

**Г.Н. Хаджишалапов, М.П. Нажуев, Э.А. Салахов,
У.И. Исаева, М.Ш. Абдурахимов, Т.А. Гасанов**

Дагестанский государственный технический университет

ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Одной из основных задач перед органами власти, научным и бизнес-сообществом стоит обеспечение устойчивых связей между всеми отраслями промышленности. Строительная отрасль, как локомотив экономики для регионов и страны в целом, занимает одну из ключевых позиций в вопросах решения социально-экономических проблем и наращивания конкурентных преимуществ субъектов Российской Федерации. Рыночная конкуренция в настоящее время требует от предприятий оперативного внедрения инновационных решений.

В данной работе рассмотрена роль строительной отрасли в образовании социально-экономического и экологического уровня в регионах страны, а также способы сохранения и стратегического развития отрасли на основе внедрения инноваций и комплексных взаимосвязанных процессов, основанные на принципах устойчивого развития.

Проанализирована потребность строительной отрасли, в частности промышленность бетонной продукции, в материальных и энергоресурсах. Эти данные позволили установить соотношение объемов произведенных строительных материалов к объему отходов строительной отрасли. Выявлена потребность отрасли в управлении и рациональном применении отходов промышленности. Разработаны новые области исследований при внедрении принципов устойчивого развития в строительную индустрию.

Определены пагубные экологические последствия при накоплении промышленных отходов и их неэффективном применении. Предложены методы устойчивого развития для сокращения уровня потребления материалов и повышения сроков эксплуатации возводимых зданий.

Рассмотрен вопрос экологичности строительных материалов как одного из принципов устойчивого развития, проведен анализ опыта и исследований в области экологизации отрасли, а также разработаны общие критерии строительных материалов с учетом экологических принципов устойчивого развития.

Ключевые слова: устойчивое развитие, строительная промышленность, конкурентоспособность регионов, инновации, композитные стройматериалы и конструкции, экология.

В стремительно прогрессирующих промышленных отраслях экономики, таких как строительство, сельское хозяйство, металлургия, машиностроение, нефтедобывающая промышленность и многие другие, для обеспечения на долгосрочной основе целевых потребностей общества, сохранения окружающей среды, ресурсной базы и экономической эффективности

стало очевидным и необходимым внедрение комплексных процессов взаимозависимых качественных и количественных преобразований, т.е. принципов устойчивого развития промышленности.

Строительная отрасль, как локомотив экономики для регионов и страны в целом, занимает одну из ключевых позиций в вопросах решения социально-экономических проблем и наращивания конкурентных преимуществ субъектов Российской Федерации. И даже переживая кризисные явления экономики – переход к рыночной модели конкуренции, строительная индустрия сохраняет свой потенциал роста и устойчивого развития [1–3].

Удерживать приоритетность в решении социально-экономических задач строительной отрасли удастся за счет эффективной интеграции и оперативного внедрения инноваций из других отраслей промышленности на каждом из этапов строительного производства, направленных на снижение итоговой себестоимости продукции и повышение их качества, сокращение сроков строительства, что в конечном результате повышает конкурентоспособность отрасли и регионов в целом [4; 6].

Основными задачами органов власти, научного и бизнес-сообщества являются выстраивание устойчивых связей между всеми отраслями промышленности, поиск оптимальных точек взаимовыгодного сотрудничества и исследование программы по переработке вторичного сырья для обеспечения ресурсосберегающего производства.

С учетом возрастающей тенденции на экологичность материалов и требований к классу энергоэффективности строительных объектов одним из способов обеспечения этих требований можно считать применение в строительстве инновационных композитных материалов и конструкций с вовлечением переработанных промышленных отходов в их производство и использование возобновляемых источников энергии. Это позволит оптимизировать материалоёмкость конечной продукции [5; 8].

Целью исследования являлось изучение состояния вопроса по накоплению и складированию промышленных отходов производства в больших объемах, который все чаще поднимается региональными властями и является актуальной проблемой многих субъектов страны. Анализ исследований по развитию экологически чистых и энергоэффективных производственных технологий в строительной отрасли, проведенных отечественными и зарубежными учеными, позволит найти новые способы практического применения накопленного сырья, а также выявить наиболее эффективные методы и технологии по экологизации отрасли.

