

СОСТОЯНИЕ СФЕРЫ ОБРАЩЕНИЯ С СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ ЗА РУБЕЖОМ

Константин Анатольевич Яковенко¹, Василий Алексеевич Искрин²

^{1,2} Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
ДНР, Макеевка, Россия, ¹ k.a.yakovenko@donnasa.ru, ² v.a.iskrin@donnasa.ru

Аннотация. В статье рассмотрены подходы к обращению с отходами строительства и сноса в европейских странах, США и на Востоке. Постепенное истощение природных ресурсов способствует рациональному отношению к материалам и поиску путей повторного использования отходов строительства и сноса. Потенциально большое количество отходов строительства и сноса в современных городах, дает возможность рассматривать город как ресурсную базу для строительства. В экономически развитых странах мира раньше обратили внимание на потенциал строительных отходов. Благодаря этому проблема повторного использования строительных отходов имеет в этих странах большую степень проработанности. Имеются научно обоснованные решения не только в области законодательства и инфраструктуре, но и в осознанном отношении населения этих стран к обращению с отходами строительства и сноса. Рост количества населения в мире, износ существующего жилого фонда приводит к необходимости постоянного увеличения объемов строительства, это влечет за собой увеличение отходов строительства и сноса, которые требуют рационального использования.

Ключевые слова: отходы строительства и сноса (ОСС), вторичные материалы, переработка, повторное использование, свалки, полигоны отходов

Для цитирования: Яковенко К. А., Искрин В. А. Состояние сферы обращения с строительными отходами за рубежом // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2024. Выпуск 2024-5(169) Инженерные системы и техногенная безопасность. С. 58–65. doi: 10.71536/vd.2024.5c169.7. edn: ezwxsq.

Original article

STATE OF CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT ABROAD

Konstantin A. Yakovenko¹, Vasily A. Iskrin²

^{1,2} Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
DPR, Makeevka, Russia, ¹ k.a.yakovenko@donnasa.ru, ² v.a.iskrin@donnasa.ru

Abstract. The article considers approaches to construction and demolition waste management in European countries, the USA and the East. The gradual exhaustion of natural resources favours a rational attitude to materials and the search for ways to reuse construction and demolition waste. Potentially large amount of construction and demolition waste in modern cities, makes it possible to consider the city as a resource base for construction. In the economically developed countries of the world, the potential of construction waste was noticed earlier. Due to this, the problem of construction waste reuse has a high degree of elaboration in these countries. There are science-based solutions not only in the field of legislation and infrastructure, but also in the conscious attitude of the population of these countries to the management of construction and demolition waste. Increasing population, economic growth, physical deterioration of the housing stock lead to an increase in the volume of construction, which in turn increases the volume of construction and demolition waste, which requires rational use.

Keywords: construction and demolition waste (C&D), secondary materials, recycling, reuse, landfills, landfill sites



For citation: Yakovenko K. A., Iskrin V. A. State of construction waste management abroad. *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Engineering systems and technological safety.* 2024;5(169):58–65. (In Russ.). doi: 10.71536/vd.2024.5c169.7. edn: ezwxsq.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Развитие науки, повышение уровня морального и физического износа жилого фонда, рост количества населения в мире, всё это предпосылки к повышению объёмов строительства. В свою очередь это приводит к увеличению объёма отходов строительства и сноса (ОСС), которые нуждаются в утилизации. В развитых и развивающихся странах наблюдается постоянный рост количества ОСС, эта тенденция привела ученых различных стран к идее сокращения потребления природных ресурсов и использования ОСС в качестве ресурсной базы для нового строительства.

Согласно ГОСТ Р 57678-2017: утилизация отходов- это использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация).

