

Раздел 2. Региональные проблемы природопользования

УДК 504.05:69

DOI 10.37279/2519-4453-2021-1-21-27

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНСТИТУТА НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ЗАСТРОЙЩИКОВ

Бакаева Н.В.¹, Суворова М.О.²

¹ ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, e-mail: natbak@mail.ru

² ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, e-mail: marykrutilova@gmail.com

Аннотация. В условиях устойчивого развития территорий, роста объемов строительства зданий и сооружений вопросы негативного воздействия строительной отрасли на окружающую среду с позиции сокращения выбросов парниковых газов приобретают все большее значение. Для участников строительства, задействованных в процессе создания строительной продукции и ответственных за ухудшение экологической ситуации, необходимо создать гибкие инструменты их мотивации к активной и целенаправленной декарбонизации строительства и поддержанию производства и применения низкоуглеродных технологий. В статье представлены многоуровневые институциональные инструменты регулирования расширенной ответственности участников строительства через организационно-экономическое стимулирование низкоуглеродного проектирования и строительства и оптимизацию проектных решений зданий. Также даны рекомендации по повышению экологической безопасности строительства, включающие создание института низкоуглеродной сертификации застройщиков, основанного на стоимостной оценке углеродного воздействия зданий, используемой при разработке компенсационных и мотивационных мероприятий в строительстве. Предлагаемые методические аспекты рационального низкоуглеродного проектирования и строительства зданий с минимальным углеродным воздействием позволят сформулировать базовые принципы функционирования института низкоуглеродной сертификации застройщиков, как инструмента повышения их тендерной конкурентоспособности.

Ключевые слова: низкоуглеродное строительство, углеродное воздействие зданий, выбросы парниковых газов, расширенная ответственность застройщиков, низкоуглеродная сертификация.

ВВЕДЕНИЕ

Строительный сектор является крупным мировым потребителем природных, материальных и энергетических ресурсов, на его долю приходится более 35% конечного потребления энергии, что в свою очередь приводит к выбросам парниковых газов (ПГ), влияющих на глобальное изменение климата [1]. В соответствии со Стратегией долгосрочного развития России с низким уровнем выбросов ПГ до 2050 года нормирование и снижение уровня углеродного воздействия и, как следствие, переход к низкоуглеродному строительству делает вопросы минимизации выбросов ПГ вновь возводимых зданий актуальным и перспективным направлением исследования. Согласно интенсивному сценарию Стратегии Россия снизит выбросы на 36% уже к 2030 году, а к 2050 году сократит их на 48%, до 1,6 млрд т углеродного-эквивалента [2]. При интенсивном сценарии развития климатического регулирования необходимо создавать стимулы для перехода к низкоуглеродному строительству, а также расширять экологическую ответственность всех участников строительства, в первую очередь застройщиков и девелоперов.

