



Жизненный цикл и экологические требования к объектам недвижимости

Н. В. Шилкин, канд. техн. наук, профессор Московского архитектурного института (Государственной академии), ответственный секретарь ТК 474

М. М. Бродач, канд. техн. наук, профессор Московского архитектурного института (Государственной академии), вице-президент НП «АВОК»

Одна из ключевых особенностей зеленых зданий – минимизация негативного воздействия строительства на окружающую среду на всем протяжении жизненного цикла, включая этапы проектирования, производства строительных материалов, транспортировки, монтажа, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, ремонта и реконструкции, сноса и утилизации. Этот подход существенным образом отличается от проектирования «традиционных» зданий, при котором, как правило, не учитываются строительные материалы, полученные из экологически ответственных источников, не создается сценарий вывода здания из эксплуатации и т. д.

В настоящей статье рассматриваются этапы жизненного цикла объектов строительства и возможности минимизации негативного воздействия зеленого строительства в рамках этих этапов.

Оценка жизненного цикла как ключевая особенность зеленого строительства

Само понятие «жизненный цикл» является ключевой особенностью появления и развития зеленых зданий и зеленого строительства в целом. Наиболее известное в мировой практике определение термина green building (что можно перевести и как «зеленое здание», и как «зеленое строительство») предложено американским Агентством по охране окружающей среды (United States Environmental Protection Agency, US EPA) [1, 2] как «практика создания структур и использования процессов, которые являются экологически ответственными и ресурсосберегающими на протяжении всего жизненного цикла здания, включая выбор места строительства, проектирование, строительство, эксплуатацию, техническое обслуживание, реновацию и демонтаж». Как было отмечено ранее [2], это определение подчеркивает неотделимость зеленого здания как объекта от зеленого строительства – процесса создания, дальнейшей эксплуатации и даже демонтажа этого объекта.

В этом определении жизненный цикл здания включает следующие этапы:

- выбор места строительства, учет особенностей места строительства (siting);
- проектирование (design);
- строительство, монтаж (construction);
- эксплуатация (operation);
- техническое обслуживание (maintenance);
- реновация, реконструкция (renovation);
- демонтаж, вывод из эксплуатации (deconstruction).

Жизненный цикл продукции и услуг

Разумеется, понятие «жизненный цикл» не является специфичным для зданий и сооружений. Оценивать в контексте жизненного цикла (по финансовым показателям, по воздействию на окружающую среду и т. д.) можно любую продукцию и даже услуги. Например, серия международных стандартов ISO 14000 реализует системный подход к экологическому менеджменту, который в качестве одного из компонентов системы предусматривает управление или влияние на методы проектирования, производства, поставки, потребления и утилизации продукции и услуг организации с применением концепции жизненного цикла [3].

Важно отметить, что в серии стандартов ISO 14000 под продукцией понимаются любые товары или услуги, как материальные, так и нематериальные: технические средства, программное обеспечение, транспортирование, поставка информации в контексте передачи знаний, создание среды для потребителя, например в гостиницах и ресторанах, и т. д. [4, п. 3.9].

В серии стандартов ISO 14000 принципы оценки жизненного цикла продукции установлены специальными стандартами – ГОСТ Р ИСО 14040-2022 и ГОСТ Р ИСО 14044-2021 [4, 5].

Определение термина «жизненный цикл» устанавливается в п. 3.1 ГОСТ Р ИСО 14040-2022 как последовательные и взаимосвязанные этапы, начиная от приобретения сырья или изготовления продукции из природных ресурсов и до окончательной утилизации. В ГОСТ Р ИСО 14001-2016 стадии жизненного цикла перечислены более подробно: они включают в себя:

- закупку сырья;
- проектирование;
- производство;
- транспортирование/поставку;
- использование;
- конечную обработку и/или переработку;
- окончательную утилизацию.