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Сферу обращения со строительными отходами изучали как отечественные ученые, так и зарубежные: С. П. Олейник, В. Д. Ключев, В. О. Чулков, Д. Зуо, Д. Ли, С. И. Носов, А. В. Алексанин, У. Усман и др. Этот вопрос так же неоднократно поднимается и освещается в различных отчетах, связанных с экологией. Все авторы сходятся в том, что необходимо использовать строительные отходы оставляя минимальное количество отходов на захоронение. Однако недостаточно развиты вопросы материалов, которые можно получить в результате переработки строительных отходов, и технологий что будут при этом использоваться, необходимо разрабатывать схемы логистического управления ОСС.

ЦЕЛЬ

Проанализировать системы управления строительными отходами за рубежом.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Ежегодно в ЕС производится около 850 млн тонн отходов строительства и сноса. Ранее такие отходы полностью отправлялись на захоронение, но в современном мире возможности расширились благодаря техническому прогрессу, металлолом можно перерабатывать практически бесконечно, асфальт используется повторно как в качестве засыпки, так и снова полноценно при строительстве дорог, из древесины делают пиломатериалы и ДСП, а стекло из окон и керамическая плитка могут быть превращены во множество новых продуктов. С начала 1980-х годов в таких странах, как Германия, Нидерланды, Австрия, Швеция, Венгрия, строительные отходы проходят утилизацию путем переработки на различных объектах. Процент рециклинга и рекуперации в странах ЕС колеблется от 5 до 98 %. Согласно данным Европейской комиссии по управлению строительными отходами, самыми успешными в деле утилизации материалов являются Нидерланды и Дания. Основой успеха данных стран стало создание, введение и четкое следование различных норм и положений, а также разработка собственных привязанных к их транспортной инфраструктуре логистической схемы по управлению отходами. Следующими успешными странами в деле переработки ОСС считаются Германия, Ирландия, Бельгия, Эстония и Великобритания [1]. На рисунке 1 приведено распределение по способам утилизации твердых коммунальных отходов (с входящими в них ОСС) в некоторых странах Европы.

Несмотря на значительные научные наработки в направлении утилизации ОСС, во многих странах ОСС продолжают отправлять на полигоны и свалки, без сортировки и извлечения полезных компонентов. В ряде стран используется более прогрессивный подход, закреплённый на законодательном уровне: в Нидерландах, Германии, Бельгии и Швейцарии существует запрет на захоронение несортированных отходов и перерабатываемых материалов. В США многие свалки не принимают отходы строительства, и их приходится перерабатывать. В Гонконге административное правило устанавливает, что строительные отходы, содержащие более 20 % инертного материала по объёму (или 30 % по массе), нельзя утилизировать на свалках. Это связано с тем, что вышеупомянутые отходы занимают большое пространство, и считается,

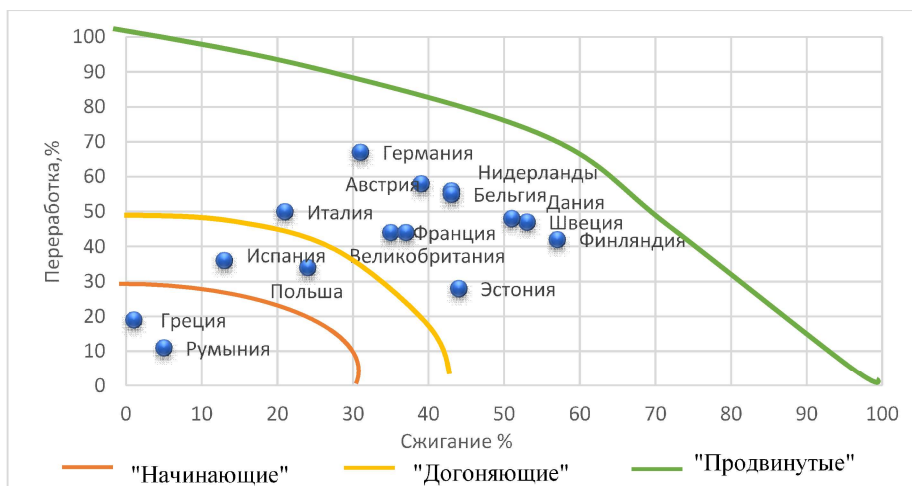


Рисунок 1 – Способы утилизации твердых коммунальных отходов (с входящими в них ОСС) в некоторых странах Европы.