Выбросы ПГ в течение всего жизненного цикла зданий (ЖЦЗ) возникают не только на стадии эксплуатации здания (прямые выбросы ПГ), но и на предшествующих стадиях жизненного цикла (косвенные выбросы ПГ): производство строительных материалов, транспортировка на строительную площадку, строительное производство и др. [3]. Согласно исследованиям международной организации «Architecture 2030» косвенные выбросы ПГ будут ответственны почти за половину общего объема выбросов ПГ от нового строительства в период до 2050 года. Уже сейчас около 11% глобальных выбросов ПГ приходится на косвенные выбросы (производство, транспортировка и монтаж строительных конструкций), что составляет 28% глобальных выбросов строительного сектора [4]. Предложение методических аспектов рационального проектирования зданий с минимальным углеродным воздействием является ключом к решению проблемы изменения климата и достижению целей Парижского соглашения по климату.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Углеродное воздействие зданий является универсальным индикатором, входящим в число приоритетных показателей при оценке экологической безопасности строительства и устойчивости среды обитания в российской и мировой науке [5-8]. Вопросам повышения экологической безопасности зданий с позиции низкоуглеродного развития посвящено большое количество исследований, в том числе в области строительства и градостроительства. Теория и методология рассматриваемых вопросов отражена в трудах отечественных ученых: Тетиора А.Н., Ильичева В.А., Теличенко В.И., Табунщикова Ю.А., Щербины Е.В. и других. При этом, ключевым практическим недостатком является неразвитость нормативно-методической базы, государственной политики и используемых на практике, научно обоснованных методик и алгоритмов мотивации к минимизации углеродного воздействия строительства. В современной строительной практике отсутствует единый подход к экологическому проектированию, оценке и сертификации зданий и сооружений [9-10]. Международными исследователями в качестве эффективного метода для достижения сокращения выбросов ПГ в различных отраслях промышленности и строительства предлагается введение экологической добавочной стоимости (экостоимости) через механизм налогообложения, практика введения которого все больше распространяется в развитых странах (Дания, Швеция, Норвегия, Новая Зеландия, Швейцария, Италия, Канада, Нидерланды, Финляндия и другие). Преимущество введения стоимостного показателя заключается в том, что он способствует развитию возобновляемых источников энергии [11] и помогает создать основу для развития зеленой экономики [12]. С другой стороны, введение углеродного налога увеличивает эксплуатационные расходы для предприятий строительной индустрии и строительных компаний. По сравнению с типовым строительством низкоуглеродное строительство более затратное, создающее дополнительные расходы [13]. Реализация низкоуглеродной налоговой политики накладывает дополнительные расходы на источники энергии и способствует принятию законодательства об интернализации внешних экологических издержек [14].

Анализ существующих методов мотивации строительных сообществ к переходу на низкоуглеродное строительство показал, что разработка рекомендаций по совершенствованию существующих инструментов оценки экологической безопасности зданий с позиции низкоуглеродного развития и предложение новых инструментов мотивации участников строительства к минимизации углеродного воздействия является перспективным и актуальным направлением исследования.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является формирование методических подходов к созданию и эффективному функционированию института низкоуглеродной сертификации застройщиков, как инструмента повышения их тендерной конкурентоспособности. В соответствии с сформулированной целью исследования необходимо решить следующие задачи:

выявить возможности внедрения разрабатываемой авторами методики комплексной оценки углеродного воздействия зданий в существующие программные продукты автоматизации разработки проектно-сметной документации и сформировать предложения по их внедрению в государственные информационные системы в строительстве;

предложить на основе усовершенствованной методики действенный рыночный инструмент организационно-экономического стимулирования застройщиков к повышению устойчивости производственной деятельности при разработке компенсационных и мотивационных мероприятий в строительстве.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Для повышения экологической безопасности объектов строительства и их реализации с позиции стимулирования застройщиков к переходу на низкоуглеродные технологии авторами предлагается проводить комплексную оценку углеродного воздействия альтернативных проектных решений здания уже на ранних стадиях реализации инвестиционно-строительных проектов [15].

Комплексная оценка заключается в определении косвенных выбросов ПГ строительных ресурсов (материалов, машин и механизмов), объемы которых значительно влияют на общее углеродное воздействие здания [16]. Современные технологии информационного моделирования

позволяют с минимальными трудозатратами проектировщика оптимизировать множество проектных решений в строительстве, добиваясь эффективности по ряду количественных критериев, в том числе допустимых критериев углеродного воздействия, связанных с минимизацией выбросов ПГ. В соответствии с разработанной авторами системой показателей оценки углеродного воздействия зданий, к таким ресурсам относятся следующие группы ресурсов, представленные в таблице 1 [17]. Строительные ресурсы, рекомендуемые для включения в анализ и оценку углеродного воздействия зданий, представлены в соответствии с кодификацией по классификатору строительных ресурсов, разработанному в рамках реализации работы Федеральной государственной информационной системы ценообразования в строительстве (ФГИС ЦС), утвержденной приказом Минстроя России от 02.03.2017 г. №597/пр (ред. от 17.09.2020 г.). Гармонизация с государственными информационными системами в строительстве (информационная модель – объемы ресурсов – сведения об углеродном воздействии ресурсов – интеграция с ГИС) позволит анализировать различные проектные решения здания и определить количественные значения косвенных выбросов ПГ здания без лишних трудозатрат проектировщика. В конечном итоге это позволит оптимизировать конструктивные, объемно-планировочные решения и технологические решения проектов зданий с позиции минимизации выбросов ПГ и предложить застройщику экологически безопасный вариант реализации инвестиционно-строительного проекта [18].

