассмотрение заявки; определение условий сертификации; заключение договора на проведение работ по сертификации; анализ информации об объекте; решение о выдаче сертификата соответствия; выдача сертификата соответствия (срок действия не более 3-х лет); предоставление заявителю права на применение знака соответствия; контроль сертифицированного объекта¹⁸.

Использование корректирующих коэффициентов: для каждого критерия используется свой весовой коэффициент, присвоенный экспертным способом.

Система подсчета баллов: оценка каждого критерия производится экспертом, путём начисления количества баллов (max 10), в зависимости от выполнения требования.

Результат экооценки: 40–49% – объект, сертифицированный по категории «Зелёный» стандарт»; 50–59% – объект, сертифицированный по категории «Зелёный» стандарт – серебро»; 60–79% – объект, сертифицированный по категории «Зелёный» стандарт – золото»; более 80% – объект, сертифицированный по категории «Зелёный» стандарт – платина» (рис. 5).

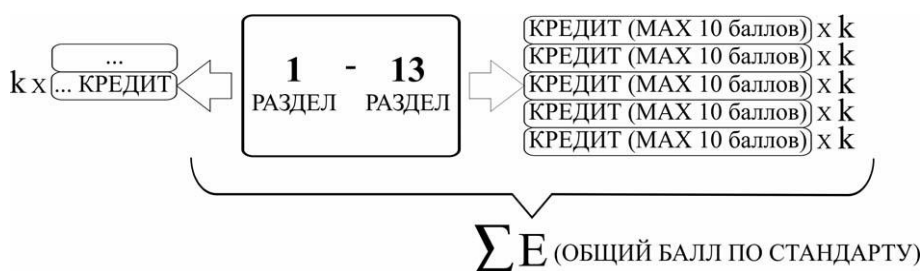


Рис. 5. Алгоритм экооценки по «Зелёный стандарт» в авторской интерпретации

Алгоритм экооценки «Зелёного стандарта»:

- определение сферы применения объекта;
- формирование структуры разделов экостандарта;
- подсчёт балла по критериям с привлечением специалиста;
- применение весового коэффициента для каждого критерия;
- суммирование специалистом баллов по всем требованиям;
- полученная сумма делится на максимально возможное количество баллов, которое может получить объект, за тем полученный результат умножается на 100%;
- определение окончательного результата в виде рейтинга объекта.

6. СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Здания жилые и общественные» Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания, Россия (2011 г.)

Сфера применения: административные; офисные; бизнес-центры; гостиницы и общежития; учебные (детские ясли и сады, школы, средние и высшие учебные заведения);

¹⁷URL: <https://ecostandardgroup.ru/services/cert/rossiyskie-zelenye-standarty/> (дата обращения: 12.04.2022).

¹⁸ Правила функционирования системы добровольной сертификации объектов недвижимости – «Зелёные стандарты». Версия 2.0. М.: НП «Центр экологической сертификации – Зелёные стандарты», 2011. 92 с.

спортивно-зрелищные, спортивные; торговые, торгово-развлекательные; больницы, госпитали, поликлиники.

Структура разделов: комфорт и качество внешней среды; качество архитектуры и планировки объекта; комфорт и экология внутренней среды; качество санитарной защиты и утилизации отходов; рациональное водопользование; энергосбережение и энергоэффективность; применение альтернативной и возобновляемой энергии; экология создания, эксплуатации и утилизации объекта; экономическая эффективность; качество подготовки и управления проектом¹⁹.

Структура критерия: название критерия; группа индикаторов; числовое определение и параметры оценки; методы получения исходных данных; ссылки на нормативно-правовые акты.

Процесс экооценки: подача заявки; установление итогового вывода о S-факторе; заключения предварительной или окончательной оценки объекта; выдача или отказа от выдачи сертификата в зависимости от S-фактора.

Использование корректирующих коэффициентов: при оценке зданий разного функционального назначения индикаторы таблицы берутся с применением поправочных коэффициентов. Для зданий в других регионах РФ, применяются региональные коэффициенты. При этом критерии разделяются на две группы – *зависимые* (водопользование; энергосбережение; применение возобновляемой энергии; экономическая эффективность) и *независимые* от региональных особенностей.

Система подсчета баллов: при соблюдении всех мероприятий, объект получает определенное количество баллов, максимум – 650. Сумма баллов во всех категориях СТО НОСТРОЙ составляет интегральную величину устойчивости, числовое значение которой обозначается как «S-фактор» (Sustainability-фактор). Для определения S-фактора системы балльные эквиваленты критериев можно найти в оценочной таблице.

