

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2022.25.2>

ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ЗДАНИЙ

Научная статья

Петрова Е.А.^{1*}, Коршунов А.Ф.²

¹ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия;

² Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

* Корреспондирующий автор (alexkorshun[at]mail.ru)

Аннотация

Рост численности населения при одновременной урбанизации приводит к потребности в развитии среды жизни человека в условиях возрастающей нагрузки на все системы жизнедеятельности городов. Нельзя недооценивать значимость окружающей среды, так как водопотребление и энергообеспечение напрямую связаны с природными ресурсами и их качеством. Одним из перспективных направлений развития строительной сферы является переход на эко-строительство, подразумевающее экономию ресурсов при эксплуатации зданий, а также использование экологически чистых материалов и технологий с минимальным количеством отходов при строительстве. В статье рассмотрены методы оценки экологичности строительства, а также приведены их преимущества с точки зрения влияния на окружающую среду. Авторами рассмотрены примеры международных систем экологической сертификации и даны их характеристики. В результате работы обоснованы преимущества экодому по сравнению с обычными зданиями, а также приведены примеры экологически чистых зданий, которые уже существуют в мире на данный момент.

Ключевые слова: эко-строительство, экодому, воздействие сооружения на окружающую среду, системы экологической сертификации.

PROSPECTS FOR THE CONSTRUCTION OF GREEN BUILDINGS

Research article

Petrova E.A.^{1*}, Korshunov A.F.²

¹ Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia;

² Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

* Corresponding author (alexkorshun[at]mail.ru)

Abstract

Population growth with simultaneous urbanization leads to the need for the development of the human living environment in conditions of increasing stress on all systems of urban life. The importance of the environment should not be underestimated, since water consumption and energy supply are directly related to natural resources and their quality. One of the promising areas of development of the construction sector is the transition to eco-construction, which implies saving resources during the operation of buildings, as well as the use of environmentally friendly materials and technologies with a minimum amount of waste during construction. The article discusses methods for assessing the environmental friendliness of construction, as well as their advantages in terms of environmental impact. The authors explore examples of international environmental certification systems and provide their characteristics. As a result, the study substantiates the advantages of eco-houses compared to conventional buildings and provides examples of environmentally friendly buildings that already exist in the world at the moment.

Keywords: eco-construction, eco-house, the impact of the structure on the environment, environmental certification systems.

Введение

В наше время, когда численность населения земного шара превышает 7,8 млрд человек, все более актуальным становится экологически чистое «зеленое» строительство. Оно оказывает минимальное воздействие на окружающую среду: происходит меньшее количество выбросов вредных веществ, что, в свою очередь, даёт отсрочку появлению дыр в озоновом слое и стремительному протеканию глобального потепления.

При постройке экологически чистых зданий снижается уровень потребления энергетических и материальных ресурсов, а при возведении высотных домов за счет экономии площади застройки можно увеличить площадь зелёных насаждений, обогащающих воздух кислородом. При этом на крышах и стенах домов также возможно озеленение – это одна из тенденций зеленого строительства. Это особенно актуально для стран с быстро растущим населением, например, для Китая, численность населения которого на 2021 год примерно равна 1,4 млрд человек.

Экологически чистые дома строятся из материалов, на производство которых требуется затратить меньшее количество энергии, а в процессе их эксплуатации используются естественные источники, такие как солнечный свет, ветер. То есть экологичность представляет сопутствующий строительству эффект, отражает качество строительства, свидетельствуя о его способности минимизировать вред окружающей природе в процессе строительных работ и оказывать влияние на сохранность чистоты окружающей среды при эксплуатации здания.

В современном мире, где человек имеет возможность в полной мере пользоваться благами прогресса, будет особенно важно научиться правильно использовать природные ресурсы так, чтобы не загрязнять планету. Таким образом, верно расставив приоритеты и научившись в полной мере использовать природу, не вредя ей, а бережно используя ее, человек может создавать экологически чистые дома, которые будут не только практичными, но и

эстетичными, при этом экономить средства и природные ресурсы, многие из которых в скором времени могут быть исчерпаны.