что они производят вредный химический фильтрат, анаэробную деградацию, которая приводит к загрязнению воздуха, образующегося из органических отходов, и другим загрязнителям, которые способствуют подкислению и токсичному воздействию на грунтовые и поверхностные воды и почву при гниении, поэтому захоронение отходов строительства разрешается только при более высоких финансовых затратах. Многие страны при приеме отходов на полигоны требуют официальных доказательств того, что свозимые к ним отходы переработать невозможно. В зависимости от страны, вида лома и месторасположения свалки вывоз 1 т строительного мусора обходится от 10 до 150 евро. Поэтому многим застройщикам выгоднее тратить средства, время и усилия на переработку и утилизацию строительных отходов, чем вывезти их на свалку.

Согласно директиве ЕС от 30 мая 2018 года [2] наиболее эффективным способом повышения эффективности использования ресурсов и снижения воздействия на окружающую среду является предотвращение образования отходов. Это цель максимум. Пищевые отходы, согласно этому документу, должны сократиться на 50 % к 2030 году, прогнозы на отходы строительства и сноса в данном документе не представлены. Теоретический путь развития страны в сфере управления отходами представлен на рисунке 2. ОСС в данной цепочке останавливаются на повторном использовании, срок службы зданий ограничен сроками службы конструкций здания, что не даёт в полной мере предотвратить образование отходов.



Рисунок 2 – Градация и степени развития стран в сфере управления отходами.

Переработка и повторное использование отходов привлекает внимание большинства стран своей высокой экономической эффективностью, данные по проценту переработки ОСС отдельных стран представлены на рисунке 3 [3], [5], [6].

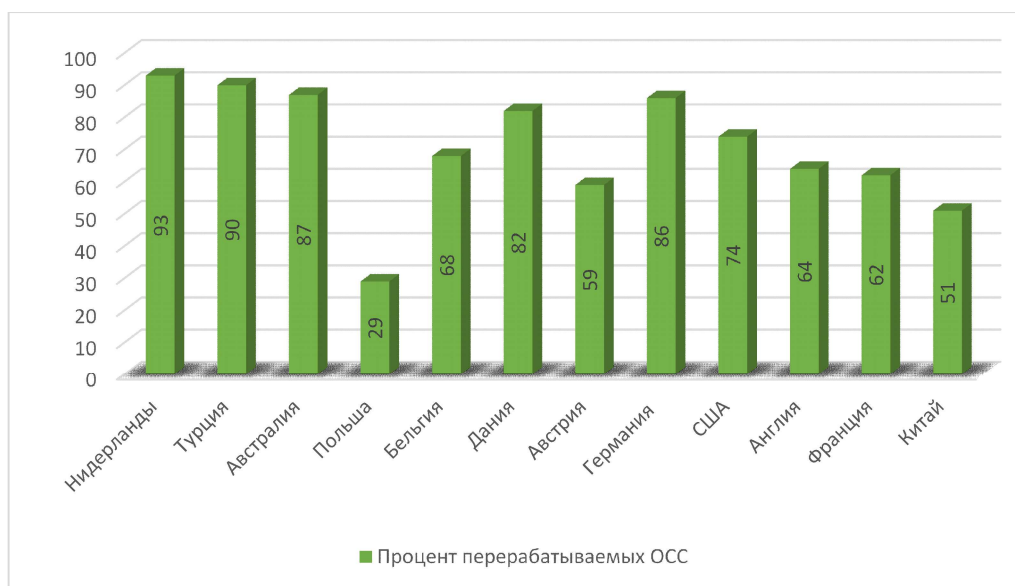


Рисунок 3 – Процент перерабатываемых ОСС в отдельных странах.