Результат экооценки: А (520–650 баллов); В (420–519 баллов); С (340–419 баллов); D (260–339 баллов); Е (170–259 баллов); F (100–169 баллов); G (0–99 баллов). Алгоритм экооценки по СТО НОСТРОЙ показан на рисунке (рис. 6).

Алгоритм экооценки СТО НОСТРОЙ:

- определение количества баллов для каждого из десяти разделов системы (предусмотрено три метода экооценки – экспертная оценка, оценка параметров, оценка параметральных характеристик);
- зависимые критерии умножаются на корректирующие региональные коэффициенты, установленные стандартом;
- далее происходит расчет процента полученных баллов для каждого раздела;
- подсчет общей суммы баллов;
- окончательный результат сравнивается с контрольными уровнями рейтинга.

¹⁹ Стандарт организации «Зелёное строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011. Москва: НП «АВОК», 2011. 57 с.

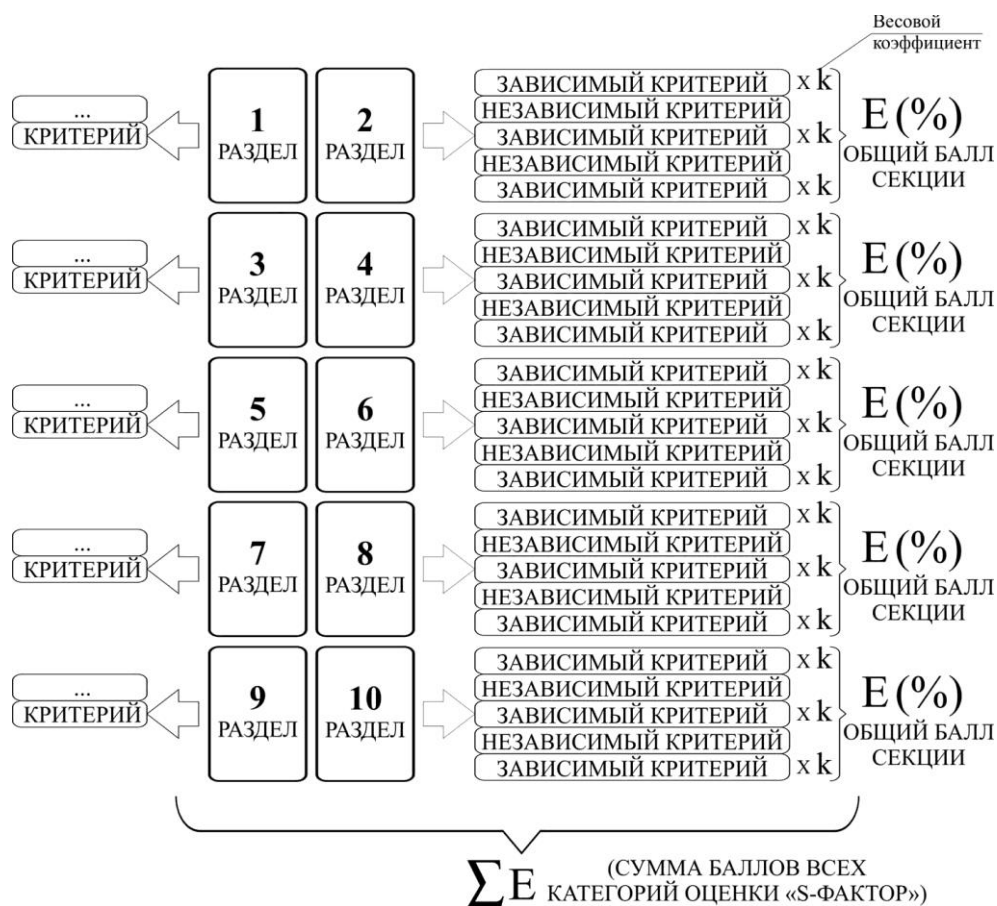


Рис. 6. Алгоритм экооценки по СТО НОСТРОЙ в авторской интерпретации

7. ГОСТ Р 54964-2012. Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости, Россия (2012 г.)

Сфера применения: объекты недвижимости и прилегающая территория.

Структура разделов: экологический менеджмент; инфраструктура и качество внешней среды; качество архитектуры и планировка объекта; комфорт и экология внутренней среды; качество санитарной защиты и утилизации отходов; рациональное водопользование и регулирование ливневых стоков; энергосбережение и энергоэффективность; охрана окружающей среды при строительстве, эксплуатации и утилизации объекта; безопасность жизнедеятельности²⁰.