Наиболее популярным в настоящее время направлением развития территорий в области повышения комфортности среды жизни человека является формирование «умных» городов, что связано с распространением цифровых технологий во всех аспектах жизнедеятельности [1]. Кроме того, развитием концепции «умного» города является «программируемый» город, который в большей степени связан с аналитикой данных [2]. На наш взгляд, на данном этапе развития технологий в первую очередь необходимо решить проблемы, связанные с экологией, так как именно загрязнение окружающей среды несет наибольшую угрозу населению.

В современном мире актуальность строительства экологически чистых домов не вызывает сомнения. Этой теме посвящен научный труд Мигеля Руано, где отмечается интернациональность этой проблемы [3].

Как отмечается в [4], экодому способны: во-первых, экономить природные и энергоресурсы планеты, во-вторых, в процессе эксплуатации таких зданий не наблюдается загрязнения окружающей среды. В-третьих, безусловно, отмечают, что такие сооружения актуальны для постройки в любых странах мира, так как загрязнение воздуха и воды на нашей планете имеет прямое отношение ко всему человечеству.

Конечно, прежде чем научиться создавать экологически чистые здания с максимальной выгодой для себя и минимальным количеством как затраченных средств, так и природных ресурсов, придется экспериментировать, возможно какие-то проекты не будут удачными. Как отмечает в своей статье Огородников И. А., на демонстрационные экодому придется затратить большее количество средств, однако все эти затраты будут оправданы, когда человечество сможет жить в домах, способных вырабатывать энергию [5].

Несмотря на то, что «зеленое строительство» еще не стало привычным для нас, существуют системы, которые оценивают экологичность строительства. Таковыми являются системы LEED и BREEAM, о которых подробно рассказывают авторы некоторых статей [6, 7].

Данная тема является значимой для нашего времени, поскольку ресурсы Земли стремительно истощаются. На эту тему пишут статьи не только российские ученые, но и достаточное количество иностранных ученых [6], [8].

Сейчас во всем мире есть примеры построенных зданий, спроектированных на принципах экологичности [9]. Некоторые дома сами вырабатывают энергию, используя солнечные батареи, крыши зданий покрыты травой, что обогащает воздух кислородом, резервуары собирают дождевую воду. Отметим, что необходимо подбирать характеристики экодому в зависимости от условий и климата, в котором планируется его строить. Кроме того, если начать уделять этому должное внимание сейчас, в будущем жизнь человека и его существование на нашей планете способно стать гораздо более комфортным [10].

Методы и принципы исследования

Кульминационной точкой в строительстве эко-сооружения будет экспертная оценка, которая подтвердит, действительно ли здание является экологически чистым. Различать эко-строительство и привычное нам строительство предлагается на основе данных систем LEED и BREEAM, которые созданы непосредственно для того, чтобы оценивать экологичность строительства [11]. В рамках оценки по критериям системы LEED проверяются такие важные факторы, как местоположение, транспортная инфраструктура, эффективность водопотребления, потребление энергии, материалов и ресурсов. На основе выставленных оценок по ряду критериев здание становится сертифицированным, либо же нет, в зависимости от количества полученных баллов.

Сертификация по системе BREEAM основывается на том, насколько целесообразно использованы энерго- и водные ресурсы, насколько правильно утилизированы отходы.

Благодаря оценкам этих систем можно понять, насколько агрессивно человек вторгается в окружающий мир. Стоит отметить, что в общей сложности под критерии данных двух систем оценок попадают примерно 200 тысяч зданий, что является ничтожным количеством по сравнению с общим числом построек на планете, именно поэтому необходимо стремиться к эко-строительству, которое, подходя под критерии систем оценки LEED и BREEAM, способно сохранить природные ресурсы.