Согласно статистике 2018 года, в США было 292 млн тонн коммунальных отходов, а вот отходов строительства и сноса за тот же год в стране образовалось 600 млн тонн. Из всей этой массы 67,5 % это бетон, большая часть из которого образовалась именно при сносе зданий, а не при строительстве. Именно по этой причине в США предпочитают не сносить здания до последнего момента, а пытаются переориентировать их назначение. Из вышеуказанного числа ОСС направлены на переработку 445 млн тонн и лишь 155 млн тонн отправлены на свалку (74 % отходов стали вторичными материалами).

В ряде зарубежных стран переработка развивается в следствии поддержки индивидуальных предпринимателей. Именно предпринимателями создаются центры для переработки и утилизации отходов производства. К примеру, в Нидерландах и Германии действуют коммерческие заводы по переработке отходов строительства и сноса. В основном это востребовано в предпринимательской среде из-за активной политики государства в области поддержки предпринимателей, развивающих перерабатывающую промышленность. Предприятия не имеющие в своем составе структурные единицы по переработке отходов обязаны платить за это посторонним компаниям. Также дополнительными стимулами для использования отходов строительства и сноса в качестве вторичных для стран Европы является повышенный налог на их захоронение и субсидирование центров по переработке материалов, для США нередкой практикой является выигрыш тендеров на строительство зданий компаниями которые закладывают в проект использование вторичных материалов.

Насколько различается процент отправляемых на полигоны и свалки строительных отходов между Европейскими странами, так же сильно различие и по отдельным округам Китая. В 2014 году сообщалось, что только 20 предприятий специализировались на переработке ОСС по всему Китаю (China Strategic Alliance of Technological Innovation for Construction Waste Recycling Industry, 2014). К 2018 году насчитывается более 70 крупных предприятий по переработке отходов с мощностью переработки более 1 млн тонн в год (Китайский экологический союз, 2018). Однако в Китае наблюдается заметная несбалансированность развития индустрии переработки ОСС. Несколько городов, таких как Шэньчжэнь и Циндао, продвигают активную политику по переработке строительных отходов. К концу 2018 года в административном департаменте Циндао было зарегистрировано более 20 предприятий по переработке ОСС, а в Шэньчжэне – 42. Тем не менее, большинство китайских городов значительно отстают [10]. Объёмы строительных отходов в целом по Китаю представлены на рисунке 4, из которого становится ясно, что количество отходов в сфере строительства в стране за 6 лет увеличилось в полтора раза.

Возможности использования строительных отходов постоянно расширяются: это и использование в том же качестве/сфере без переработки, добавки в новым строительным материалам в той же сфере или

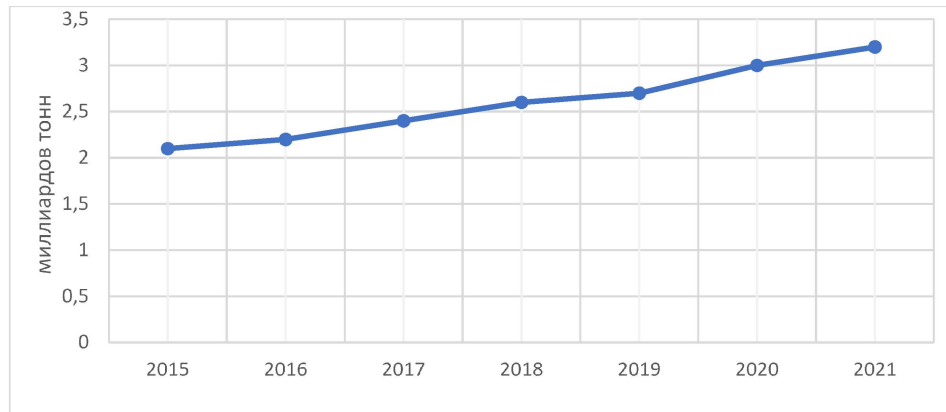


Рисунок 4 – Объём ОСС в Китае по годам [15].

в другой, использование в новом строительстве, при капитальном ремонте и реставрации, в качестве различных засыпок. Возможные направления использования ОСС после рециклинга представлены на рисунке 5.