Структура критерия: название; индикатор оценки; минимальные экотребования; рекомендуемые показатели; методы определения минимальных экотребований.

Процесс экооценки: метод инструментального подтверждения параметров, характеризующих требования сертифицированного объекта, приведенным в ГОСТ Р.

Использование корректирующих коэффициентов: да.

Система подсчета баллов: сопоставление показателей проекта или построенного здания с нормативами, приведенными в ГОСТ Р с подсчетом рейтинговых очков.

Результат экооценки: сертификат соответствия (рис. 7).

²⁰ ГОСТ Р 54964-2012. Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости. Москва: Стандартинформ, 2012. 36 с.

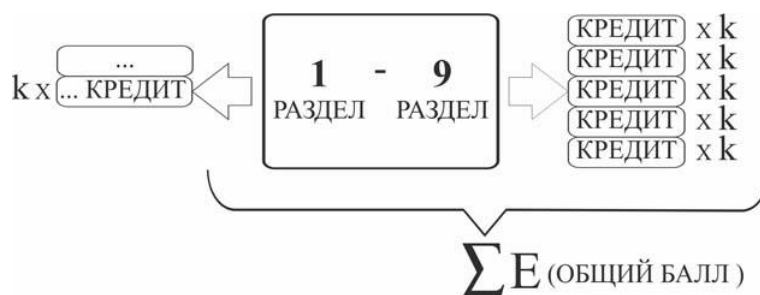


Рис. 7. Алгоритм экооценки по ГОСТ Р 54964-2012 в авторской интерпретации

Алгоритм экооценки ГОСТ Р 54964-2012:

- формирование технического задания;
- оценка эффективности реализации экотребований в соответствии с системами добровольной сертификации объектов недвижимости;
- проверка степени выполнения экотребований, установленным в техническом задании;
- комплексная оценка результатов с оформлением подтверждающих документов;
- выдача сертификата соответствия²¹.

8. GREEN ZOOM «Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности объектов гражданского и промышленного строительства. Новое строительство», Россия (2019 г.)

Сфера применения: новое строительство; эксплуатируемые здания; комплексное устойчивое развитие территорий; территории комплексной застройки (от 5 зданий); университеты и кампусы для инновационных научно-технологических центров; малоэтажная жилая застройка; промышленные эксплуатируемые здания [2].

Структура разделов: расположение застраиваемой территории и организация транспортного обеспечения; экологическая устойчивость застраиваемой территории; водозэффективность; энергоэффективность и снижение вредных выбросов в атмосферу; экологически рациональный выбор строительных материалов и управление отходами; экология внутренней среды здания; инновации; региональные особенности [2].

Структура критерия: формулировка требования; цель мероприятия; краткое описание; расшифровка требования; особенности начисления баллов; необходимая доказательная база по критерию.

Процесс экооценки: подача заявки; регистрация объекта на платформе; формирование рабочей группы специалистов; согласование перечня мероприятий, оценка достижения тех или иных баллов; формирование технического задания для каждого критерия; доказательная база и проверка всех заявленных мероприятий нормативам; отправка доказательной базы на проверку, исправление замечаний; финальная проверка; получение сертификата.

Использование корректирующих коэффициентов: нет.

Система подсчета баллов: при соблюдении всех требований GREEN ZOOM, объект получает определенное количество баллов (максимум – 90).

²¹ Сухина Е.А. Сравнение экологических стандартов СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011, ГОСТ Р 54964-2012, GREEN ZOOM // Научно-технический задел – основа эффективного инновационного развития: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. Уфа: Изд-во «ООО АМІ», 2018. С. 57-60

Результат экооценки: бронзовый сертификат – от 35 баллов; серебряный сертификат – от 45 баллов; золотой сертификат – от 55 баллов; платиновый сертификат – от 70 баллов. Алгоритм экооценки по GREEN ZOOM представлен на рисунке (рис. 8).