В России в области эко-строительства был разработан и введен в 2013 г. ГОСТ Р 54694–2012. Он был подготовлен профильными министерствами РФ с помощью их научных и образовательных подразделений. Также в разработке участвовали и некоторые частные компании [12].

Основные результаты

В XX-XXI веках в силу активной деятельности человека состояние окружающей среды значительно ухудшилось. Так, например, концентрация углекислого газа в воздухе сейчас на 39% превышает доиндустриальное значение соответствующего показателя. По этой статистике можно сделать вывод о стремительном причинении вреда человеком окружающему миру. От этого страдает не только атмосфера Земли, но и сам человек. По статистике, ежегодно от загрязненности воздуха умирает около 9 миллионов человек по всему миру.

В связи с данной ситуацией предлагается переходить на более актуальное в наше время эко или «зеленое» строительство. Его преимущества заключаются в том, что здания, созданные по этой технологии, являются гораздо более экономичными. Это проявляется как в количестве выбросов вредных веществ в воздух, так и в количестве ресурсов, используемых в процессе эксплуатации. Так, на данный момент на сектор строительства приходится 38% общемировых выбросов углекислого газа, тогда как при постройке экосооружений эта цифра сводится к минимальному значению [13]. Для примера: в процессе строительства обычного жилого здания происходит выброс вредных веществ в атмосферу, который равен примерно 22 тоннам. При эко-строительстве эта цифра значительно уменьшается.

Кроме того, плюсом эко-строительства, естественно, является использование более экологичных материалов. Этот факт является существенным, поскольку, как уже известно, в процессе изготовления привычных нам строительных

материалов происходят колоссальные затраты энергии и выбросы углекислого газа в воздух. Например, при производстве 1 тонны цемента в воздух выбрасывается 600-900 кг углекислого газа [14].

Дом возможно сделать экодомом, если снизить количество выбросов в атмосферу. Это можно сделать несколькими способами. Во-первых, иногда здания озеленяют, то есть покрывают крышу травой, а стены засаживают растениями, которые, в свою очередь, обогащают воздух кислородом. Примером таких зданий являются: в первую очередь, жилой комплекс «Вертикальный лес», построенный в Милане, с целью улучшения воздуха в мегаполисе. Количество деревьев, растущих на нем, покрывает гектар леса, а значит в среднем данный жилой комплекс поглощает в день от 120 до 280 кг углекислого газа и выделяет от 180 до 200 кг кислорода. Кроме того, еще одним значимым примером является культурный центр Acoro в Японии, который был построен на сравнительно небольшой территории сквера, его было решено сохранить и превратить в зеленую стену, которая в свою очередь значительно снижает потребление энергоресурсов, ведь все 76 тысяч растений выступают в роли кондиционера, помогают сохранять внутри здания постоянную температуру, а зеленая крыша умеет собирать дождевую воду, поддерживая тем самым жизнь как растений, покрывающих здание, так и обитающих там птиц и насекомых.

Во-вторых, существуют здания, построенные из экологичных материалов. Примером такого здания является Банк Америки, расположенный в Нью-Йорке. Этот небоскреб стал первым в мире небоскребом, получившим оценку LEED Platinum, поскольку при его строительстве был использован специальный бетон со шлаком металлургической промышленности в составе, который может быть утилизирован без вреда для окружающей среды, а также переработанные материалы. Главным плюсом использования шлака в составе бетона является то, что при его производстве не требуется дополнительного сжигания, а значит не происходит выбросов углекислого газа в воздух, что является безусловным плюсом, учитывая, что массы произведенного бетона и выделяемого CO₂ примерно равны. Кроме того, оконные стекла данного здания экономят электроэнергию за счет теплоизоляции, что позволяет экономить средства и энергию на отоплении небоскреба. Также в силу внушительных размеров окон экономится энергия на освещении здания, что добавляет еще одно преимущество этому зданию.

