


Экологическое строительство зданий и сооружений

Поступила 11.03.2020 г. / Принята к публикации 01.07.2020 г.

© Махортова Яна Игоревна¹, Разаков Мухаммет Азатович^{1,2} , Трофимова Ирина Владимировна¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский энергетический институт», г.Москва, Россия


² Республиканская общественная организация «Академия жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан», г.Казань, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены основные принципы «зеленого» строительства и эксплуатации зданий и сооружений различного назначения. Освещен зарубежный и отечественный опыт строительства зданий с низким антропогенным воздействием на окружающую среду. Исследованы неко-торые недостатки в сертификации зданий по зарубежным методикам. Освещены некоторые способы повышения «экологичности» зданий различного назначения. Исследованы современные отечественные методики сертификации зданий и сооружений различного назначения в области экологического воздействия на окружающую среду. Целью данной работы является обзор критериев исследования экологичности зданий и сооружений для всего периода строительства. Отмечается, что следование принципам «зеленого» строительства позволяет снизить общее энергопотребление дома не менее чем на 25% и потребление воды на 30% одновременно при строительстве и эксплуатации здания или сооружения. Кратко рассматриваются аспекты сертификации здания с по междуна-родным стандартам LEED и BREEM, а также рассматривается содержание ГОСТ Р 54694–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».

Ключевые слова. Экология, строительство, зеленый дом, зеленые стандарты, зеленые крыши.

Ecological construction of buildings

Received on March 11, 2020 / Accepted on July 01, 2020

© Mahortova Yana Igorevna¹, Razakov Muhammet Azatovich^{1,2} , Trofimova Irina Vladimirovna¹

¹ Moscow Power Engineering Institute, Moscow, Russia

² Academy of Housing and Communal Services of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia

Abstract. There are the basic principles descriptions of «green» construction and operation of buildings for various purposes in this paper. It has been highlighted the global and Russian experience in the construction of buildings with low anthropogenic environmental impact by authors. Researchers have investigated some deficiencies in the certification of buildings according to global methods. There is a review of increasing the «environmental friendliness» of buildings for various purposes. Authors have investigated modern Russian methods of building's certification and structures for various purposes in the field of environmental impact on the environment. The aim of this work is to review the criteria for studying the environmental friendliness of buildings and structures for the all construction period. It is noted that following the principles of «green» construction can reduce the total energy consumption of a building by at least 25% and water consumption by 30% at the same time during the construction and operation of a building or structure. The aspects of building certification with international standards LEED and BREEM, and the content of GOST R 54694–2012 «Conformity assessment. Environmental requirements for real estate» are briefly considered.

Keywords. Ecology, building, green building, green standards, green roofs.

Введение. В наше время человечество все больше задумывается об экологических последствиях своей деятельности. Взглянув на окружающую среду сейчас, нельзя сказать, что деятельность человека никак не повлияла на ее состояние. К сожалению, несмотря на то, что многие действия человечества

направлены на улучшение своих условий существования, они, зачастую имеют и негативные последствия для природы и жизни общества в целом [1]. Если вчера люди в первую очередь думали о собственном комфорте, то сегодня рассматривается и такой важный фактор как экологичность. Поэтому

строительство экологических зданий становится тенденцией в различных странах мира [2–3]. Целью данной работы является обзор критериев исследования экологичности зданий и сооружений для всего периода строительства.

Материалы и методы исследования. Для анализа критериев антропогенного влияния зданий и сооружений в данной работе проанализированы рекомендуемые отечественные и международные документы и системы оценки, а также работы ученых из ведущих мировых и российских наукометрических баз данных (РИЦН; Scopus; Web of Science и Agris).