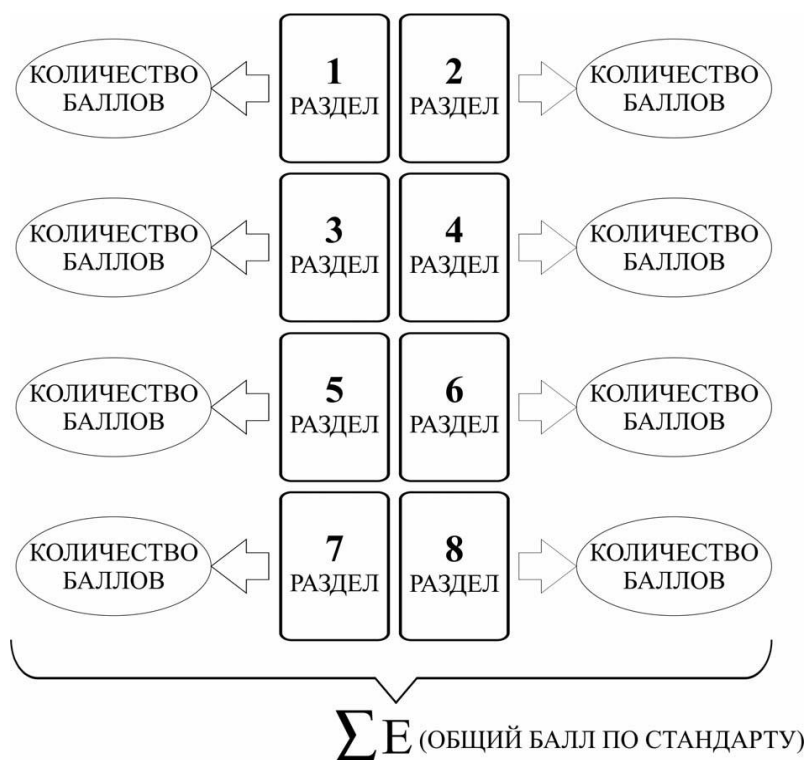


Рис. 8. Алгоритм экооценки по GREEN ZOOM в авторской интерпретации

Алгоритм экооценки GREEN ZOOM:

- определение масштаба оцениваемого объекта;
- баллы по системе начисляются каждому критерию в зависимости от предоставленной экспертам доказательной базы;
- общая сумма баллов по каждому разделу суммируется;
- определяется конечный результат экооценки и соответствующий рейтинг объекта сертифицирования.

Основой для GREEN ZOOM послужил американский стандарт LEED. Многие оценочные категории GREEN ZOOM полностью идентичны требованиям американской системы. При этом в российском документе не используется математический расчет кредитов с учетом их характеристик – «отношения» и «частоты» как в LEED.

Сравним количественные показатели при экооценки зарубежных и российских стандартов (таблица 2).

Таблица 2. Сравнение количественных показателей экостандартов

Экологический стандарт	Кол-во разделов	Кол-во критериев	Кэф. (к)	Расчет LCA ²² / LCC ²³	Всего баллов / %	Возможный рейтинг объекта экооценки
BREEAM	10	55–57	Да	Да	100-110	Удовлетворительно (> 30%) Хорошо (> 45%) Очень хорошо (> 55%) Отлично (>70%) Превосходно (>85%)
LEED	8	80–83	-	Да	110	Сертификат (40–49) Серебряный сертификат (50–59) Золотой Сертификат (60–79) Платиновый сертификат (80+)
DGNB	6	48–63	Да	Да	100	Бронза (≥ 35 %); Серебро (≥ 50 %); Золото (≥ 65 %); Платина (≥ 80 %)
CASBEE	6	50–55	Да	Да	100	Рейтинг С «Неудовлетворительно» BEE < 0,5; Рейтинг В «Удовлетворительно» BEE = 0,5-1,0; Рейтинг В+ «Хорошо» BEE = 1,0–1,5; Рейтинг А «Очень хорошо» BEE = 1,5–3,0, BEE ≥ 3,0, Q ≤ 50; Рейтинг S «Превосходно» BEE ≥ 3,0, Q ≥ 50
«Зелёный стандарт»	13	141–143	Да	Да	100	40–49% – объект, сертифицированный по категории «Зелёный стандарт»; 50–59% – объект, сертифицированный по категории «Зелёный стандарт – серебро»; 60–79% – объект, сертифицированный по категории «Зелёный стандарт – золото»; более 80% – объект, сертифицированный по категории «Зелёный стандарт – платина»
СТО НОСТРОЙ	10	46	Да	Да	650	F (100-169) G (0-99) E (170-259) D (260-339) C (340-419) B (420-519) A (520-650)

²² Оценка жизненного цикла (LCA) – это метод изучения воздействия продукта на окружающую среду на протяжении всего его жизненного цикла, от добычи, производства, строительства, использования, обработки отходов и окончания срока службы.

²³ Стоимость жизненного цикла (LCC) – это метод, который суммирует все затраты в жизненном цикле продукта, предполагаемые одним или несколькими участниками системы.

