

Самогоров Виталий Александрович, Фадеев Артем Викторович, Котмышева Полина Дмитриевна
Самарский государственный технический университет

Samogorov Vitaly, Fadeev Artem, Kotmysheva Polina
Samara State Technical University

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ RECYCLING BUILDING MATERIALS IN MODERN ARCHITECTURE

Статья посвящена исследованию теоретических концепций и практического опыта в области повторного использования строительных материалов в архитектуре. Рассматриваются примеры успешно реализованных проектов. Сформулированы основные принципы повторного использования строительных материалов.

The article is devoted to the study of theoretical concepts and practical experience in the field of recycling building materials in architecture, and examples of successfully implemented projects are considered. The article formulates the basic principles of recycling building materials.

Ключевые слова: вторичные строительные материалы, переработка, повторное использование, экология, устойчивое развитие, экономика замкнутого цикла

Keywords: recycled building materials, recycling, reuse, ecology, sustainable development, circular economy

Введение

В современном мире на человека оказывает влияние множество факторов, которые определяют уровень и качество жизни. Среди них – экология, которая на сегодняшний день является одной из наиболее актуальных областей знания. Экологический кризис – это результат дисбаланса человека и природы, который влечет за собой нарушение равновесия в экологической сфере. К основным экологическим проблемам в мире относят: стремительное ухудшение генофонда, вырубку лесов, загрязнение атмосферы, почвы и воды, истощение полезных ископаемых, разрушение озонового слоя и др. [1, 2]. В России, помимо вышеперечисленных факторов, причинами основных экологических проблем являются: ветхая инфраструктура, культура одноразового потребления, большое число мусорных свалок, отсутствие организованной системы приема отходов и переработки сырья, токсины от захоронения мусора, которые растут в связи со стремительными масштабами развития индустриального мира [3, 4]. Все это приводит к увеличению уровня потребляемого продовольствия и, как следствие, количеству отходов, которые не перерабатывают и не используют повторно, например строительный мусор [5]. Практически 40 % производимых на планете отходов связано со строительной отраслью, где основными материалами являются кирпич, бетон, сталь, стекло, дерево и пластик

[6, 7]. В данной статье представлены способы предотвращения этого негативного процесса и возможности его изменения путем повторного использования строительных материалов [8].

Принципы циркулярной экономики были внедрены в строительный сектор проектов с целью повторного применения строительных материалов в будущем. Это привело к созданию принципа 3R – Reduce, Reuse, Recycle, что обозначает сокращение, переработку и повторное использование. Сокращение в архитектуре может проявляться в возможности применения экологически чистых материалов, пригодных для повторного использования. Переработка представляет альтернативу выбрасываемым материалам, которые не пригодны для адаптации. Повторное использование может принимать различные формы: от повторной эксплуатации материалов и элементов строительства до реформативирования конструкций. Одной из таких форм является адаптивное повторное использование [9]. Несмотря на то, что замкнутый строительный цикл набирает популярность, применение вторичных материалов до сих пор является узкоспециализированной практикой в архитектуре в силу существенного отличия данного метода от стандартной практики проектирования. Экономика замкнутого цикла работает на максимизацию материальных ценностей с использованием имеющихся ресурсов через круговые потоки, что приводит к сокращению отходов и потребления первичных ресурсов, а также снижению нагрузки на окружающую среду. Сре-

ди всех сценариев повторная адаптация строительных ресурсов имеет самый высокий приоритет и позволяет максимизировать ценность материалов [10].

Цель статьи заключается в изучении проблемы и потенциала вторичного использования строительных материалов в архитектуре при внедрении принципов циркулярной экономики. В настоящее время идет стремительное развитие технологического прогресса, что несомненно упрощает нашу жизнь и улучшает ее качество. Но именно этот процесс оказывает негативное влияние на окружающую среду, в результате чего появляются проблемы, влияющие на качество жизни человека. В Самаре историческая часть города представляет собой преимущественно ветхую застройку, которая хранит в себе историческую ценность, а здания, которые идут под снос, в результате дают лишь строительный мусор. Строительные отходы можно превратить в ресурсы, а данный метод разрешит большое количество проблем, которые являются актуальными в наши дни. Эта технология дает возможность проектировать не только экологичные здания, но и несет экологическую идеологию. Архитектура должна отвечать современным требованиям и учитывать серьезные проблемы экологии и замкнутого строительного цикла.