Результаты исследований и их обсуждение. В Российской Федерации экологичные здания не имеют большой популярности как в ряде европейских стран, но многие эксперты сходятся во мнении, что у «зеленых» зданий есть будущее [4–5]. Идея интеграции дома в природу или совместное сосуществование человека и природы в России не новая. Уже во времена А.С. Пушкина деревянное зодчество воспринималось не как мода, а как обычное явление. Большинство зданий в его семейном имении в Нижегородской области были выполнены из экологических чистых строительных материалов, а планировка и архитектура сооружений соответствует современным требованиям к «зеленым» зданиям. Отдельно стоит отметить и системы микроклимата, которые в полной мере соответствуют и современным тенденциями в энерго-эффективности и экологичности инженерных систем зданий и сооружений. Второй этап развития отечественных «зеленых» домов пришелся на послевоенное время. Это было связано с планом по быстрому восстановлению разрушенного жилого фонда страны после Великой Отечественной Войны. Основными преимуществами проектов тех многоквартирных домов были как малые затраты на строительство за счет грамотного планирования всех процессов возведения здания так и малые расходы на эксплуатацию инженерных систем за счет естественной вентиляции.

Следование принципам «зеленого» строительства позволяет снизить общее энергопотребление дома не менее чем на 25% и потребление воды на 30% одно-

временно при строительстве и эксплуатации здания или сооружения. Существуют и уникальные проекты домов, например, в Германии, которые эксплуатируются с нулевым потреблением энергии, нулевыми выбросами CO₂ и нулевыми отходами. Если первые 2 преимущества относятся только к эксплуатационному периоду цикла жизни здания, то последнее – отходы, относится как к строительному так и эксплуатационному периоду жизни здания. Такие экологичные сооружения называются домами с тремя нулями. К такого рода зданиям можно отнести «пассивные» дома [6].

«Пассивным» считается такой дом, в котором комфортная температура внутреннего воздуха зимой поддерживается без использования системы отопления, а летом – без использования системы кондиционирования воздуха [7]. Противоположным направлением является строительство «активного» дома. В нем теплотреляющие системы проектируются с помощью солнечных установок, которые преобразуют энергию солнца в тепло, направляя ее на обогрев помещений или на нагрев воды. Избыточная энергия также может накапливаться в специальных аккумуляторах и использоваться в пасмурную погоду. Дополнительно возможна установка грунтовых тепловых насосов, работающих за счет тепловой энергии Земли [8].

Строительство «зеленого дома» требует использования материалов с минимальной теплопередачей. Именно их использование значительно снижает потери энергии при эксплуатации жилья [9]. Нередко когда проектировщики данный метод воспринимают лишь как дополнительное утепление, не беря в расчет, что теплофизические характеристики ограждающей конструкции это конструктивный элемент с утеплением. Еще одним важным элементом в «пассивном» и активном доме является светопрозрачная ограждающая конструкция. Специальные стеклопакеты на окнах способствуют обогреву помещения за счет использования солнечной энергии. Они работают в самый холодный период года – зимой. Это очень важный момент, так как при использовании стандартных однокамерных стеклопакетов, потери энергии на отопление могут достигать 35% в связи с

тем, что светопрозрачные конструкции являются самым главным источником тепловых потерь в ограждающей конструкции [10]. Стоит отметить, что в отечественной практике строительство частично «пассивных» домов было связано с экономическими трудностями после военного времени [11]. В них использовалась естественная система вентиляции, которая является неотъемлемым атрибутом любого пассивного дома, а также водяная зависимая система отопления. В нашей стране нельзя использовать принцип «переутепления» здания из-за особенностей климата и экономических аспектов. Особую значимость в исследовании данного вопроса имели труды Л.Д. Богуславского [12].

Помимо направлений строительства «пассивных» и «активных» домов в нашей стране развивается область строительства в которой дома изготавливаются из новых конструктивных элементов. К данному направлению можно отнести строительство каркаса здания из прессованных соломенных блоков (ПСБ) или из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) [13–14]. Дома имеющие каркас из ЛСТК выдерживают землетрясения более 8...9 баллов. И уже строятся в высоко сейсмических районах. Стены и внутренняя отделка такого дома построены из плит, которые практически не горят и не растрескиваются на морозе. Здания из ПСБ возможно строить лишь в южных широтах, где температура наружного воздуха не опускается ниже +5 °С. Также данные конструкции менее устойчивы к пожарам поэтому их необходимо использовать совместно с противопожарными конструкциями. Для внутренней отделки интерьеров экологичного здания часто используются натуральные материалы. К таким материалам можно отнести различные породы дерева: бамбук, пробка и т.п., которые более устойчивы к пожару чем ПСБ.