На основании приведенных выше примеров можно сделать вывод о том, что вполне реально осуществлять «зеленое» строительство разными способами, а также на довольно маленьких площадях.

В данный момент, учитывая напряженную экологическую ситуацию в мире, стоит больше внимания уделять оптимизации затраченных природных ресурсов на постройку того или иного здания. Необходимо стремиться к тому, чтобы здание было построено с минимальным количеством затраченных природных материалов, а также, чтобы выбросы отходов стремились к нулю.

Важно уделять должное внимание правильной утилизации появляющихся отходов. Это касается как строительного мусора, появляющегося в процессе постройки, так и сортировки мусора напрямую, которая сейчас используется далеко не во всех странах. Из 197 стран наибольшее внимание переработке мусора уделяют лишь Швеция, Германия, Япония, Италия, Швейцария, меньше – Китай [15].

Конечно, на начальных этапах перехода на эко-строительство придется затратить довольно большое количество денежных средств. Так, постройка дома из более экологичных материалов, например, с использованием деревянных конструкций, вместо железобетонных, обойдется на 5-7% дороже. Однако, создание таких демонстрационных построек способно показать людям все преимущества «зеленого» строительства. К тому же все демонстрационные проекты оправдают все вложенные в них средства после того, как природные ресурсы страны перестанут столь стремительно истощаться. Именно поэтому, эко-строительство выгодно не только для жителя страны, но и для государства.

Для эксплуатации экодомов используют возобновляемые ресурсы для обеспечения энергией. Таковыми являются солнечный свет, ветер, вода - в случае, если она своим потоком вращает турбину.

Естественно, для того чтобы построить экодом, следует использовать ресурсы данной территории. То есть стоит строить дома, обеспечивающие себя электричеством за счет поглощаемой солнечной энергии только в регионах, где большую часть года светит солнце. Точно так же экономически невыгодно вкладывать средства в постройку домов с ветряными мельницами на крышах в регионах, где отсутствуют постоянные и сильные ветра.

В случае соблюдения человеком всех мер предосторожности, а также при правильной эксплуатации построек, можно добиться очищения воздуха и водных ресурсов. Дополнительно к этому приостановится глобальное потепление, которое на данный момент протекает очень интенсивно. Если в 18 веке средняя температура увеличилась на 0.3–1.2 градуса, то по прогнозам ученых за 21 век температура увеличится на 2.6 градуса в лучшем случае и на 4.8 в худшем [16]. При последующем несоблюдении человечеством всех надлежащих норм произойдет неизбежная потеря огромного количества представителей флоры и фауны. Эко-строительство является важным элементом будущего планеты. При этом это не является недостижимым идеалом, ведь уже существуют примеры зданий, удовлетворяющих всем критериям экологичной постройки. Естественно, что придется вложить немалое количество усилий, однако в перспективе они будут целиком и полностью оправданными.

Обсуждение

Говоря о теме эко-строительства, нужно отметить, что увеличение населения нашей планеты влечет за собой увеличение отходов, производимых в единицу времени. Так, например, к 1500 году население Земли составляло всего 450 млн, тогда как сейчас, когда население близко к 7,8 млрд людям, выбросы углекислого газа заметно увеличились и значение величины, характеризующей содержание углекислого газа в воздухе, увеличилось в 2 раза за последние полвека.

Поскольку с увеличением населения планеты увеличивается и число выбросов вредных веществ в окружающую среду, предлагается перейти на эко-строительство, которое частично способно снизить выбросы углекислого газа в атмосферу. Поэтому обосновано применение экоматериалов - например, бетон со шлаком (утилизируется без вреда для окружающей среды) или дерево, которое является, пожалуй, самым экологичным материалом из существующих. К тому

же, в вышеуказанных методах перехода на экостроительство присутствует вариант озеленения, ведь растения способны производить кислород, что является важным моментом в современном мире.