Оценка жизненного цикла (ОЖЦ, англ. life cycle assessment, LCA) – один из важнейших методов оценки возможных негативных воздействий на окружающую среду, связанных с изготовлением или использованием продукции или предоставлением услуг.

Количественная оценка жизненного цикла обозначается термином «инвентаризационный анализ жизненного цикла» (ИАЖЦ, англ. life cycle inventory analysis, LCI), а оценка воздействия на окружающую среду на его протяжении – термином «оценка воздействия жизненного цикла» (ОВЖЦ, англ. life cycle impact assessment, LCIA).

Роль инженерного оборудования и строительных материалов в экологическом менеджменте

Из всех видов продукции и услуг именно строительная отрасль является одной из наиболее востребованных областей реализации систем экологического менеджмента. Это не случайно: во-первых, минимизация энергопотребления, применение безопасных материалов – традиционные задачи, решаемые в рамках

создания зданий как среды обитания человека; во-вторых, постоянный мониторинг энерго- и водопотребления зданий (хотя бы в части оплаты потребленных ресурсов) предоставляет отличные возможности оценки жизненного цикла как самого здания, так и его отдельных элементов (например, инженерных систем или тепловой защиты).

Так, производство и транспортировка теплоизоляционных материалов связаны с эмиссией парниковых газов в атмосферу, но затем, в ходе эксплуатации, использование эффективной теплоизоляции обеспечивает снижение эксплуатационного энергопотребления в течение жизненного цикла объекта строительства. Соответственно, появляется возможность сравнения эффективности различных видов теплоизоляционных материалов не только по критерию минимума приведенных затрат [6], но и по критерию минимизации негативного воздействия на окружающую среду в течение жизненного цикла. Используются различные категории воздействия [7, 8]:

- потенциал глобального потепления (англ. global warming potential, GWP);
- озоноразрушающий потенциал (ОРП, англ. ozone depletion potential, ODP);
- потенциал эвтрофикации (англ. eutrophication potential, EP);
- потенциал подкисления (англ. acidification potential, AP);
- потенциал образования фотохимического окислителя (англ. photochemical oxidant creation potential, ПОСР).

Другой пример – цементная отрасль: при производстве материалов на цементной и известковой основе (цемент, штукатурки, шпаклевки) происходит эмиссия диоксида углерода в атмосферу, но затем на этапе строительства и эксплуатации здания атмосферный диоксид углерода, наоборот, поглощается из атмосферы в результате карбонатации. Карбонатация – это реакция взаимодействия диоксида углерода с гидравлическими вяжущими продуктами с образованием карбоната кальция. Для продуктов на основе извести карбонатация является важным механизмом увеличения прочности. Карбонатация происходит быстро и завершается на ранней стадии срока эксплуатации. Количество поглощенного диоксида углерода будет равно количеству диоксида углерода, выделяемого из карбоната кальция при производстве извести и

цемента. В случае бетона количество поглощенного диоксида углерода зависит от поверхности бетона, контактирующей с воздухом/почвой, прочности бетона, структуры поверхности бетона и окружающей среды, воздействию которой он подвергается. Низкопрочный бетон с открытой структурой поверхности и тонким сечением полностью карбонатируется в течение нескольких лет после изготовления [8].

В стандарте ISO 21930 [7] (в настоящее время в рамках технического комитета по стандартизации ТК 474 разработана и прошла необходимые процедуры общественного обсуждения и согласования со смежными ТК российская версия этого стандарта – национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 21930 [8], подробнее см. [12]) и его европейском аналоге EN 15804 приведен развернутый вариант жизненного цикла для строительной продукции (инженерного оборудования, строительных материалов) во взаимосвязи с объектом строительства:

- этап «Производство»:
 - добыча и первичная обработка сырья;
 - транспортировка на завод;
 - изготовление;
- этап «Строительство»:
 - транспортировка на строительную площадку;
 - монтаж;
- этап «Эксплуатация»:
 - эксплуатация или применение установленной продукции;
 - техническое обслуживание (включая производство, транспортировку, утилизацию необходимых материалов);
 - ремонт (включая производство, транспортировку, утилизацию необходимых материалов);
 - замена (включая производство, транспортировку, утилизацию необходимых материалов);
 - реконструкция (включая производство, транспортировку, утилизацию необходимых материалов);
- этап «Окончание срока эксплуатации»:
 - демонтаж/снос;
 - транспортирование отходов на переработку или утилизацию;
 - переработка отходов;
 - захоронение отходов.