Зеленое строительство это не только практика экологичного строительства и эксплуатации зданий, основной целью которой является только снижение уровня потребления энергии и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла здания (от выбора площадки для проектирования, строительства, эксплуатации, ремонта и сноса) [15–16], но и

улучшение качества зданий и комфорта их внутренней среды. Данная практика расширяет и дополняет классический дизайн зданий концепциями экономии, полезности, долговечности и комфорта. Назначение экологического здания может быть различным – от офисных бизнес центров до промышленных предприятий [17–19]. На рисунке 1 представлен проект «Живой офис» в г. Москва [17].



Рис. 1. Внешний вид здания для проекта «Живой офис»

Несмотря на то, что новые технологии для строительства зеленых зданий постоянно совершенствуются [20–24], основное преимущество экозданий перед обычными, остается постоянным. Оно достигается путем:

- эффективного использования энергии, воды и других ресурсов;
- мониторинга и поддержания здоровья жителей или работников в здании;
- сокращения отходов, выбросов и других воздействий на окружающую среду при строительстве и эксплуатации экологичного здания (к данному пункту также можно отнести и использование натуральных местных материалов);
- повышения эффективности труда работников при строительстве и эксплуатации возводимого объекта.

На рисунке 2 представлена кровля с системой сплошного озеленения поверхности, а на рисунке 3 приведен пример кровли с солнечными панелями и светопрозрачными ограждающими конструкциями [22].

В Российской Федерации существует несколько основных ограничений для широкого распространения экологичных зданий. Данная проблема



Рис. 2. Кровля здания с озелененной поверхностью



Рис. 3. Кровля «активного» зеленого здания

связана с большим количеством несогласованных друг с другом нормативных документов (ГОСТ; Своды Правил; СанПиН), с суровыми климатическими условиями почти на всей территории страны (до 70%), низкой информированностью инвесторов и проектировщиков о территориальных ресурсах для строительства такого рода зданий. Не менее весомыми являются экономические проблемы, связанные с тарифами на ЖКХ и с самим процессом строительства объектов. Зеленые кровельные покрытия не получили широкого распространения в Российской Федерации из-за климатических особенностей их эксплуатации. Для их функционирования и бесперебойной работы необходимо, чтобы исправно работали системы отвода воды из грунта и система подачи воды в грунт. Этого очень тяжело добиться в северных климатических поясах Российской Федерации. Поэтому граница использования данных конструкций в Российской Федерации является Европейская, Южная и Дальневосточная части страны. Данное

ограничение схоже с границами использования солнечных панелей и коллекторов.

Параллельно со строительством «зеленых» зданий в нашей стране проводятся и различные обучающие мероприятия, которые направлены на более углубленное изучение зарубежных систем сертификации и проектирования экологических зданий, сооружений и конструкций [25]. К сожалению, образовательных курсов по проектированию, сертификации и эксплуатации экологических зданий согласно отечественным нормам очень мало и их практически нет. Российские стандарты очень сложны в плане их широкого спектра критериев и более жестких требований к качеству объекта (в основном из-за наличия СанПиН). Это является одновременно и большим преимуществом и недостатком. Все «зеленые» здания до 2019 года проектировались, строились и эксплуатировались по зарубежным рекомендательным документам. Это было связано с их оптимизированным процессом оценки и наличием менее жестких требований к качеству объекта исследования. Сертификацию здания с точки зрения экологичности обычно проводят по международным стандартам LEED и BREEAM [26]. Актуализированным переводом аббревиатуры LEED является «Лидерство в энергетическом и экологическом дизайне». Она была разработана в 1998 году Советом по экологическому строительству США. Он был принят в качестве документа для измерения различных проектных решений зданий с точки зрения экологии. Самым первой добровольной системой сертификации экологических зданий и сооружений, регламентирующим критерии оценки энергоэффективности и экологичности строительных проектов, был BREEAM. Актуализированным переводом данной аббревиатуры является «Метод экологической оценки эффективности зданий». Данная система сертификации была разработана британской организацией BRE Globa в 1990 году. Обе системы учитывают стандарты и нормативно-правовое законодательство строительства, принятого в конкретном государстве, особенности климата и иные специфические факторы [27].