Идеология повторного использования строительных материалов

Основными идеологическими принципами повторного использования строительных материалов являются: экология, замкнутый строительный цикл, культура осознанного потребления, историческая ценность, художественный образ, уникальность, эстетика.

Экология является ключевым движущим звеном циклической экономики, так как современная архитектура стремится учитывать существующие проблемы и предоставлять способы их разрешения, а экология является наиболее актуальной проблемой нашего времени и напрямую влияет на тенденции в архитектуре.

Замкнутый строительный цикл позволяет существенно сократить потребляемые ресурсы и уменьшить количество отходов, которые на 40 % состоят из строительного мусора. Помимо этого, замкнутый строительный цикл позволяет существенно сократить выбросы углекислого газа за счет уменьшения энергоресурсов, затраченных на строительную отрасль и сокращение первичных строительных материалов. Результаты исследований предыдущих лет в области повторного использования материалов в архитектуре, например, Финляндии, показали, что повторное использование строительных материалов сокращает выбросы углекислого газа более чем на 60 %.

Культура осознанного потребления представляет собой отказ от нерационального и чрезмерного использования ресурсов и является тенденцией современного общества, в котором строительная отрасль является важным компонентом [11-13].

Историческая среда становится неотъемлемой частью культуры и сочетает в себе дух времени и память места, позволяет объектам быть источниками информации о прошлом и оказывать эстетическое, историческое, художественное и научное воздействие на человека.

Художественный образ представляет собой искусство передачи информации и идей автора и отвечает высшим духовным потребностям человека. Художественный образ в архитектуре зданий – это симбиоз практичности, функциональности, искусства и красоты.

Уникальность – это категория, подразумевающая редкость и уход от стандартов в пользу абсолютно нового, отличающегося от привычного. Стремление к уникальности всегда было одной из ведущих тенденций строительной отрасли. Вторичное использование строительных материалов заведомо подразумевает уникальность и творческий почерк, и актуальность этого метода растет.

Эстетика относится к чувственному восприятию, а эстетический опыт влияет на нашу жизнь и включает сенсорное восприятие, когнитивные и эмоциональные реакции, а визуальная эстетика влияет на восприятие архитектуры. Исследования показали, что предоставление эстетической информации играет ключевую роль в принятии решений, а продукт становится более привлекательным, если будет иметь взаимосвязь эстетики и ценности продукта. Помимо этого, экологические решения положительно влияют на предпочтения людей [14].

Теоретические исследования повторного использования строительных материалов

Концепция Zero Waste, что в переводе означает «нулевые отходы», выступает за принципы устойчивого развития строительной отрасли, целью которой является сокращение энергопотребления и природных ресурсов. В статье «Zero Waste в архитектуре: переосмысление, сокращение, повторное использование и переработка» исследуется воздействие строительной отрасли на окружающую среду и рассматриваются пути изменения этого негативного цикла. В силу того, что строительная отрасль является наиболее потребляющей природные ресурсы сферой человеческой деятельности, неэффективные процессы производства и излишние потери стремительно ухудшают сложившуюся ситуацию. Главная мысль статьи заключается в стремлении к улучшению эффективности использования ресурсов, сокращению отходов и необходимости рассмотрения всех ресурсов как ценных. С учетом плохой тенденции, показанной на примере Бразилии, где строительные отходы составляют 50-70 % от общего количества образуемых отходов, актуальность осознанного потребления и концепция экономики замкнутого цикла растет и могут изменить эту парадигму. В отличие

от линейной экономики, где продукт превращается в отходы, экономика замкнутого строительного цикла возвращает отходы в производственный процесс. Концепция Zero Waste является этической и эффективной дальновидной целью, которая способна изменить культуру использования материалов в положительную сторону [9].