Признается, что эко-строительство требует больших, чем при традиционном строительстве, финансовых затрат, однако в будущем подобные дома будут окупаться за счет своей энергоэффективности [17], [18], [19]. Переход на эко-строительство требует привлечения населения к вопросам развития территорий, так как подобные инновационные технологии должны быть понятны для общества. 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 [20].

Конечно, кроме приведенных выше примеров экологически чистых зданий существуют и другие. Примерами таких зданий является «Загородная резиденция», Скага-фьорд, Исландия. Жители Исландии покрывают крыши травой, что помогает сохранять тепло в доме, также эта резиденция снабжена системами, которые способны обеспечивать себя энергией и отоплением [21].

Также в Китае, в городе под названием Шэньчжэнь, планируют построить музей естественной истории, крыша которого будет покрыта деревьями и станет пешеходной зоной для людей. Эти два примера, дополняющие друг друга, показывают, что озеленение домов актуально не только в маленьких деревнях, но и в мегаполисах, а также подтверждает стремление людей к тому, чтобы, если и не отказаться от привычных нам материалов, то хотя бы озеленять сами здания, территорию рядом с ними.

Заключение

Таким образом, учитывая напряженную экологическую обстановку в мире в данный момент, необходимо с вниманием относиться к сохранению природы, а также к сохранению климата. Этого можно достичь несколькими способами. В статье подробно рассмотрен вариант перехода на эко-строительство или «зеленое» строительство, которое дает ряд преимуществ, по сравнению с обычным.

К преимуществам эко-строительства относят: использование более экологичных материалов, в процессе изготовления и переработки которых происходит гораздо меньший выброс углекислого газа в атмосферу. Кроме того, эко-сооружения, покрытые растениями, обогащают воздух кислородом, забирая из атмосферы CO₂. И, наконец, эко-здания снабжены солнечными батареями, ветряными мельницами, которые способны превращать природные силы в энергию, не истощая при этом природные ресурсы, что является особенно актуальным в XXI веке, когда человек активно их использует.

В случае соблюдения всех мер предосторожности людьми, возможно приостановить стремительное протекание глобального потепления на Земле, а также продлить жизнь как себе, так и природным ресурсам планеты.

Conflict of Interest

None declared.

Конфликт интересов

Не указан.

Список литературы / References

1. Аблязов Т.Х. Развитие технологий «умного города как основа повышения комфортности среды жизни человека / Т. Х. Аблязов, А. И. Вишневская // Технологическое предпринимательство, коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности и трансфер технологий: материалы I Всероссийской научно-практической конференции. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2021. - С. 18-23.
2. Аблязов Т. Х. Формирование комфортной среды жизни человека на основе концепции «программируемого» города [Электронный ресурс] / Т. Х. Аблязов, В. В. Асаул, А. И. Вишневская // Московский экономический журнал. - 2020. - № 8. – URL: <https://qje.su/otraslevaya-i-regionalnaya-ekonomika/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-8-2020-7/> (дата обращения: 15.09.2021).
3. Руано М. Экологическое градостроительство: учеб. пособие / М. Руано, Н.Г. Благовидовная. – М.: МАРХИ, 2014. – 206 с.
4. Мухитова А.Н. Зеленые технологии в строительстве. Экологическая архитектура / А.Н. Мухитова, А.Р. Хисаметдинова, А. Р. Хисаметдинова и др. // Зелёные технологии в строительстве. Экологическая архитектура. Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2012. - № 3. - С. 65-68.
5. Огородников И. А. Дом 21 века / И. А. Огородников // Строительство и техногенная безопасность. – 2016. – № 4 (56). – С. 33–38.
6. Камбориус С. «Зеленое» строительство: рейтинговые системы оценки [Электронный ресурс] / С. Камбориус // АВОК. – 2010. - № 7. - URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4719 (дата обращения: 15.09.2021).
7. Green Building Certification Institute [Electronic resource]. – URL: <http://www.gbci.org/> (accessed: 29.09.2021).
8. Viswanadha K.G. Relevance of Green Buildings and its Present Practices [Electronic resource] / K. G. Viswanadha, R. V. Sumateja // IJED. – 2017. – Vol. 14. – № 2. – URL: https://www.researchgate.net/publication/322950920_Relevance_of_Green_Buildings_and_its_Present_Practices (accessed: 15.09.2021).
9. Экологичная архитектура: 6 самых «зеленых» зданий в мире [Электронный ресурс] // РБК. – 2019. – URL: <https://realty.rbc.ru/news/5d8b1bf59a7947bde48c1613> (дата обращения: 20.09.2021).
10. Садыхова Ж.И. «Зеленое» строительство в России и мире / Ж. И. Садыхова // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – 2018. – Т. 1. – С. 305–308.