ГОСТ Р	9	53	Да	Да	-	Сертификат соответствия ГОСТ Р
GREEN ZOOM	8	470–500	–	Да	90	Бронзовый сертификат (от 35) Серебряный сертификат (от 45) Золотой Сертификат (от 55) Платиновый сертификат (от 70)

Выделим *особенности экооценки* зарубежных и российских систем сертификации.

Сфера применения: рассматриваемые стандарты оценивают здания по большинству функциональных категорий, от жилых, общественных, образовательных до спортивных и промышленных объектов.

Разделы экооценки: количество используемых разделов в среднем 8–13 категорий.

Критерии экооценки: в исследуемых рейтинговых системах критерии имеют схожую структуру (название, цель, требования, нормативные ссылки); количество предлагаемых оценочных требований – в среднем 40–90 позиций; наибольшее количество критериев в «Зелёном стандарте» (143 требования).

Процесс экооценки: процесс сертификации для всех анализируемых систем основан на схожих стадиях экооценки; рассматриваемые экостандарты при сертификации используют балльные методы²⁴.

Использование корректирующих коэффициентов: весовой коэффициент при подсчете баллов применяется в BREEAM, DGNB, CASBEE, «Зелёном стандарте», СТО НОСТРОЙ, ГОСТ Р; не используется в LEED и GREEN ZOOM. Весовой коэффициент для всего раздела при подсчете баллов применяется в BREEAM и CASBEE, в остальных рассмотренных стандартах применяется для конкретного требования системы, определяя его значимость в общем процессе. Весовые коэффициенты усложняют процесс сертификации, но делают его более точным в зависимости от назначения здания, региональных особенностей и нормативов.

Расчёт жизненного и экономического цикла (LCC и LCA): проводится во всех стандартах, делая процесс сертификации и строительства экономически и экологически стабильным по отношению к окружающей среде. В зарубежных системах предусмотрена оценка полного жизненного цикла здания от закупки сырья до демонтажа и размещения отходов. Российские системы требуют критического рассмотрения методики расчетов и повышения точности оценки жизненного цикла. Возникает необходимость формирования баз данных, по региональным строительным материалам и внедрения отечественных программных продуктов для оценки LCA, адаптированных к российским условиям [3].

Общее количество баллов: количество присуждаемых баллов в экостандартах примерно 100, в некоторых документах рассчитывается процент по формуле для определения рейтинга, в СТО НОСТРОЙ предусмотрена максимальная оценка по 650 баллам.

Результат экооценки: определена неоднородность рейтингов итоговой оценки рассматриваемых стандартов, 4-5 уровней рейтинга характерно для BREEAM, LEED,

²⁴ Балльные методы экооценки, основанные на четырех компонентах: категории образуют определенный набор позиций, относящихся к рассматриваемым экологическим характеристикам во время оценки; система подсчета очков как система измерения эффективности, суммирующая количество возможных баллов или кредитов, которые можно заработать, достигнув определенного уровня производительности в нескольких проанализированных аспектах; система взвешивания отражает релевантность, присвоенную каждой конкретной категории в общей системе баллов; результат как показатель экологичности, полученный при итоговой оценке

DGNB, CASBEE, «Зелёного стандарта» и GREEN ZOOM, наибольшее количество оценочных категорий (7 шт.) в СТО НОСТРОЙ.

Выявим специфику и особенности алгоритмов экооценки:

- по мнению автора, наиболее сложные алгоритмы экооценки применяются в зарубежных системах – BREEAM, LEED, DGNB и CASBEE;
- в BREEAM процент, полученный в каждой категории, умножается на соответствующий весовой коэффициент раздела, что дает общий балл в соответствующей секции;
- в LEED производится начисление баллов с помощью двух характеристик «отношения» и «частоты»;
- в DGNB, помимо различных весовых коэффициентов для каждого критерия, выделяющих значимость требований, также учитываются индексы эффективности (MPI, TPI) для каждого раздела (для получения платинового сертификата требуется индекс эффективности не менее 65 % по каждой категории; для получения золотого сертификата требуется индекс эффективности не менее 50 % по каждой категории; для серебряного сертификата – 35 % по каждой категории);
- CASBEE отличаются от других систем использованием многочисленных инструментов (таблиц, графиков, матриц, приложений) и программного обеспечения для автоматизации подсчёта рейтинговых очков, при экооценке анализируется взаимоотношение «качества внутренней среды» к «нагрузке на внешнюю среду» с учетом экологической эффективности здания ($BEE = Q/LR$), что не встречается ни в одном из рассмотренных автором экостандарте [4];
- в СТО НОСТРОЙ использует корректирующие региональные коэффициенты только для критериев, «зависимых» от региональных особенностей, а баллы присуждаются по числовым, параметральным и экспертным характеристикам;
- в «Зелёном стандарте» и ГОСТ Р окончательная сумма баллов зависит от весовых коэффициентов, применяемых к каждому критерию в отдельности;
- самый простой алгоритм экооценки представлен в российском документе – GREEN ZOOM, где происходит автоматический подсчет баллов в формате Excel без каких-либо отношений, взаимосвязей и коэффициентов, что значительно упрощает весь процесс, но делает его менее точным с позиций оценки влияния объекта на окружающую среду.