Таблица 1.

Пример интеграции показателя углеродного воздействия (УВ) в Классификаторе строительных ресурсов (КСР)

Код ресурса в КСР	Наименование	Ед. изм.	Код по сборнику ФССЦ	УВ, кг-СО ₂ /ед. изм.
23.63.10.04.1.02.05-0004	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В10 (М150)	м3	ФССЦ-04.1.02.05-0004	548,68
24.10.62.08.4.03.02-0006	Сталь арматурная, горячекатаная, гладкая, класс А-I, диаметр 16-18 мм	т	ФССЦ-08.4.03.02-0006	453,59
23.61.11.05.2.03.06-0001	Камни силикатные лицевые неокрашенные одинарные, размер 250x120x138 мм, марка 75	1000 шт.	ФССЦ-05.2.03.06-0001	1562,5
23.64.10.04.3.01.12-0004	Раствор кладочный, цементно-известковый, М75	м3	ФССЦ-04.3.01.12-0004	287
29.10.51.91.05.05-015	Краны на автомобильном ходу, грузоподъемность 16 т	маш.-ч	ФСЭМ-91.05.05-015	0,035
29.10.59.91.07.02-011	Автобетононасосы, производительность 65 м3/ч	маш.-ч	ФСЭМ-91.07.02-011	0,79
28.92.40.91.07.08-024	Растворосмесители передвижные, объем барабана 65 л	маш.-ч	ФСЭМ-91.07.08-024	0,79
29.10.41.91.14.02-001	Автомобили бортовые, грузоподъемность до 5 т	маш.-ч	ФСЭМ-91.14.02-001	0,035

Для наглядного примера внедрения показателя углеродного воздействия, значения УВ в таблице 1 были приняты в соответствии с международной базой данных «Embodied Carbon in Construction Calculator (EC3)», разработанной исследователями Вашингтонского университета в рамках проекта «The Carbon Leadership Forum», основной миссией которого является трансформация строительного сектора с целью сокращения содержания выбросов ПГ в строительных материалах и технологиях [19].

Построение отечественной системы оценки косвенного углеродного воздействия строительных ресурсов возможно при утверждении в системе нормативных документов в строительстве законодательных директив, устанавливающих экологические финансовые обязательства, которые будут возникать среди всех участников строительного производства, использующих строительные ресурсы, не соответствующие принятым стандартам низкоуглеродного развития [20]. Эффективный путь регламентирования методик количественной оценки углеродного воздействия зданий — экоориентированное совершенствование действующих государственных информационных систем через инструменты проектирования и сметного

нормирования в строительстве. Строительные ресурсы, рекомендуемые для включения в анализ и оценку углеродного воздействия здания, в дальнейшем предлагается гармонизировать и с кодификацией по классификатору строительной информации (КСИ), утвержденному приказом Минстроя России от 6 августа 2020 г. № 430/пр. Это позволит систематизировать результаты и привести их к единому алгоритму действий через Государственную информационную систему обеспечения градостроительной деятельности РФ (ГИСОГД РФ), который будет понятен всем участникам строительства. Интеграция с КСР и КСИ позволит трансформировать углеродное воздействие в добавочную сметную стоимость ресурса через стоимостной эквивалент нанесенного воздействия окружающей среде, что позволит стимулировать участников строительства к выбору экологически безопасного проекта строительства здания [21]. Определение по полученным данным «экологически ориентированной» себестоимости строительства позволит без дополнительной трудоемкости и методологических усложнений производить подробную оценку углеродного воздействия применяемых строительных ресурсов и технологий, конструктивных и объемно-планировочных решений в широком спектре отраслей современного строительного производства [22].