Сохранение ресурсов и их повторное использование играют важнейшую роль в устойчивом развитии. Строительная отрасль должна адаптироваться к современным требованиям нашего времени и быть ведущей в изменении других отраслей. В силу того, что будущее неизбежно зависит от переработки и восстановления строительных материалов, важно учитывать существующие опасения и вовлекать людей в этот процесс.

В статье «10 примеров апсайклинга в архитектуре» (апсайклинг превращает сырье в более ценный продукт, нежели он был до этого – прим. авторов) анализируются отходы строительной отрасли, которые включают на 6 основных материалов: кирпич, бетон, сталь, стекло, дерево и пластик. Речь идет о концепции повторного использования материалов, к которой применяется два подхода. В основе первого подхода вторичные строительные материалы используются с незначительными изменениями или без них. Второй подход представляет собой смешение или изменение структуры материалов для получения новых продуктов с минимальным энергопотреблением. Кроме того, в этой статье уделяется внимание способам восстановления и улучшения качества и ценности строительных ресурсов, а также идет речь о задачах, поставленных перед архитекторами, которые заключаются в предоставлении альтернатив образованию отходов [15].

В статье «Повторно используемые и переработанные материалы в 10 проектах дизайна интерьера» речь идет о важности переработки и повторного использования материалов в гражданском строительстве. Рациональным подходом к созданию более устойчивого и ответственного будущего становится изменение функций старых материалов и предметов в пользу создания новых строительных элементов с помощью переработки вторичного сырья [8]. Статистика показывает, что вторично используемые или переработанные строительные материалы чаще всего используются в фасадах новых зданий и строительных конструкций так как их эстетичность внутри здания для многих не доказана. Однако наличие подобных материалов в интерьерах может иметь новый смысл, а также указывать на необходимость устойчивого развития и минимизации воздействия на окружающую среду – цель, которую сформировало современное общество [16].

В прошлом архитектура была ориентирована на имитацию форм природы, что напоминало создание искусственных «экосистем», которые были связаны с понятием устойчивого развития. В статье «Зеленый капитализм и архитектура: экологически чистые мате-

риалы и технологии» поднимается проблема защиты окружающей среды, которая является ресурсом и может рассматриваться как товар, так как для экономического роста и прибыли необходимо восстановление природных ресурсов. Эта концепция рассматривает природные ресурсы как капитал и является основой свободной рыночной экономики. Она стала популярной в 1990-х гг. благодаря Программе Организации Объединенных Наций по окружающей среде. Зеленый капитализм играет важнейшую роль, поскольку природные ресурсы ограничены, а строительная отрасль должна находить способы увеличения производительности при меньших затратах. Зеленый капитализм утверждает, что использование экологически чистых методов будет наиболее прогрессивным движением в случае экологических кризисов. Подобные конструкции включают циклическую экономику с возможностью модификации и использования переработанных материалов для снижения углеродного следа [17].

В статье «Роль вторичного использования строительных материалов в экономике замкнутого цикла» исследуются страны Европы. Евросоюз и его законодательство по отходам ориентированы на их дальнейшую переработку. В 2016 г. в ЕС на строительный сектор пришлось 40 % древесно-строительных отходов, что значительно больше, чем в центральной и южной Европе, где он составляет около 5 %. В 2019 г. около 95 % древесных отходов сжигалось для получения энергии, а остальная часть регенерировалась. Понимая все эти аспекты, восстановление материалов должно иметь приоритет над энергетикой. На примере Финляндии, где деревянные конструкции обычно сносятся механическим образом, внутренняя часть дома разбирается вручную, а строительную конструкцию дробят на куски, отходы разделяются и сортируются для дальнейшей утилизации – приоритетом является оперативность и экономичность работ. Исследования вторичного использования материалов в Финляндии показывают управление пятью основными видами строительных отходов в стране, к которым относятся: металл, бетон, минералы, древесина, а также их смеси, и включают анализ затрат экологического жизненного цикла материалов. Хотя древесные остатки и отходы эффективно используются для производства энергии, ценность жизненного цикла древесины обычно не увеличивается. Поэтому реализация концепции каскадирования является приоритетной задачей [10].