Все проанализированные выше системы в обязательном порядке оцениваются экологичность прилегающей территории, водо- и энергопотребление, благоприятные микроклиматические условия на участке и в помещении, качество строительных материалов и количество отходов, иногда оцениваются экономическая целесообразность, инновации и региональные особенности [4].

По мнению автора, для *повышения экологичности архитектурно-градостроительной среды на основе требований экостандартов*, необходимо разделение версий экологических стандартов для «архитекторов» и «инженеров». В экостандарте для «инженеров» следует оценивать допустимые излучения (ПИ), нормы предельных выбросов (НПВ), нормы предельных сбросов (НПС), нормы предельно возможных концентраций (ПДК) и обеспечивать соблюдение единых требований экологической безопасности к технике и технологиям [5].

В экостандарте «для архитекторов» необходимо:

- применение нового подхода при проектировании объектов: анализ природно-климатических условий территории; концептуальный поиск объема; развитие замысла и экологическая оценка здания;
- увеличение критериев относительно основных положений архитектурной физики (инсоляции, теплоустойчивости, светового и теплового комфорта, воздухо- и влагопроницаемости, звуко- и шумоизоляции, теплообмена);
- повысить внимание к визуальной экологии при создании уникального архитектурного облика «зелёного» объекта;

– уменьшение процента критериев, направленных на внедрение высокоинтеллектуального компьютеризированного оборудования, зависящего от традиционных видов топлива.

Выявленные алгоритмы экооценки рассматриваемых стандартов позволяют решить следующие проектные задачи:

- последовательность принятия решений при экологическом проектировании объекта;
- выявление приоритетов при выборе тех или иных архитектурно-инженерных решений;
- обоснование используемых в объекте экологических приёмов;
- учёт законодательных, климатических, региональных и других особенностей при использовании корректирующих коэффициентов;
- анализ жизненного цикла объекта на всех стадиях (от планирования до утилизации).

В процессе исследования выделены основные направления для доработки российских систем экологической сертификации, основанные на алгоритмах экооценки зарубежных рейтинговых систем, зарекомендовавших себя на международных строительных рынках:

- изменения в структуре категорий экооценки, приоритет должен отдаваться наиболее важным аспектам экологичности, заложенным в общемировых целях устойчивого развития (на примере алгоритма экооценки LEED);
- взаимосвязанная оценка внутренней и внешней среды объекта сертифицирования (на примере алгоритма экооценки CASBEE);
- пересмотр списка критериев, удельного веса их показателей, методики расчетов и точности присуждения баллов в зависимости от культуры, экономики, климата и норм (на примере алгоритма экооценки BREEAM);
- поощрение инноваций дополнительными баллами – чем больше инновации востребованы рынком, тем дешевле становится их стоимость и тем выше уровни роста инновационного сектора²⁵;
- поощрение инноваций в большей степени для экологически безопасных энергонезависимых архитектурно-планировочных решений;
- разделение критериев экооценки на обязательные («количественные критерии») и рекомендательные («качественные критерии») с весовыми коэффициентами в зависимости от региональных особенностей;
- обязательные «количественные критерии»²⁶ должны соответствовать действующим нормативам в строительстве;
- рекомендательные «качественные критерии»²⁷ должны формироваться в зависимости от функционального назначения и природно-климатических особенностей места;
- обязательное применение весовых коэффициентов для «качественных критериев» с привлечением экспертов;
- применение весовых коэффициентов с наибольшими весовыми значениями для критериев, снижающих выбросы CO₂ (на примере алгоритма экооценки DGNB);
- разделение экологических, организационных, экономических, архитектурных, конструктивных и технических требований;
- из общего количества критериев наибольшая часть должна быть отведена архитектурно-конструктивным решениям с возможностью последующей разборки элементов для повторного использования и снижения нагрузки на окружающую среду (на примере алгоритма экооценки CASBEE);

²⁵ В DGNB по некоторым критериям можно получить дополнительные баллы за счет «бонусов». К примеру, при экономике замкнутого цикла или реализации мероприятий согласно «Повестке дня 2030» начисляются дополнительные баллы, превышающие максимальное количество баллов для данного критерия [4].