В рамках инструмента организационно-экономической мотивации участников строительства к переходу на низкоуглеродное строительство предлагается использовать существующий опыт механизма расширенной ответственности производителя (РОП) и создать механизм расширенной ответственности застройщиков (РОЗ). Инструмент нормирования РОЗ включает в себя автоматизированную оценку ресурсоемкости сравниваемых проектных решений, их косвенного углеродного воздействия, трансформацию показателя УВ в величину экологической стоимости, назначаемую органами государственной власти на объекты строительства, проектные решения которых являются недостаточно эффективными с низкоуглеродного развития. Институт РОЗ создаст тендерные преференции участникам строительства, применяющих низкоуглеродные технологии и решения в своем производстве, тем самым повышая их конкурентоспособность на рынке [23]. Тем самым создается понимаемый и приемлемый участниками рынка и универсально применимый регулятором гибкий инструмент организационно-экономической мотивации региональных строительных сообществ к активной и целенаправленной декарбонизации строительства. Ключевым аспектом эффективности деятельности «зеленых» застройщиков, по мнению авторов, становится активное вовлечение их в реализацию строительных проектов, финансируемых из бюджетных средств, в связи с чем, при исходном менее экономически предпочтительном предложении цене торгов целесообразно введение института низкоуглеродной сертификации застройщиков и формирование на ее основе тендерных преференций, повышающих их конкурентоспособность.

Рациональное использование инструментов выдачи и регулирования тендерных преференций позволит органам исполнительной власти устанавливать и регулировать степень вовлеченности государственного строительного заказа в развитие регионального зеленого строительства [24]. Пример предлагаемой авторами концепции назначения тендерных преференций зеленым застройщикам, построенной на их зеленой сертификации, приведен в таблице 2.

Таблица 2.

Концепция тендерных преференций в эффективном функционировании института низкоуглеродной сертификации застройщиков

Низкоуглеродный сертификат застройщика	Доля УВ к общей стоимости реализованной застройщиком строительной продукции	Тендерные преференции
А	0-10	Приоритетное получение крупных заказов, максимальные удельный вес в оценке конкурсной документации
В	11-25	Преимущества в получении крупных заказов, высокий удельный вес в оценке конкурсной документации
С	26-99	Общий порядок размещения за заказов, минимальный удельный вес в оценке конкурсной документации

«Низкоуглеродным застройщиком» становится участник процесса создания строительной продукции, реализующий низкоуглеродные технологии при строительстве объектов капитального строительства. Для получения тендерных преференций в рамках функционирования института низкоуглеродной сертификации, застройщику необходимо соответствовать классу «А» — качественная категория низкоуглеродности застройщика, определенная по количественному объему углеродного воздействия реализованной им строительной продукции.

Институциональные основы совершенствования организационно-экономических механизмов интенсификации низкоуглеродного строительства представлены в таблице 3. Муниципальным органам исполнительной власти предлагаемая методика позволит регулировать градостроительную политику (гармонизация с КСИ и КСР) по отношению к комплексной застройке с позиции низкоуглеродного развития в составе ГИОСГД РФ. Внедрение принципов низкоуглеродного строительства на макроуровне позволит осуществить переход на интенсивный сценарий низкоуглеродного развития, скорректировать федеральные инвестиционные программы в строительстве, и ввести в практический оборот институт низкоуглеродной сертификации застройщиков, который подразумевает рейтинговую систему оценки применения низкоуглеродных решений в строительстве [25].

Таблица 3.

Многоуровневые инструменты стимулирования экологически безопасного строительства формированием тендерных преференций для низкоуглеродных застройщиков

	Микроуровень	Мезоуровень	Макроуровень
Инициатор	инвестор, застройщик	муниципальные органы исполнительной власти	Минстрой России, Минприроды России
Исполнитель	проектировщик	застройщик, заказчик	муниципальные органы исполнительной власти
Управляющее воздействие	анализ углеродного воздействия альтернативных проектных решений	управление градостроительной политикой кварталов с позиции низкоуглеродного развития	анализ углеродного воздействия секторов строительного комплекса
Регулятор	государственная экспертиза	ГИОСГД РФ	институт низкоуглеродной сертификации застройщиков
Результат	Выбор оптимальных объемно-планировочных и конструктивных решений здания	Оптимизация структуры застройки с минимальным углеродным воздействием	Выбор приоритетных направлений реализации низкоуглеродного строительства зданий и сооружений
Эффект	минимизация углеродного воздействия здания	Снижение совокупных объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, снижение количества городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха в рамках национального проекта «Экология»	Переход на интенсивный сценарий низкоуглеродного развития в рамках Стратегии долгосрочного развития РФ до 2050 года с низким уровнем выбросом парниковых газов

Практическая значимость результатов исследования заключается в их применимости при формировании эффективного государственного заказа на производство низкоуглеродной строительной продукции гражданского назначения; при мониторинге экологической эффективности строительства и повышении экологической безопасности строительного сектора РФ.