Опыт проектирования объектов из вторичных строительных материалов

Школа Шиладеви Дхоксан в Шанкхарануре, Непал, арх. бюро supertecture gUG, 2019 г.

Чтобы продемонстрировать потенциал Непала для устойчивых, возобновляемых и циклических технологий в строительстве, каждое помещение школы (рис. 1) было построено как отдельный дом, используя различ-

ные инновационные и недооцененные материалы, такие как пожертвованные кирпичи, земля в сочетании с бамбуком, соломой, камни и каменные склоны, а также старые окна. Часть кирпичей, оставшихся после землетрясения, были использованы для первого блока. Это привело к сбору более 14000 кирпичей 50 разных видов, каждый из которых имел уникальную связку. Крыша школы состоит из двух разных скатов черепицы. Второй блок построен из местной земли, крыша здания выполнена из местного бамбука и покрыта соломой. Около 700 старых окон было собрано и отреставрировано, чтобы использовать их в качестве фасада и крыши в многофункциональном доме [18].

Дом Fuelle Roga, OMCM arquitectos, 2019 г. г. Асунсьон, Парагвай

Усилия архитекторов были сконцентрированы на создании проекта, который был бы экономичным и одновременно позволял перестроить дом с небольшим бюджетом (рис. 2).

Изначально планировалось адаптировать новый проект к существующему дому, чтобы свести к минимуму

сносы. Однако в процессе работ стало очевидно, что дом имеет скрытые патологии, в результате чего пришлось снести более 70 % конструкций. В результате образовалась большая куча щебня из различных материалов, который стал ключевым материалом для строительства. Повторное применение щебня при реконструкции позволило продемонстрировать эстетические возможности этого материала для создания нового образа здания. Этот проект стал примером творческого отношения к материалам, уже однажды использованным в строительстве [19].

Общественный дом Камикацу, Япония, 2015 г., арх. бюро Hiroshi Nakamura & NAP

Камикацу известен как город, в котором практически нет строительного мусора. Его жители стремятся добиться нулевого уровня отходов и стать устойчивым сообществом за счет повторного использования строительных материалов. Город уже достиг уровня утилизации отходов 80 %, разделив отходы на 34 категории и выставив использованные предметы в центре переработки, как в магазине (рис. 3).



Рис. 1. Начальная школа Шиладеви (archdaily.com)



Рис. 2. Дом Fuelle Roga (archdaily.com)



Рис. 3. Общественный дом Камикацу (archdaily.com)

Частный бизнес, вдохновленный принципами города, запустил проект, объединив магазин товаров для дома, продуктов питания, пивоварню и паб. Были воплощены принципы сообщества и стремления жителей по отношению к отходам. Целью стало создание общественного дома, которым могло бы гордиться сообщество. Окна, стоявшие ранее в городских зданиях, были повторно использованы для фасада нового здания, а для внутренней отделки основными материалами стали отходы кедровой доски местного производства и старая плитка с керамического завода. Общественный дом Камикацу стал примером импровизации и творчества в проектировании с использованием строительных отходов, что помимо экономии ресурсов, энергии и сокращения вредных выбросов, способствует также развитию туризма в городе. Город вдохновился этим примером, и недавно был установлен контейнер для строительных отходов в центре города [20].

Отель и ресторан на территории бывшей фабрики Монтальвана, Севилья, Испания, 2018 г., арх. бюро AF6 Arquitectos

Старинная гончарная фабрика керамики Montalván закрылась в 2012 г., но благодаря использованию оставшейся от производства керамики, стала местом создания современной архитектуры. Фабрика представляет собой пример современных интерпретаций яркого прошлого промышленного и керамического наследия. Проект развивает устойчивую экологическую концепцию, когда отходы используются для создания современной архитектуры, сочетающей в себе экологическую эффективность, эстетику и платежеспособность (рис. 4).

Строительство нового уникального здания потребовало творческого подхода архитекторов при повторном использовании материалов старого, включая остатки фабричных материалов. В проекте исследуются формы взаимодействия прошлого и настоящего. Этот уникальный подход в проектировании основан на сочета-

нии современных методов строительства и глубокого понимания социально-культурного контекста [21].