Альтернативами международным добровольным системам сертификации зданий и сооружений являются отечест-

венная система «GREEN ZOOM» и система оценки, приведенная, в ГОСТ Р 54694–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости». GREEN ZOOM был подготовлен в 2014 году в частном порядке представителями Российской гильдии управляющих и девелоперов. Данную систему можно назвать эффективным инструментом по внедрению экологических технологий в российский строительный сектор экономики. ГОСТ Р 54694–2012 был разработан введен в 2013 году. Он был подготовлен профильными министерствами РФ с помощью их научных и образовательных подразделений. Также в разработке участвовали и некоторые частные компании [28].

После введения в 2019 году ряда отечественных «зеленых» стандартов, всем участникам рынка стало необходимо их использование. Процесс строительства здания в последующие годы должен ускориться в связи с тем, что отечественные стандарты содержат более глубокую проработку в описании технологии организации строительного производства экологических конструкций. Также в некоторых стандартах, которые используются при сертификации здания, учитываются другие современные энергосберегающие мероприятия, которые не были учтены в зарубежных нормативно-правовых документах. Помимо отечественных стандартов в проектировании и строительстве необходимо учитывать и такие обязательные нормативно-правовые документы как Федеральный Закон №7 от 2002 года «Об охране окружающей среды», который регламентирует осуществление хозяйственной и иной деятельности физическими, юридическими лицами и органами государственной власти. Другой нормативный документ который необходимо учитывать – это Федеральный Закон № 384 от 30 декабря 2009 года «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Его применение необходимо так как он учитывает меры по защите жизни и здоровья людей от неблагоприятных воздействий среды. Также обязательно необходимо принимать во внимание положения Градостроительного кодекса Российской Федерации, принятого в 1998 году. Он регламентирует отношения, связанные с градостроительным планированием, за-

стройкой, благоустройством городских и сельских поселений.

Заключение

Концепция зеленого строительства имеет более широкое значение, чем просто строительство экологических зданий. данное направление символизирует энергоэффективную эксплуатацию зданий и снижение интенсивности воздействия сооружения на окружающую среду. Экологичным зданием считается не только сооружение, построенное из безопасных материалов, но и здание, которое потребляет меньшее количество энергетических и естественных природных ресурсов. Данные требования предъявляются как при эксплуатации так и при строительстве данного объекта. Процесс сертификации экологических зданий требует тщательного анализа принимаемых решений т.к. здания могут быть различного назначения. При этом специалисты в данной области, должны обладать необходимой теоретической подготовкой.

Библиографический список

1. Гусейнова Ж.О. Научно-техническая революция и проблемы окружающей среды // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Общественные науки. 2010. №6 (160). С. 22-26.
2. Telichenko V., Benuzh A., Morozov D. Renovation of former industrial areas by BREEM in city of London // E3S Web of Science 2019. pp. 01030.
3. Korol E., Shushunova N. Research and development for the international standardization of green roof systems // Procedia Engineering. 2016. Т. 153. С. 287-291.
4. Telichenko V., Benuzh A., Eames G., Orenburova E., Shushunova N. Development of green standards for construction in Russia // Procedia Engineering. 2016. Т. 153. С. 726-730.
5. Бенуж А.А., Вьюков И.С. Зарубежный опыт и оценка потенциала использования в России стандарта BREEM при программе реновации застроенных территорий // Устойчивое развитие территории: сб. докл. междунауч. науч.-практич. конф.. 2018. С. 103–107.
6. Вольфганг Файст. Основные положения по проектированию пассивных домов // пер. с нем. с доп. под ред. А. Е. Елохова. М.: Издательство АСВ, 2008. 144 с.