Более тридцати лет в Европе действует Ассоциация по сносу зданий (European Demolition Association), которая объединяет фирмы из 17 стран мира. Основные задачи ассоциации – обмен опытом в области сноса строений, переработки строительного мусора и донесение проблем и возможностей технологии переработки до правительства и общественности. Во многих странах мира идут непрерывные исследования в направлении поиска способов повторного использования ОСС.

ВЫВОДЫ

Проблема накопления ОСС на Западе была принята во внимание раньше, чем в РФ, что позволило этим странам вырваться вперёд в вопросах нормативно-правового сопровождения и практической реализации процессов утилизации ОСС. Во многих странах мира рынок переработки строительных отходов не только прошел этап признания его права на существование как профессионального вида деятельности, но и доказал свою рентабельность. В развитых и развивающихся странах объёмы образования ОСС постоянно растут, причем этот рост прямо пропорционален экономическому росту страны, следовательно, рынок переработки строительных отходов при правильном подходе и нормативно-правовом обеспечении будет расти и развиваться.

В большинстве случаев на Западе при демонтаже строительных конструкций предпочитают измельчать ОСС до уровня каменного боя. В нашем ГОСТ Р 57678-2017 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов» есть указания, что измельчаются только те конструкции, которые нельзя использовать повторно. По этому вопросам повторного использования отдельных строительных конструкций следует уделить особое внимание.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Блументаль, Карин. Европейская статистика отходов / Карин Блументаль. – Текст : электронный // Семинар ЕЭК ООН/Евростат/ЕАОС по статистике отходов, Женева, 11–13 апреля 2012 года. – 24 с. – URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.33/2012/mtg1/rus_Session_1_European_waste_statistics_-_Karin_Blumenthal_Eurostat.pdf (дата обращения: 03.08.2024).
2. Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance). – Текст : электронный // Official website of the European Union : сайт. – [2023]. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32018L0851> (дата обращения: 15.07.2024).
3. Öztürk, M. İnşaat Yıkıntı Atıkları Yönetimi / M. Öztürk. – Текст : электронный // Çevre ve orman bakanlığı. – Ankara. – 2005. – 26 p. – URL: <http://www.tucev.org> (дата обращения: 15.08.2023).
4. ГОСТ Р 57678-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 сентября 2017 г. № 1163-ст : введен впервые : дата введения 2018-05-01 / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации материалов и технологий» (ФГУП «ВНИИ СМТ») совместно с Обществом с ограниченной ответственностью «Инновационный экологический фонд» (ООО «ИНЭКО»). – Москва : Стандартиформ, 2017. – 20 с. – Текст : непосредственный.