Лайф Хаус, г. Алтус, Парагвай, 2018 г., арх. бюро BAUEN

Проект представляет собой экологический минималистический дом с перетекающим пространством, выполненный из переработанных строительных деталей. Основным материалом является металл из вторичного сырья, который со временем будет окисляться, изменяя текстуру и облик здания, что придаст дому актуальный внешний облик [22] (рис. 5).

Вилла Welpelo, Роттердам, Нидерланды, 2009 г., арх. бюро Superuse Studies

Дом на 60 % состоит из повторно используемых строительных материалов. Фасады здания выполнены из деревянных досок с соседнего завода. Конструкции выполнены из стальных элементов текстильной машины, утеплитель – из повторно используемого полистирола. Для внутренней отделки здания также использовались вторичные строительные материалы, которые подверглись минимальной обработке. Было выявлено, что повторное использование материалов на фасадах генерирует только 5 % углекислого газа, аналогичное сокращение произошло и при использовании вторичных конструкций во внутренней отделке дома (рис. 6).

В процессе строительства проект часто модифицировался из-за непредсказуемости свойств вторичных материалов или из-за отсутствия стандартных методов их обработки и строительства [23].

Выводы

Изучив зарубежный опыт проектирования зданий из вторичных строительных материалов и научные статьи по данной теме, выявлены основные ресурсы, чаще всего используемые для повторного применения: щебень, камень, кирпичи, стекло, древесина, черепица, металл, пластик, керамика, поликарбонат, блок-контейнеры, смешанный строительный мусор. Помимо этого,



Рис. 4. Отель и ресторан на территории бывшей гончарной фабрики Монтальвана (archdaily.com)



Рис. 5. Лайф Хаус (archdaily.com)



Рис. 6. Вилла Welpeloo (archdaily.com)

в практике повторного использования материалов имеются положительные примеры применения отдельных конструкций и деталей во внешней отделке и интерьерах новых зданий, таких как оконные рамы и дверные полотна, отдельные цельные фрагменты зданий и пр. Изменение климата и нехватка ресурсов подталкивают общество к созданию более устойчивых решений в строительной отрасли. Исследования в области повторного использования стройматериалов в архитектуре показывают, что такие решения имеют важный идеологический смысл и успешно применяются при разработке архитектурных проектов новых зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поддубный А.В. Экологические проблемы и

устойчивое развитие регионов. Владивосток: ТИДОТ ДВГУ, 2002. 143 с.

2. Гвоздовский В.И., Князева М.Н., Сизова А.И. Экологические проблемы крупного города, средства и методы их решения // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, №3. С. 63–67. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11.

3. Вавилова Т.Я. Обзор современных зарубежных концепций экологизации среды жизнедеятельности // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, №3. С. 113–125. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.15.

4. Сухина Е.А. Становление и особенности сертифицирования российских экологических стандартов в строительстве // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, №2. С. 96–103. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.13.