Из этой структуры видно, что, например, стимулирование использования местных строительных

материалов решает не только задачу местного (регионального) экономического развития, но и энерго-экологическую задачу минимизации углеродного следа за счет сокращения эмиссии парниковых газов при транспортировке сырья на завод и готовой продукции на строительную площадку.

Такая структура жизненного цикла устанавливает взаимосвязь строительной продукции (инженерного оборудования, строительных материалов) и объекта строительства. Например, для оценки строительной продукции, требующей проведения работ на этапе эксплуатации (в т. ч. работ по техническому обслуживанию или ремонту инженерных систем) необходима детальная техническая информация о воздействии на окружающую среду таких работ. Для оценки строительной продукции, при использовании которой на этапе эксплуатации затрачиваются энергия или вода, необходимы данные об эксплуатационном энерго- или водопотреблении объекта строительства.

Жизненный цикл в системах рейтинговой оценки устойчивости среды обитания

Экологические требования к объектам недвижимости (требования устойчивого развития, устойчивости среды обитания) устанавливаются с учетом жизненного цикла. Например, стандарт ГОСТ Р 54964-2023 [10] устанавливает экологические требования к объектам недвижимости, направленные на сокращение потребления энергетических ресурсов, использование нетрадиционных, возобновляемых и вторичных энергетических ресурсов, снижение эмиссии парниковых газов, включая диоксид углерода (декарбонизацию), рациональное водопользование, повышение экологической безопасности жилища, использование экологически безопасных материалов, снижение вредных воздействий на окружающую среду в течение всего жизненного цикла здания или сооружения, включая проектирование, строительство, ввод в эксплуатацию, реконструкцию, снос и утилизацию здания или сооружения.

«Зеленый» стандарт по многоквартирным жилым зданиям [11] вводит количественные и качественные характеристики оценки таких зданий по «зеленым» критериям, охватывающим весь жизненный цикл строительного объекта. Указание на оценку жизненного цикла есть и в определении «зеленого» многоквартирного жилого здания, которое должно

комплексно минимизировать антропогенное воздействие на окружающую природную среду и создавать благоприятные условия жизнедеятельности для человека на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства.

Литература

1. <https://archive.epa.gov/greenbuilding/web/html/about.html>
2. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Зеленые здания – требования устойчивого развития // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2023. – № 2. – С. 56–64.
3. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению».
4. ГОСТ Р ИСО 14040-2022 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура».
5. ГОСТ Р ИСО 14044-2021 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и рекомендации».
6. Табунщиков Ю. А., Дмитриев А. Н., Ковалев И. Н., Шилкин Н. В. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. – М.: «АВОК-Пресс», 2005.
7. ISO 21930:2017 «Sustainability in buildings and civil engineering works – Core rules for environmental product declarations of construction products and services».
8. ГОСТ Р ИСО 21930 «Экологическая декларация строительных материалов и технологий. Общие требования (проект)».
9. EN 15804:2012+A2:2019 «Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products».
10. ГОСТ Р 54964-2023 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».
11. ГОСТ Р 70346-2022 «Зеленые» стандарты. Здания многоквартирные жилые «зеленые». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации».
12. Бродач М. М., Жук П. М., Шилкин Н. В. Экологическая декларация строительных материалов – новый ориентир для «зеленых» производителей // Энергосбережение. – 2025. – № 5.