7. Рымаров А.Г., Абрамкина Д.В. Пассивное охлаждение жилых зданий // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: матер. XV междунар. науч. конф. 2017. С. 146-152.
8. Алхасов А.Б., Алишаев М.Г. Гелиогеотермальная система теплоснабжения коттеджного дома // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2011. № 6. С. 122-132.
9. Васильева И.Л., Немова Д.В. Энергоэффективные материалы нового поколения в строительстве // Экология и строительство. 2018. № 4. С. 18–24. doi: 10.35688/2413-8452-2018-04-003.
10. Коркина Е.В., Шмаров И.А. Сравнительный расчет теплоступлений и теплопотерь при замене стеклопакетов в здании с целью энергосбережения // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 6 (1006). С. 52-53.
11. Разаков М.А., Чернова Р.В. Новый способ обследования систем естественной вентиляции // Технологии в инженерно-экологическом строительстве, механизации и жилищно-коммунальном комплексе: сб. докл. конф., М., 2018. С. 353-356.
12. Богуславский Л. Д., Ливчак В. И. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат, 1990. 621 с.
13. Болтанова Е.С. Правовое обеспечение экологических инноваций (на примере строительной отрасли) // Экологическое право. 2018. № 4. С. 41 - 47.
14. Постановление Правительства РФ от 27.12.1997 № 1636 (ред. от 15.02.2017) «О Правилах подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий для применения в строительстве» // Правовая - информационная система Гарант.
15. Волков А.А., Гусакова Е.А., Овчинников А.Н. Развитие среды программирования информационных потоков жизненного цикла строительного объекта // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы – 2019: сб. мат. всерос. науч.-практ. конф. 2019. С. 51 – 57.
16. Gusakova E., Ovchinnikov A., Volkov A. Approaches to the structuring of the information model of the life cycle stages of a construction object // E3S Web of Science. 2019. pp. 01002.
17. Самосудова Н.В., Манухина О.А., Шушунова Н.С. Современные пути развития экостроительства на примере реализации в г. Москве проекта «Зеленого (живого) офиса» WWF // Недвижимость: экономика, управление. 2013. №2. С. 137 – 140.
18. Самосудова Н.В., Шушунова Н.С. Оценка целесообразности применения технологий «Зеленого» строительства в торгово-офисной недвижимости // Инновационно-технические решения при экоустойчивости в строительстве и управлении городским жилищно-коммунальным хозяйством: сб. мат. ... конф.. 2014. С. 135-139.
19. Король Е.А., Киселев И.Я., Шушунова Н.С. Реконструкция предприятий текстильной промышленности с использованием кровельных покрытий с системами озеленения // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 3 (375). С. 294-300.
20. Келина А.В. Перспективные лианы для вертикального озеленения в субтропической зоне Черноморского побережья России // Субтропическое и декоративное садоводство. 2013. №48. С.51–57.
21. Бенуж А.А. Мочалов И.В. Зеленые кровли для устойчивых городов: перспективы использования в Москве // Вестник Университета Правительства Москвы. 2018. №4 (42). С.48–53.
22. Король Е.А., Шушунова Н.С. Сравнительная технологичность устройства кровельных покрытий с системами озеленения // Строительство: наука и образование. 2020. Т. 10. № 1. С. 4.
23. Гнездилова О.А., Разаков М.А., Чернова Р.В. Энергосбережение в жилых многоквартирных домах // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. 2019. №6 (210). С.78-81.
24. Шушунова Н.С. Анализ технологических параметров при устройстве инверсионных кровельных покрытий с озеленением // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 3 (114). С. 349-355.
25. Теличенко В.И., Бенуж А.А., Полин Т., Нанча Х. Интеграция образовательного курса ВРЕЕМ в России // Недвижимость: экономика, управление. 2019. №1. С. 6–12.
26. Слесарев М.Ю., Теличенко В.И. Зеленые стандарты среды жизнедеятельности на примерах мировых лидирующих инновационных компаний // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы – 2019: сб. конф. 2019. С. 484–493.
27. Мороз А. «Зеленое строительство» в России: шанс проявить дальновид-

ность // Архитектурные сезоны. 2011. С.42-43.

28. Теличенко В.И., Бенуж А.А., Морозов Д.Н. Создание национальной системы «Зеленых» стандартов в РФ // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2019. №3-4 (242-243). С. 10-11.

References in roman script

1. Gusejnova ZH.O. Nauchno-tekhnicheskaya revolyuciya i problemy okru-zhayushchej sredy // Izvestiya vys-shih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Obshchestvennye nauki. 2010. №6 (160). S. 22-26.

2. Telichenko V., Benuzh A., Morozov D. Renovation of former industrial areas by BREEM in city of London // E3S Web of Science 2019. pp. 01030.