²⁶ «Количественные критерии» – это требование с подтверждением числового значения при выполнении того или иного экологического мероприятия по «зелёному» стандарту.

²⁷ «Качественный критерий» – это требование без учета числовых значений при выполнении того или иного экологического мероприятия по «зелёному» стандарту (оценка производится с помощью параметральных характеристик и мнения экспертов).

- оценка стоимости жизненного цикла (LCC) при планировании срока службы объекта или на этапе концептуального проектирования (на примере алгоритма экооценки LEED);
- внедрение *методов экооценки* с использованием функций BIM-моделирования, обеспечивающего высокоэффективное управление всеми процессами при экологическом сертифицировании объекта недвижимости.

Выводы

В научном исследовании впервые дано определение *методу экооценки и алгоритму экооценки* «зелёных» стандартов в строительстве. Сравнение *методов экооценки* зарубежных и российских рейтинговых систем позволило выявить сходства и различия в процессе анализа объекта по экологическим характеристикам. Для каждого документа автор вывел *графический алгоритм экооценки*, с целью анализа основных особенностей сертификации. Сравнимые алгоритмы экооценки рейтинговых систем позволили определить последовательность задачи при экопроектировании объектов, выделить основные направления для доработки российских систем экосертификации.

В целом, все рейтинговые системы направлены на модернизацию строительной отрасли и развитие «зелёных» технологий. При этом экостандарт, чтобы поддерживать свой высокий рейтинг, должен постоянно развиваться и дорабатываться.

Даны следующие характеристики *методов экооценки* российских «зелёных» стандартов:

- в российских документах оцениваются здания различного функционального назначения;
- рассматриваются ключевые аспекты экологичности (экология, территория, водозффективность, энергосбережение, материалы, отходы, экономическое и социальное качество), соответствующие основным направлениям устойчивого развития;
- в разделах представлено достаточное количество оценочных категорий (46–143 шт.);
- процесс сертификации для всех анализируемых стандартов основан на схожих стадиях;
- весовые коэффициенты используются в «Зелёном стандарте», СТО НОСТРОЙ, ГОСТ Р и не применяются в GREEN ZOOM;
- наибольшее количество оценочных категорий и количества критериев в «Зелёном стандарте»;
- максимальное количество присуждаемых баллов в СТО НОСТРОЙ – 650 баллов, что делает процесс экосертификации более подробным и точным, что также отражено и в рейтинговой оценке СТО НОСТРОЙ по семи шкалам (от А до F).

Инструментальная ценность экостандартов для архитектурной практики заключается в пошаговом руководстве использования экологических решений по категориям экооценки, принятым автором «константными»: прилегающая территория; водозффективность; энергосбережение; микроклимат; материалы и отходы; здоровье и социальное благополучие. Для повышения роли архитектора при экологической сертификации объектов, необходимо пересмотреть структуру российским рейтинговых систем в сторону повышения в них доли требований по экологически безопасным архитектурным решениям. Возникает необходимость разработки новой методологии экологического подхода к проектированию на основе требований действующих международных экостандартов, с разделением рейтинговых систем для «инженеров» и «архитекторов».

Методология экооценки – это важный процесс, помогающий повысить устойчивость объекта, как пошагового руководства к действию. Создание своей методологии экологического проектирования, адаптированной к российским реалиям (климат, нормы, социум, культура), с увеличением требований по экологически безопасным архитектурным решениям, должно стать приоритетной задачей для российских разработчиков. А *Национальный экологический стандарт в строительстве* должен учитывать: особенности окружающей среды; взаимосвязь между экономикой и обществом; поощрять максимально участие всех специалистов, включая правительство, общественные группы и

экологические организации; развивать профессиональные навыки специалистов в области «зелёного» строительства.

При подробном анализе алгоритмов экооценки зарубежных и российских экостандартов появился обширный ряд задач для дальнейшего изучения и реализации, которые предполагается решить в дальнейших научных исследованиях.

Источники иллюстраций

Рис. 1, 2, 3, 4 – авторские схемы.