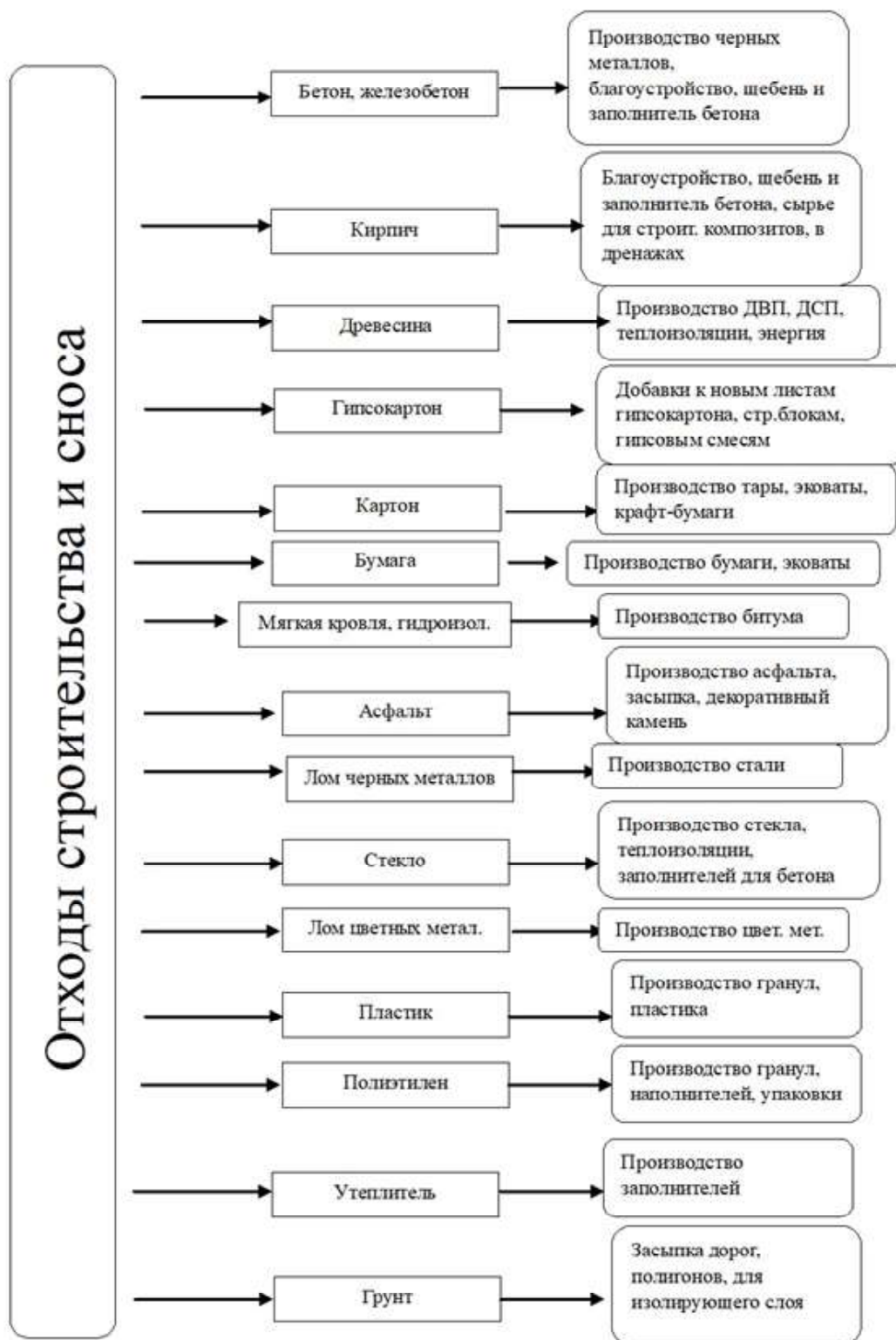


Рисунок 5 – Отходы строительства и сноса и их варианты применения в качестве вторичных материалов.

- Working Document № 1. – Текст : электронный // European Commission, Directorate-General, Environment, Directorate E-Industry and Environment, ENV.E.3 – Waste Management, DGENV.E.3. Management of Construction and Demolition Waste. – Belgium : [s. n.], 2000. – 42 p. – URL: <https://texbrasil.com.br/IC/nota2.pdf> (дата обращения: 03.09.2024).
- Corinaldesi, V. Reusing and Recycling C&D Waste in Europe / V. Corinaldesi, G. Moriconi. – Текст : электронный // Sustainable Waste Management and Recycling: Challenges and Opportunities : proceedings of the International