3. Korol E., Shushunova N. Research and development for the international standardization of green roof systems // Procedia Engineering. 2016. T. 153. S. 287-291.

4. Telichenko V., Benuzh A., Eames G., Orenburova E., Shushunova N. Development of green standards for construction in Russia // Procedia Engineering. 2016. T. 153. S. 726-730.

5. Benuzh A.A., V'yukov I.S. Zarubezhnyj opyt i ocenka potenciala ispol'zovaniya v Rossii standarta BREEM pri programme renovacii zastroennyh territorij // Ustojchivoe razvitie territorii: sb. dokl. mezhdun. nauch.-praktich. konf.. 2018. S. 103-107.

6. Vol'fgang Fajst. Osnovnye polozheniya po proektirovaniyu passivnyh domov // per. s nem. s dop. pod red. A. E. Elohova. M.: Izdatel'stvo ASV, 2008. 144 s.

7. Rymarov A.G., Abramkina D.V. Passivnoe ohlazhdenie zhilyh zdaniy // Kachestvo vnutrennego vozduha i okruzhayushchej sredy: mater. XV mezhdun. nauch. konf. 2017. S. 146-152.

8. Alhasov A.B., Alishaev M.G. Gelio geotermal'naya sistema teplo-snabzheniya kottedzhnogo doma // Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Energetika. 2011. № 6. S. 122-132.

9. Vasil'eva I.L., Nemova D.V. Energoeffektivnye materialy novogo pokoleniya v stroitel'stve // Ekologiya i stroitel'stvo. 2018. № 4. С. 18-24. doi: 10.35688/2413-8452-2018-04-003.

10. Korkina E.V., SHmarov I.A. Sravnitel'nyj raschet teplopostuplenij i

teplopoter' pri zamene steklopaketov v zdanii s cel'yu energosberezheniya // BST: Byulleten' stroitel'noj tekhniki. 2018. № 6 (1006). S. 52-53.

11. Razakov M.A., Chernova R.V. Novyj sposob obsledovaniya sistem estestvennoj ventilyacii // Tekhnologii v inzhenerno-ekologicheskom stroitel'stve, mekhanizacii i zhilishchno-kommunal'nom komplekse: sb. dokl. konf., M., 2018. S. 353-356.

12. Boguslavskij L. D., Livchak V. I. Energosberezhenie v sistemah teplosnabzheniya, ventilyacii i kondicionirovaniya vozduha. M.: Strojizdat, 1990. 621 s.

13. Boltanova E.S. Pravovoe obespechenie ekologicheskikh innovacij (na primere stroitel'noj otrasli) // Ekologicheskoe pravo. 2018. N 4. S. 41 - 47.

14. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 27.12.1997 № 1636 (red. ot 15.02.2017) «O Pravilah podtverzhdeniya prigodnosti novyh materialov, izdelij, konstrukcij i tekhnologij dlya primeneniya v stroitel'stve» // Pravo-vaya - informacionnaya sistema Garant.

15. Volkov A.A., Gusakova E.A., Ovchinnikov A.N. Razvitie sredy programmirovaniya informacionnyh potokov zhiznennogo cikla stroitel'nogo ob'ekta // Sistemotekhnika stroitel'stva. Kiberfizicheskie stroitel'nye sistemy – 2019: sb. mat. vseros. nauch.-prakt. konf. 2019. S. 51 – 57.

16. Gusakova E., Ovchinnikov A., Volkov A. Approaches to the structuring of the information model of the life cycle stages of a construction object // E3S Web of Science. 2019. pp. 01002.

17. Samosudova N.V., Manuhina O.A., SHushunova N.S. Sovremennye puti razvitiya ekostroitel'stva na primere realizacii v g. Moskve proekta «Zelenogo (zhivogo) ofisa» WWF // Nedvizhimi: ekonomika, upravlenie. 2013. №2. S. 137 – 140.

18. Samosudova N.V., SHushunova N.S. Ocenka celesoobraznosti primeneniya tekhnologij “Zelenogo” stroitel'stva v torгово-ofisnoj nedvizhimosti // Innovacionno-tekhnicheskie resheniya pri ekoustojchivosti v stroitel'stve i upravlenii gorodskim zhilishchno-kommunal'nym hozyajstvom: sb. mat. ... konf.. 2014. S. 135-139.