5. Государственная программа Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 годы. [Электронный ресурс]. URL: <https://web.archive.org/web/20131009232421/> (дата обращения: 19.10.2023).
6. Попов Д.В., Попов В.П. Усиление оснований дисперсным армированием из пластиковых отходов // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 3. С. 70–77. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.03.10.
7. Строительные материалы и изделия / В.С. Руднов, Е.В. Владимирова, И.К. Доманская, Е.С. Герасимова; под общ. ред. И.К. Доманской. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2018. 203 с.
8. Литвинова Ю.В. Тенденции развития и пути создания новых строительных материалов // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, №2. С. 48–52. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.02.8.
9. Souza Eduardo. Zero Waste in Architecture: Rethink, Reduce, Reuse and Recycle. Available at: <https://www.archdaily.com/928391/why-flexibility-and-material-reuse-are-key-aspects-of-sustainability> (accessed 19 October 2023).
10. Magomedov Kemran, Gundareva Alexandra, Komarov Vladislav, Abukov Shamil The role of secondary use of building materials in the circular economy. May 2021. LAPLAGE EM REVISTA 7(Extra-B):271-277. DOI: 10.24115/S2446-622020217Extra-B919p.271-277.
11. Завгородняя А.С. Культура осознанного потребления // Цифровая наука. 2022. № 2. С. 33–40.
12. Жигулина А.Ю., Пономаренко А.М. Инновационные решения в проектировании систем мусороудаления для многоэтажных зданий // Градостроительство и архитектура. 2022. Т.12, №4. С. 4–10. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.1.
13. Пенчук В.А., Даценко В.М. О перспективах применения блочных и мобильных установок сортировки ТБО с учетом их объемов и дальности рассредоточения // Градостроительство и архитектура. 2014. №2 (15). С. 106–110.
14. Yaqi Zhang, Yao Song, Jing Luo The Effect of Sustainable and Natural Looking on Perceived Aesthetics and Eco-Friendliness in Building Material Evaluation. Buildings. 2023. V. 13(2). P. 483. DOI: 10.3390/buildings13020483.
15. Ruchi Kumbhani. 10 Examples of Upcycling in Architecture. Rethinking The Future. Available at: <https://www.re-thinkingthefuture.com/rtf-fresh-perspectives/a1989-10-examples-of-upcycling-in-architecture/> (accessed 19 October 2023).
16. Julia Daudén. Reused and Recycled Materials in 10 Interior Design Projects. Available at: <https://www.archdaily.com/943120/reused-and-recycled-materials-in-10-interior-design-projects> (accessed 19 October 2023).
17. Camilla Ghisleni. Eco-Capitalism and Architecture: Environmentally Friendly Materials and Technologies. Available at: <https://www.archdaily.com/992141/eco-capitalism-and-architecture-environmentally-friendly-materials-and-technologies> (accessed 19 October 2023).
18. Paula Pintos. Nepal School Extension, Shiladevi Primary School Dhoksan / supertecture gUG. Available at: <https://www.archdaily.com/989311/nepal-school-extension-shiladevi-primary-school-dhoksan-supertecture-gug> (accessed 19 October 2023).
19. Clara Ott. Fuelle Roga House / OMCM arquitectos. Available at: <https://www.archdaily.com/930649/fuelle-roga-house-omcm-arquitectos> (accessed 19 October 2023).
20. Fernanda Castro. Kamikatz Public House / Hiroshi Nakamura & NAP. Available at: <https://www.archdaily.com/892767/kamikatz-public-house-hiroshi-nakamura-and-nap> (accessed 19 October 2023).
21. Clara Ott. Hotel and Restaurant in the ancient Montalván Pottery Factory / AF6 Arquitectos. Available at: <https://www.archdaily.com/916166/hotel-and-restaurant-in-the-ancient-montalvan-pottery-factory-af6-arquitectos> (accessed 19 October 2023).
22. Clara Ott. Laif House / BAUEN. Available at: <https://www.archdaily.com/928865/laif-house-bauen> (accessed 19 October 2023).
23. Urszula Kozminska. Circular design: reused materials and the future reuse of building elements in architecture. Process, challenges and case studies 2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 225 012033. DOI 10.1088/1755-1315/225/1/012033.

REFERENCES

1. Poddubny A.V. Environmental problems and sustainable development of regions: Textbook. - Vladivostok: TI-DOT DVGU, 2002. - 143 p.
2. Gvozdovsky V.I., Knyazeva M.N., Sizova A.I. Metropolis Environmental Problems: Methods of Solution // Urban Construction and Architecture. 2017. V.7, 3. Pp. 63–67. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11.
3. Vavilova T.Ya. Review of Modern Foreign Concepts of Environmentalization of the Living Environment // Urban Construction and Architecture. 2019. V.9, 3. Pp. 113–125. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.15.
4. Sukhinina E.A. Formation and features of certification of Russian environmental standards in construction // Urban Construction and Architecture. 2019. V. 9, 2. Pp. 96–103. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.13.
5. State program of the Russian Federation “Environmental Protection” for 2012–2020. [Electronic resource] // Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. 2014. URL: <https://web.archive.org/web/20131009232421/>
6. Popov D.V., Popov V.P. Reinforcement of bases with dispersed reinforcement from plastic waste. Gradostroitel'stvo i arhitektura [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 3, pp. 70–77. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.03.10.
7. Construction materials and products: textbook / V. S. Rudnov, E. V. Vladimirova, I. K. Domanskaya, E. S. Gerasimova; under the general editorship of I. K. Domanskaya; Ekaterinburg: Ural University Publishing House, 2018. 203 p.