11. Миндзаева М.Р. Сравнительный анализ зарубежных стандартов экологического строительства и их влияние на формирование российских эко-стандартов / М. Р. Миндзаева, Ю. В. Горгорова // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4 (27).
12. Теличенко В.И. Создание национальной системы «Зеленых» стандартов в РФ / В. И. Теличенко, А. А. Бенуж, Д. Н. Морозов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2019. – № 3–4 (242–243). – С. 10–11.
13. Федоров Б.Г. Экономико-экологические аспекты выбросов углекислого газа в атмосферу / Б. Г. Федоров // Проблемы прогнозирования. – 2018. – № 5. – С. 86–101.
14. Производители цемента сокращают выбросы CO₂ и «озеленяют» бетон [Электронный ресурс] // Платформа Устойчивое развитие. – 2020. – URL: <https://sdpl.ru/1051-proizvoditeli-cementa-sokraschayut-vybrosy-so2-i-ozelenyayut-beton.html> (дата обращения: 20.09.2021).
15. Воронин П.М. Утилизация отходов: опыт и перспективы / П.М. Воронин // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 6–4. – С. 41–43.
16. Стоккер Т.Ф. IPCC AR5 WG1. Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрёстные вставки по главам / Т.Ф. Стоккер, Д. Цинь, Дж.-К. Платтнер // IPCC. – 2013. – (Часть вклада Рабочей группы I в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата).
17. Голикова А.А. Пассивный дом (экодом) / А.А. Голикова, З.С. Нагаева // Строительство и техногенная безопасность. – 2019. – № 14 (66). – С. 15–20.
18. Ларионов А.Н. Экологизация жилищного строительства как фактор развития регионального рынка жилья / А.Н. Ларионов, В.Г. Поляков // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2003. – № 8. – С. 97–104.
19. Шевченко А.С. Формирование и реализация методических принципов экологического домостроения (на примере бизнес-проекта автономного энергоэффективного комплекса «Экодом») / А.С. Шевченко, Е.Г. Величко, Э.С. Цховребов // Вестник МГСУ. – 2017. – №4 (103). – С. 415–428.
20. Махортова Я.И. Экологическое строительство зданий и сооружений / Я.И. Махортова, М.А. Разаков, И.В. Трофимова // Экология и строительство. – 2020. – № 2. – С. 27–35.
21. Экодом: 10 удивительных построек, которые не вредят окружающей среде [Электронный ресурс] // Экобыт.ру. – URL: <https://www.ecoby.ru/article/050515/1442/> (дата обращения: 25.09.2021).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Abljazov T. H. Razvitiye tehnologij “umnogo goroda kak osnova povysheniya komfortnosti sredy zhizni cheloveka [Development of smart city technologies as the basis for improving the comfort of the human life environment] / T. H. Abljazov, A. I. Vishniveckaja // Tehnologicheskoe predprinimatel'stvo, kommercializacija rezul'tatov intellektual'noj dejatel'nosti i transfer tehnologij: materialy I Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Technological entrepreneurship, commercialization of the results of intellectual activity and technology transfer: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. – Perm': Permskij nacional'nyj issledovatel'skij politehnicheskij universitet, 2021. – P. 18-23. [in Russian]