- Conference, London, September, 2004. – London : Kingston University, 2004. – P. 62–70. – URL: https://www.researchgate.net/publication/281239307_REUSING_AND_RECYCLING_CDW_IN_EUROPE (дата обращения: 15.08.2023).
7. Fullham, Kiara. Managing construction and demolition waste sustainable / Kiara Fullham. – Текст : электронный // Online magazine Green City Times : [сайт]. – 2024. – URL: <https://www.greencitytimes.com/sustainable-construction-management/> (дата обращения: 03.09.2024).
 8. Fishbein, B. K. Building for the future: strategies to reduce construction and demolition waste in municipal projects / B. K. Fishbein. – [S. l.] : [s. n.], 1998. – 102 p. – Текст : непосредственный.
 9. Переработанный строительный отход как бетонный заполнитель для устойчивых строительных материалов / У. С. Аль-Бу-Али, Р. В. Лесовик, Д. М. Сопин [и др.]. – Текст : электронный // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. – 2020. – № 11. – С. 32–40. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pererabotannyy-stroitelnyy-othod-kak-betonnyy-zapolnitel-dlya-ustoychivyh-stroitelnyh-materialov> (дата обращения: 09.06.2024). – DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-11-32-40.
 10. Key policies to the development of construction and demolition waste recycling industry in China / J. Li, Y. Yao, J. Zuo [et. al.]. – Текст : электронный // Waste Management. – 2022. – № 108. – P. 137–143. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32353778/> (дата обращения: 15.08.2024). – DOI: 10.1016/j.wasman.2020.04.016.
 11. Attributes of design for construction waste minimization: A case study of waste-to-energy project / S. O. Ajayi, L. O. Oyelede, O. O. Akinade [et. al.]. – Текст : электронный // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2017. – № 73. – P. 1333–1341. – URL: https://www.researchgate.net/publication/314509951_Attributes_of_design_for_construction_waste_minimization_A_case_study_of_waste-to-energy_project (дата обращения: 17.09.2024). – DOI: 10.1016/j.rser.2017.01.084.
 12. A review on adoption of novel techniques in construction waste management and policy / U. A. Umar, N. Shafiq, A. Malakahmad [et. al.]. – Текст : электронный // Journal of Material Cycles and Waste Management. – 2016. – Volume 19. – P. 1361–1373. – URL: https://www.researchgate.net/publication/306009523_A_review_on_adoption_of_novel_techniques_in_construction_waste_management_and_policy (дата обращения: 04.05.2024). – DOI: 10.1007/s10163-016-0534-8.
 13. Ключев, В. Д. Ресурсосберегающие технологии переработки отходов строительных материалов для обеспечения экологической безопасности и вторичного их использования / В. Д. Ключев, Ю. А. Бирюков, В. В. Панаева. – Текст : непосредственный // Инноватика и экспертиза: научные труды. – 2020. – № 2 (30). – С. 145–159.
 14. Башева Т. С. Комплексный анализ проблемы накопления твердых коммунальных отходов / Т. С. Башева, Н. Н. Белоус. – Текст : электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2023. – Выпуск 2023-5(163) Инженерные системы и техногенная безопасность. – С. 30–36. – URL: [https://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2023/2023-5\(163\)/st_05_basheva_belous.pdf](https://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2023/2023-5(163)/st_05_basheva_belous.pdf) (дата обращения: 02.09.2024).
 15. Cnina Construction and Demolition Waste Disposal Industry Market Report. – Текст : электронный // Envguide : [сайт]. – 2021. – June. – URL: <https://us.envguide.com/china-construction-and-demolition-waste-industry-market-report/> (дата обращения: 04.09.2024).

Информация об авторе

Яковенко Константин Анатольевич – кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой городского строительства и хозяйства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: реконструкция промышленных предприятий, развитие улично-дорожной сети городов; система обращения с отходами производства и потребления; оптимизация работы городского пассажирского транспорта.

Искрин Василий Алексеевич – старший преподаватель кафедры городского строительства и хозяйства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: санитарная очистка и уборка городских территорий, переработка твердых бытовых отходов, переработка строительных отходов, системы регулирования микроклимата.

Information about the author

Yakovenko Konstantin A. – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, the Head of the Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: reconstruction of industrial enterprises; development of the city road network; production and consumption waste management system, optimization of urban public transport.

Iskrin Vasily A. – senior lecturer, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: sanitation and cleaning of urban areas, solid waste recycling, construction waste recycling, microclimate regulation systems.

Статья поступила в редакцию 30.09.2024; одобрена после рецензирования 18.10.2024; принята к публикации 25.10.2024.

The article was submitted 30.09.2024; approved after reviewing 18.10.2024; accepted for publication 25.10.2024.