8. Litvinova Yu.V. Development trends and creation of new building materials // *Urban Construction and Architecture*. 2017. V.7, 2. Pp. 48-52. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.02.8.
9. Souza Eduardo. Zero Waste in Architecture: Rethink, Reduce, Reuse and Recycle. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/928391/why-flexibility-and-material-reuse-are-key-aspects-of-sustainability>
10. Magomedov Kemran, Gundareva Alexandra, Komarov Vladislav, Abukov Shamil The role of secondary use of building materials in the circular economy. May 2021. *LAPLAGE EM REVISTA 7(Extra-B):271-277* DOI: 10.24115/S2446-622020217Extra-B919p.271-277
11. Zavgorodnyaya A. S. Culture of conscious consumption. *Digital science*. 2022. No. 2. P. 33-40
12. Zhigulina A.Yu., Ponomarenko A.M. Innovative Solutions in the Design of Waste Disposal Systems for Multi-Storey Buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura [Urban Construction and Architecture]*, 2022, vol. 12, no. 4, pp. 4x-10. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.1.
13. Pencuk V.A., Datsenko V.M. On the prospects for the use of block and mobile solid waste sorting plants, taking into account their volumes and dispersal range // *Urban planning and architecture*. 2014. N. 2 (15). P. 106-110.
14. Yaqi Zhang, Yao Song, Jing Luo The Effect of Sustainable and Natural Looking on Perceived Aesthetics and Eco-Friendliness in Building Material Evaluation. *Buildings* 2023, 13(2), 483; doi: 10.3390/buildings13020483
15. Ruchi Kumbhani. 10 Examples of Upcycling in Architecture. *Rethinking The Future*. URL: <https://www.re-thinkingthefuture.com/rtf-fresh-perspectives/a1989-10-examples-of-upcycling-in-architecture/>
16. Julia Daudén. Reused and Recycled Materials in 10 Interior Design Projects. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/943120/reused-and-recycled-materials-in-10-interior-design-projects>
17. Camilla Ghisleni. Eco-Capitalism and Architecture: Environmentally Friendly Materials and Technologies. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/992141/eco-capitalism-and-architecture-environmentally-friendly-materials-and-technologies>
18. Paula Pintos. Nepal School Extension, Shiladevi Primary School Dhoksan / *supertecture gUG*. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/989311/nepal-school-extension-shiladevi-primary-school-dhoksan-supertecture-gug>
19. Clara Ott. Fuelle Roga House / *OMCM arquitectos*. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/930649/fuelle-roga-house-omcm-arquitectos>
20. Fernanda Castro. Kamikatz Public House / Hiroshi Nakamura & NAP. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/892767/kamikatz-public-house-hiroshi-nakamura-and-nap>
21. Clara Ott. Hotel and Restaurant in the ancient Montalván Pottery Factory / *AF6 Arquitectos*. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/916166/hotel-and-restaurant-in-the-ancient-montalvan-pottery-factory-af6-arquitectos>
22. Clara Ott. Laif House / *BAUEN*. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/928865/laif-house-bauen>
23. Urszula Kozminska. Circular design: reused materials and the future reuse of building elements in architecture. *Process, challenges and case studies 2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 225 012033 DOI 10.1088/1755-1315/225/1/012033

Для ссылок: *Самогоров В.А., Фадеев А.В., Котмышева П.Д.* Повторное использование строительных материалов в современной архитектуре // *Innovative project*. 2024. Т.9, №15. С. 48-55. DOI: 10.17673/IP.2024.9.15.6

For references: *Samogorov V.A., Fadeev A.V., Kotmysheva P.D.* Recycling building materials in modern architecture. *Innovative project*. 2024. Vol.9, No. 15. pp. 48-55. DOI: 10.17673/IP.2024.9.15.6