Рассмотрим вопрос экологичности строительных материалов, как одного из принципов устойчивого развития, проведем анализ опыта и ис-

следований в области экологизации отрасли, а также разработаем общие критерии к устойчивым строительным материалам с учетом экологических принципов устойчивого развития.

Промышленность строительных материалов и конструкций, являясь одним из решающих факторов ценообразования строительного производства, может внести свой вклад в снижение себестоимости объектов, активно внедряя результаты научных исследований в производство инновационной продукции, тем самым повышая конкурентоспособность на рынке за счет рационального использования ресурсов [6; 10].

Строительные материалы третьего тысячелетия – это композиционные материалы с модифицированными физико-механическими свойствами. Одним из наиболее востребованных материалов в строительной индустрии является бетон с улучшенными показателями прочности, плотности, стойкости к агрессивному климатическому воздействию, а также экологической и экономической эффективности.

Рыночная конкуренция в настоящее время требует от предприятий оперативного внедрения инновационных решений, способствующих снижению себестоимости реализуемой продукции и сокращению издержек при строительстве. Только активное межотраслевое взаимодействие и совместная разработка конкурентоспособных инноваций позволят предприятиям региона укреплять позиции и наращивать обороты производства, исключая отрицательные риски развития отрасли и региона [7; 11].

Такой подход позволит ускорить формирование механизмов внедрения принципов устойчивого развития в строительстве при возведении доступных и устойчивых зданий для будущего, а впоследствии даст прирост качества вложений в развитие человеческого капитала и повышение уровня жизни населения в регионах.

Устойчивое развитие в строительстве. Строительная отрасль оказывает ощутимое воздействие на экологическое и социальное развитие городов, а также имеет экономические последствия. За счет обеспечения комфортного жилья, транспортной инфраструктуры и рабочих помещений строительная отрасль имеет значительное влияние на уровень жизни человека.

Являясь самой материалоемкой и энергоемкой отраслью промышленности, строительство в первую очередь фокусирует внимание на снижении потребляемой электроэнергии и выбросы парниковых газов. Приведем в качестве примера отрасль бетонной промышленности и ее потребности в сырье, перерабатывающую 1,5 млрд т цемента, 800 млн т

воды и 20 млрд т заполнителей, и эта цифра ежегодно возрастает [7; 13]. Переход к устойчивому строительству имеет статус стратегического развития и выживания для отрасли. Эти принципы требуют учитывать экономические, экологические и социальные аспекты.

Внедрение в строительство принципов устойчивого развития, как основного вектора стратегического развития, привело к созданию новых областей исследований материальных факторов прогресса и включает в себя уже существующие области:

- характеристики материала в условиях эксплуатации, а также некоторые аспекты экологии, управления отходами и переработки использованных строительных материалов для строительства;
- модификацию материалов и новые решения;
- критерии эффективности строительных материалов;
- повторное использование строительных материалов.

Анализ соотношения количества произведенных строительных материалов и изделий к количеству отходов строительной отрасли позволяет предположить, что уже сегодня у отрасли есть потребность в управлении и рациональном применении отходов строительной индустрии [12; 14].

Дополнительное влияние на переход промышленности к принципам устойчивого развития стимулируют политические и социальные факторы, требующие более экологичных инноваций в отрасли. Предприятия, отдавшие предпочтение принципам рационального использования ресурсов и вторичной переработке отходов, также признают положительный эффект от надлежащего управления материалами и отходами. Более того, государственными властями разрабатываются новые стандарты, стимулирующие предприятия к более рациональному управлению ресурсами.

Строительные материалы, произведенные по принципу устойчивого развития. В настоящее время экспертами наблюдается ежегодный прирост темпа истощения невозобновляемых материальных ресурсов, в том числе на строительство зданий затрачивается суммарно от 3 млрд т материалов в год, т.е. на долю строительной отрасли приходится около 40 % от общего объема производства материалов в мире [15]. В то же время насчитывают примерно от 2 млрд т отходов промышленности строительных материалов ежегодно, накапливающихся и занимающих большие территории [16; 18].