2. Abljazov T. H. Formirovanie komfortnoj sredy zhizni cheloveka na osnove koncepcii “programmiruemogo” goroda [Formation of a comfortable environment for human life based on the concept of a "programmable" city] [Electronic resource] / T. H. Abljazov, V. V. Asaul, A. I. Vishniveckaja // Moskovskij jekonomicheskij zhurnal [Moscow Economic Journal]. – 2020. – № 8. – URL: <https://qje.su/otraslevaya-i-regionalnaya-ekonomika/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-8-2020-7/> (accessed: 15.09.2021). [in Russian]
3. Ruano M. Jekologicheskoe gradostroitel'stvo [Ecological urban planning]: ucheb. posobie / per. N.G. Blagovidovoj. – M.: MARHI, 2014. – 206 p. [in Russian]
4. Muhitova A. N. Zelenye tehnologii v stroitel'stve. Jekologicheskaja arhitektura [Green technologies in construction. Ecological architecture] / A. N. Muhitova, A. R. Hisametdinova, A. R. Hisametdinova and others // Vestnik Ul'janovskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta [Bulletin of the Ulyanovsk State Technical University]. – 2012. – № 3. – P. 65-68. [in Russian]
5. Ogorodnikov I. A. Dom 21 veka [House of the 21st century] / I. A. Ogorodnikov // Stroitel'stvo i tehnogennaja bezopasnost' [Construction and industrial safety]. – 2016. – № 4 (56). – P. 33-38. [in Russian]
6. Kambouris S. “Zelenoe” stroitel'stvo: rejtingovye sistemy ocenki [“Green” construction: rating evaluation systems] [Electronic resource] / S. Kambouris // AVOK [AVOK]. – 2010. – № 7. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4719 (accessed: 15.09.2021). [in Russian]
7. Green Building Certification Institute [Electronic resource]. – URL: <http://www.gbci.org/> (accessed: 29.09.2021).
8. Viswanadha K. G. Relevance of Green Buildings and its Present Practices [Electronic resource] / K. G. Viswanadha, R. V. Sumateja // IJED. – 2017. – Vol. 14. – № 2. – URL: https://www.researchgate.net/publication/322950920_Relevance_of_Green_Buildings_and_its_Present_Practices (accessed: 15.09.2021).
9. Jekologichnaja arhitektura: 6 samyh “zelenyh” zdaniy v mire [Sustainable architecture: 6 of the greenest buildings in the world] [Electronic resource] // RBK [RBK]. – 2019. – URL: <https://realty.rbc.ru/news/5d8b1bf59a7947bde48c1613> (accessed: 20.09.2021). [in Russian]
10. Sadyhova Zh. I. “Zelenoe” stroitel'stvo v Rossii i mire [“Green” construction in Russia and the world] / Zh. I. Sadyhova // Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma “Nadezhnost' i kachestvo” [Proceedings of the International Symposium "Reliability and Quality"]. – 2018. – V. 1. – P. 305-308. [in Russian]
11. Mindzaeva M. R. Sravnitel'nyj analiz zarubezhnyh standartov jekologicheskogo stroitel'stva i ih vlijanie na formirovanie rossijskih jeko-standartov [Comparative analysis of foreign standards for ecological construction and their influence on the