Список источников

1. Практические рекомендации по комплексному и устойчивому развитию территории. Книга 1. Санкт-Петербург: АНО «НИИУРС», 2018. 98 с. URL: <https://greenzoom.ru/books/>
2. Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности объектов гражданского строительства. Книга 1. Санкт-Петербург: АНО «НИИУРС», 2019. 45 с. URL: <https://greenzoom.ru/books/>
3. Сухина Е.А. Важность оценки жизненного цикла материалов в российских экологических стандартах для зданий // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 1(86). С. 230-242
4. Сухина Е.А. История возникновения и практика применения экологических стандартов в архитектуре и строительстве: монография. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т., 2022. 244 с.
5. Теличенко В.И. «Зеленые» технологии среды жизнедеятельности: понятия, термины, стандарты // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 4 (103). С. 364-372. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.4
6. Champagne C.L., Aktas B. Assessing the Resilience of LEED Certified Green Buildings // Procedia Engineering. 2016. Vol. 145. P. 380–387.
7. Kamsu-Foguem B., Abanda F.H., Doumbouya M.B., Tchouanguem J.F. Graph-based ontology reasoning for formal verification of BREEAM rules // Cognitive Systems Research. 2019. Vol. 55. P. 14–33.
8. MacNaughton P., Satish U., Guillermo Cedeno L.J., Flanigan S., Vallarino J., Coull B., Spengler J.D. The impact of working in a green certified building on cognitive function and health // Building and Environment. 2017. Vol. 114. P. 178–186.
9. Mohamed M.A. Saving Energy through Using Green Rating System for Building Commissioning // Energy Procedia. 2019. Vol. 162. P. 369–378.
10. Norouzi N., Soori M. Energy, environment, water, and land-use nexus based evaluation of the global green building standards // Water-Energy Nexus. 2020. Vol. 3. P. 209-224.
11. Rheude F., Kondrasch J., Röder H., Fröhling M. Review of the terminology in the sustainable building sector // Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 286. p. 125445.

12. Yudelso J. The Green Building Revolution / Jerry Yudelso Foreword by S. Richard Fedrizzi, CEO U.S. Green Building Council. London: Island press. 2008. 270 p.

References

1. *Prakticheskie rekomendacii po kompleksnomu i ustojchivomu razvitiyu territorii* [Practical recommendations for the integrated and sustainable development of the territory]. Book. 1. St. Petersburg, ANO NIIURS, 2018, 98 p. Available at: <https://greenzoom.ru/books/>
2. *Prakticheskie rekomendacii po snizheniyu energoemkosti i povysheniyu ekologichnosti ob"ektov grazhdanskogo stroitel'stva* [Practical recommendations for reducing energy intensity and improving the environmental friendliness of civil engineering facilities]. Book 1. St. Petersburg, ANO NIIURS, 2019, 45 p. Available at: <https://greenzoom.ru/books/>
3. Sukhinina E.A. The importance of assessing the life cycle of materials in Russian environmental standards for buildings. Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and architecture. Issue. 1(86), 2022, pp. 230-242.
4. Sukhinina E.A. *Istoriya vozniknoveniya i praktika primeneniya ekologicheskikh standartov v arhitekture i stroitel'stve* [The history of the emergence and practice of applying environmental standards in architecture and construction. The monograph]. Saratov, 2022, 244 p.
5. Telichenko V.I. Green technologies of the living environment: concepts, terms, standards. Vestnik MGSU. Vol. 12, 2017, Issue. 4(103). pp. 364-372. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.4
6. Champagne C.L., Aktas B. Assessing the Resilience of LEED Certified Green Buildings. Procedia Engineering. Vol. 145, 2016, pp. 380–387.
7. Kamsu-Foguem B., Abanda F.H., Doumbouya M.B., Tchouanguem J.F. Graph-based ontology reasoning for formal verification of BREEAM rules. Cognitive Systems Research. Vol. 55, 2019, pp. 14–33.
8. MacNaughton P., Satish U., Guillermo Cedeno L.J., Flanigan S., Vallarino J., Coull B., Spengler J.D. The impact of working in a green certified building on cognitive function and health. Building and Environment. Vol. 114, 2017, pp. 178–186.
9. Mohammed M.A. Saving Energy through Using Green Rating System for Building Commissioning. Energy Procedia. Vol. 162, 2019, pp. 369–378.
10. Norouzi N., Soori M. Energy, environment, water, and land-use nexus based evaluation of the global green building standards. Water-Energy Nexus. Vol. 3, 2020, pp. 209-224.
11. Rheude F., Kondrasch J., Röder H., Fröhling M. Review of the terminology in the sustainable building sector // Journal of Cleaner Production. Vol. 286, 2021, p. 125445.
12. Yudelso J. The Green Building Revolution / Jerry Yudelso Foreword by S. Richard Fedrizzi, CEO U.S. Green Building Council. London: Island press, 2008, 270 p.

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