19. Korol' E.A., Kiselev I.YA., SHushunova N.S. Rekonstrukciya predpriyatij tekstil'noj promyshlennosti s ispol'zovaniem krovel'nyh pokrytij s

sistemami ozeleneniya //Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2018. № 3 (375). S. 294-300.

20. Kelina A.V. Perspektivnye lya-ny dlya vertikal'nogo ozeleneniya v subtropicheskoy zone Chernomorskogo poberezh'ya Rossii // Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo. 2013. №48. S.51–57.

21. Benuzh A.A. Mochalov I.V. Zelenye krovli dlya ustojchivyyh gorodov: perspektivy ispol'zovaniya v Moskve // Vestnik Universiteta Pravitel'stva Moskvyy. 2018. №4 (42). S.48–53.

22. Korol' E.A., SHushunova N.S. Sravnitel'naya tekhnologichnost' ustrojstva krovel'nyh pokrytij s sistemami ozeleneniya // Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie. 2020. T. 10. № 1. S. 4.

23. Gnezdilova O.A., Razakov M.A., Chernova R.V. Energoberezhenie v zhi-lyh mnogokvartirnyh domah // Santekhnika. Otoplenie. Kondicionirovanie. 2019. №6 (210). S.78-81.

24. SHushunova N.S. Analiz tekhnologicheskikh parametrov pri ustrojstve inversionnyh krovel'nyh pokrytij s ozeleneniem // Vestnik MGSU. 2018. T. 13. № 3 (114). S. 349-355.

25. Telichenko V.I., Benuzh A.A., Polin T., Nancha H. Integraciya obrazovatel'nogo kursa BREEM v Rossii // Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie. 2019. №1. S. 6–12.

26. Slesarev M.YU., Telichenko V.I. Zelenye standarty sredy zhiznedeyatel'nosti na primerah mirovyh lideruyushchih innovacionnyh kompanij // Sistemotekhnika stroitel'stva. Kiberfizicheskie stroitel'nye sistemy – 2019: sb. konf. 2019. S. 484–493.

27. Moroz A. «Zelenoe stroitel'stvo» v Rossii: shans proyavit' dal'novidnost' // Arhitekturnye sezony. 2011. S.42-43.

28. Telichenko V.I., Benuzh A.A., Morozov D.N. Sozdanie nacional'noj sistemy «Zelenyh» standartov v RF // Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka. 2019. №3-4 (242-243). S. 10-11.

Дополнительная информация

Сведения об авторе:

Махортова Яна Игоревна, студентка; Национальный исследовательский Московский энергетический институт; Россия, 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14.

Разаков Мухаммет Азатович, ассистент кафедры Национального исследовательского Московского энергетического института; директор лаборатории инженерных систем города Республиканской общественной организации «Академия жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан»; Россия, 420095, г. Казань, ул. Восход, д.5, офис 214.

Трофимова Ирина Владимировна, студентка; Национальный исследовательский Московский энергетический институт; Россия, 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14.



В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

Для цитирования: Махортова Я.И., Разаков М.А., Трофимова И.В. Экологическое строительство зданий и сооружений // Экология и строительство. 2020. № 2. С. 27–35. doi: [10.35688/2413-8452-2020-02-004](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2020-02-004).

Additional Information

Information about the author:

Mahortova Yana Igorevna, student; Moscow Power Engineering Institute; 14, Krasnoznamenskaya st., Moscow, Russia, 111250.

Razakov Muhammet Azatovich, assistant of the department of Moscow Power Engineering Institute; Director of the city's engineering systems laboratory of Academy of Housing and

Communal Services of the Republic of Tatarstan; office 214, 5, Voshod st., Kazan, Russia, 420095.

Trofimova Irina Vladimirovna, student; Moscow Power Engineering Institute; 14, Krasnoznamenskaya st., Moscow, Russia, 111250.



This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

For citations: Mahortova YA.I., Razakov M.A., Trofimova I.V. Ecological construction of buildings // *Ekologiya i stroitelstvo*. 2020. № 2. P. 27–35. doi: [10.35688/2413-8452-2020-02-004](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2020-02-004).