formation of Russian eco-standards] / M. R. Mindzaeva, Ju. V. Gorgorova // Inzhenernyj vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don]. - 2013. - № 4 (27). [in Russian]

12. Telichenko V. I. Sozdanie nacional'noj sistemy "Zelenyh" standartov v RF [Creation of a national system of "green" standards in the Russian Federation] / V. I. Telichenko, A. A. Benuzh, D. N. Morozov // Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tehnologii XXI veka [Building materials, equipment, technologies of the XXI century]. - 2019. - № 3-4 (242-243). - P. 10-11. [in Russian]

13. Fedorov B. G. Jekonomiko-jekologicheskie aspekty vybrosov uglekislogo gaza v atmosferu [Economic and environmental aspects of carbon dioxide emissions into the atmosphere] / B. G. Fedorov // Problemy prognozirovanija [Problems of forecasting]. - 2018. - № 5. - P. 86-101. [in Russian]

14. Proizvoditeli cementa sokrashajut vybrosy SO₂ i "ozelenajut" beton [Cement producers reduce CO₂ emissions and "green" concrete] [Electronic resource] // Platforma Ustojchivoe razvitie [Platform for Sustainable Development]. - 2020. - URL: <https://sdpl.ru/1051-proizvoditeli-cementa-sokraschajut-vybrosy-so2-i-ozelenayut-beton.html> (accessed: 20.09.2021). [in Russian]

15. Voronin P. M. Utilizacija othodov: opyt i perspektivy [Waste utilization: experience and prospects] / P. M. Voronin // Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk [Actual problems of the humanities and natural sciences]. - 2015. - № 6-4. - P. 41-43. [in Russian]

16. Stokker T.F. IPCC AR5 WG1. Izmenenie klimata, 2013 g. Fizicheskaja nauchnaja osnova. Rezhume, Chasto zadavaemye voprosy i perekrojstnye vstavki po glavam [Physical scientific basis. Summary, Frequently Asked Questions and Cross-Chapter Chapters] / T.F. Stokker, D. Cin', Dzh.-K. Plattner // IPCC [IPCC]. - 2013. - (Chast' vklada Rabochej grupy I v Pjatyj ocenocnyj doklad Mezhpriatel'stvennoj grupy jekspertov po izmeneniju klimata). [in Russian]

17. Golikova A. A. Passivnyj dom (jekodom) [Passive house (eco-house)] / A. A. Golikova, Z. S. Nagaeva // Stroitel'stvo i tehnogennaja bezopasnost' [Construction and technogenic safety]. - 2019. - № 14 (66). - P. 15-20. [in Russian]

18. Larionov A. N. Jekologizacija zhilishhnogo stroitel'stva kak faktor razvitija regional'nogo rynka zhil'ja [Greening housing construction as a factor in the development of the regional housing market] / A. N. Larionov, V. G. Poljakov // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija 3: Jekonomika. Jekologija [Bulletin of the Volgograd State University. Series 3: Economics. Ecology]. - 2003. - № 8. - P. 97-104. [in Russian]

19. Shevchenko A. S. Formirovanie i realizacija metodicheskikh principov jekologicheskogo domostroenija (na primere biznes-proekta avtonomnogo jenergojefektivnogo kompleksa "Jekodom") [Formation and implementation of methodological principles of ecological housing construction (on the example of the business project of the autonomous energy efficient complex "Ecohouse")] / A. S. Shevchenko, E. G. Velichko, Je. S. Chovrebov // Vestnik MGSU [Vestnik MGSU]. - 2017. - №4 (103). - P. 415-428. [in Russian]

20. Mahortova Ja. I. Jekologicheskoe stroitel'stvo zdanij i sooruzhenij [Ecological construction of buildings and structures] / Ja. I. Mahortova, M. A. Razakov, I. V. Trofimova // Jekologija i stroitel'stvo [Ecology and construction]. - 2020. - № 2. - P. 27-35. [in Russian]

21. Jekodom: 10 udivitel'nyh postroek, kotorye ne vredjat okruzhajushhej srede [Ecohouse: 10 amazing buildings that do not harm the environment] [Electronic resource] // Jekoby.ru [Ecoby.ru]. - URL: <https://www.ecoby.ru/article/050515/1442/> (accessed: 25.09.2021). [in Russian]