ВЫВОДЫ

Представленные в работе инструменты многоуровневые институциональные инструменты регулирования расширенной ответственности застройщиков через организационно-экономическое стимулирование низкоуглеродного проектирования и строительства позволяют оптимизировать

конструктивные, объемно-планировочные решения и технологические процессы при строительстве жилых зданий с позиции минимизации произведенного в процессе будущего производства и овестественных в строительных материалах приведенных выбросов ПГ. Методические основы эффективного функционирования института низкоуглеродной сертификации застройщиков позволят сформировать мотивирующую систему эффективного управления и регулирования региональных строительных рынков с целью их декарбонизации и придания устойчивости среде обитания, и будут являться эффективным дополнением к сложившейся в стране и мире практики зеленого проектирования и низкоуглеродного строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Global Status Report for Buildings and Construction 2019. IEA, Paris. 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/global-status-report-for-buildings-and-construction-2019>
2. Dimoudi, A.; Tompa, C. Energy and environmental indicators related to construction of office buildings. *Resour. Conserv. Recycl.* – 2008. No 53. – P. 86–95.
3. Башмаков, И.А. Низкоуглеродная Россия: 2050 год. – МЦЭНЭФ, 2009.
4. Architecture 2030. New buildings: embodied carbon [Электронный ресурс]. – Режим доступа: architecture2030.org/new-buildings-embodied/
5. Табунщиков, Ю.А. Критерии энергоэффективности в «зеленом» строительстве [Электронный ресурс] / Ю.А. Табунщиков, А.Л. Наумов, Ю.В. Миллер // Энергосбережение. – 2012. № 1. – Режим доступа: www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5134
6. De Wolf, C. Measuring embodied carbon of buildings; a review and critique of current industry practice / C. De Wolf, F. Pomponi, A. Moncaster // *Energy and Buildings*. – 2017. 140(1). – P. 68-80, DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.01.075.
7. Bribian, I. Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the ecoefficiency improvement potential / I. Bribian, A. Capilla, A. Usón // *Building and Environment*. – 2011. 46(5). – P. 1133-1140.
8. Zabalza Bribián, I. Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification / I. Zabalza Bribián, A. Aranda Usón, S. Scarpellini // *Building and Environment*. 2009. 44(12). P. 2510–2520.
9. Ильичев, В.А. Социальные ожидания, жилищные программы и качество жизни на урбанизированных территориях [Текст] / В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов, Н.В. Бакаева // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2014. № 2. – С.3-7.
10. Гагарин, В.Г. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России / В.Г. Гагарин, В.В. Козлов // *Вестник МГСУ*. – 2011. № 3. – С.192-200.
11. Lin, B. The effect of carbon tax on per capita CO₂ emissions / Lin, B., Li, X. // *Energy Policy*. – 2011. 39. – P. 5137-5146.
12. Conefrey, T. The Impact of a Carbon Tax on Economic Growth and Carbon Dioxide Emissions in Ireland / Thomas Conefrey, John Gerald, Laura Valeri, Richard Tol // *Journal of Environmental Planning and Management*. – 2008. 56. DOI: 10.1080/09640568.2012.709467
13. Avilova, I. Methodology of cost-effective eco-directed structural design / Avilova I., Naumov A., Krutilova M. // *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*. – 2017. No 53. – P. 255-261.
14. Tsai, W. The impact of the carbon tax policy on green building strategy / Wen-Hsien Tsai, Chih-Hao Yang, Cheng-Tsu Huang, Yen-Ying Wu // *Journal of Environmental Planning and Management*. – 2016. 60. – P. 1-27. DOI:10.1080/09640568.2016.1221800.
15. Бакаева, Н.В. Количественная оценка экологической безопасности объектов недвижимости на основе концепции зеленого строительства / Н.В. Бакаева, О.В. Пилипенко, А.Ю. Натарова // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. – 2017. – № 4. – С. 44-58.
16. Ильичев, В.А. Оценка экологической безопасности строительства на основе модели полного ресурсного цикла / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, Н.В. Бакаева, С.А. Кобелева // *Научный*

вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2016. – № 4 (44). – С. 169–176.

17. Бакаева, Н.В. Обеспечение безопасности среды жизнедеятельности города на принципах биосферной совместимости (на примере инженерно-строительных объектов) / Н.В. Бакаева, Д.В. Матюшин // Экономика строительства и природопользования. – 2020. – № 1 (74). – С. 5–16.

18. Авилова, И.П. Инструменты оценки эколого-экономической эффективности проектных решений в жилищно-гражданском строительстве / И.П. Авилова, М.О. Крутилова, В.В. Науменко // Строительство: наука и образование. – 2019. – № 2. – С. 1–17.

19. Simonen, K. Benchmarking the Embodied Carbon of Buildings / K. Simonen, B. Rodriguez, C. De Wolf // Technology, Architecture + Design. – 2017. 1(2). 10.1080/24751448.2017.1354623.

20. Крутилова, М.О. Механизмы экономического стимулирования зеленых стандартов строительства и эксплуатации объектов недвижимости / Крутилова М.О., Авилова И.П. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 1. – С. 201-207.

21. Avilova, I.P. Methodology of ecooriented assessment of constructive schemes of cast in-situ RC framework in civil engineering / Avilova I.P., Krutilova M.O. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – No 107. – P. 012127.

22. Avilova, I.P. Energy efficiency tools of buildings design solutions in information and analytical management systems for construction and overhaul process / Avilova I.P., Krutilova M.O. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 4th International Scientific and Technical Conference on Energy Systems, ICES 2019. – 2020. – P. 012062.

23. Umberto, B. Sustainability Assessment in the Construction Sector: Rating Systems and Rated Buildings // Sustainable Development. – 2011. Vol. 20. Iss. 6. – P. 411–424. DOI: 10.1002/sd.532.

24. Ильичев, В.А. Энергоэффективное будущее строительного комплекса России [Текст] / В.А. Ильичев, Ю.А. Матросов, Г.Л. Осипов // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2005. – № 8. – С.56.

25. Авилова, И.П. Комплексная оценка углеродного воздействия гражданских зданий в анализе экологической безопасности строительства / И.П. Авилова, М.О. Крутилова // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2020. – № 2 (30). – С. 133-141.

FRAMEWORKS FOR EFFECTIVE FUNCTIONING OF THE LOW-CARBON CERTIFICATION INSTITUTE OF REAL ESTATE DEVELOPERS

¹Bakaeva N.V., ²Suvorova M.O.

¹ Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia

²Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia

Annotation. The adverse effects of the construction from the perspective of reducing greenhouse gas emissions are becoming increasingly important in terms of sustainable development and the growth of construction output. Construction actors involved in the process of creating buildings are responsible for the deterioration of the environmental situation. Flexible tools to motivate construction participants to actively and purposefully decarbonize construction and maintain the production and use of low-carbon technologies should be established. Multilevel institutional tools for regulating extended responsibility of construction participants through organizational and economic incentives for low-carbon design and construction and optimization of building design solutions are presented in the article. Recommendations are also provided to improve the environmental safety of construction, including the establishment of the of low-carbon certification institute for developers, based on a cost estimate of the carbon impact of buildings used in the development of compensatory and incentive measures. The proposed methodological aspects of rational low-carbon design and construction of buildings with minimal carbon footprint will allow to formulate the basic principles of functioning of the low-carbon certification institute of builders as a tool to improve their bid competitiveness.

Keywords: low-carbon building, carbon footprint of building, embodied greenhouse gas emissions, extended real estate developer responsibility, low-carbon certification.