Пагубные последствия неэффективного использования ресурсов сказываются прежде всего на экологическом аспекте в виде эрозии почв на складах хранения отходов промышленности. Решение данной проблемы возможно при вторичной переработке строительных изделий и

сокращении количества ресурсов, затрачиваемых на строительство гражданских и промышленных объектов. Для оптимизации потребления материалов и увеличения жизненного цикла возводимых объектов предлагаются следующие методы:

– Реновацию существующих зданий под новое назначение эксплуатации за счет сохранения целостности структуры объекта можно считать эффективным методом снижения расхода материалов. Положительными характеристиками являются: более короткие сроки работ, образуется меньше строительных отходов по сравнению со сносом и новым строительством, а также сокращение потребности в транспортировке грузов, что повышает энергоэффективность данного метода.

– Производство и применение строительных материалов с частичной или полной заменой сырья отходами промышленности и вторичное использование изделий при строительстве существенно снизит переработку и потребление новых ресурсов, сократит накопившиеся отходы, освободит складские территории. Кроме того, по сравнению с производством новых строительных материалов и изделий метод переработки является менее энергозатратным.

– Эффективным методом снижения расхода материалов и увеличения срока эксплуатации существующих зданий является выбор долговечных строительных материалов, которые позволяют снизить трудозатраты на ремонт зданий за счет меньшего технического обслуживания, впоследствии понижая стоимость эксплуатации здания.

– Для рационального использования материалов, а также экономии энергии и природных ресурсов, затраченных на их производство, к эффективным методам можно отнести выбор строительных материалов, которые можно перерабатывать. По окончании срока эксплуатации здания его материалы и составляющие частично или полностью становятся ресурсом для нового объекта [15; 17].

Рациональным выходом из сложившейся экологической ситуации является внедрение принципов устойчивого развития в каждом из секторов промышленности, в том числе и строительной индустрии, которая имеет потребность в оптимизации внушительных объемов энергии и ресурсов, большая часть которых пригодна для переработки и вторичного применения, что позволит внести существенный вклад в обеспечение принципов устойчивого развития.

Экологичность как один из критериев устойчивых строительных материалов и конструкций. Одним из негативных факторов, влияющих на экологическую систему при производстве строительных материалов, из-

делий и сборных конструкций, является выделение большого количества углекислого газа (CO₂). В связи с активным ростом населения планеты увеличивается скорость и объемы добычи сырья для производства строительной продукции, что неизбежно приводит к повышенному объему выбросов CO₂ в атмосферу.

Учитывая такой нарастающий уровень потребления строительных материалов, экспертные сообщества прогнозируют, что к 2050 г. потребуется производить около 4 млрд т цемента с завышенными показателями выбросов CO₂.

Изучение накопившегося практического опыта и исследований в области экологичных зданий подтверждает значимость применения «зеленых» строительных материалов и их влияние на уровень концентрации выбросов в окружающую среду [13; 19].

Экологически безопасными строительными материалами, которые соответствуют принципам устойчивого развития, считаются материалы, при производстве которых учитывался весь жизненный цикл изделия (процесс добычи сырья, его переработки, выпуска продукции и утилизации). Результатом такого подхода к производству продукции служит минимизация негативного воздействия на окружающую среду. Одной из главных задач, стоящих перед исследователями, инженерами-технологами и строительной отраслью, является выбор устойчивых материалов и технологий [9; 17; 20].

Анализ ряда исследований в данной области позволил выявить, что единых критериев устойчивости строительных материалов среди исследовательского сообщества не существует.

Разработанная Советом по экологическому строительству США система LEED предусматривает следующий перечень критериев для строительных материалов, направленных на достижение экологических принципов устойчивого развития:

- управление строительными отходами;
- повторное использование материалов;
- рециклинг сырья;
- материалы местного происхождения;
- быстро возобновляемые материалы;
- сертифицированная древесина.

Для оценки экологических и экономических показателей строительных материалов инструмент BEES сформировал критерии устойчивости на такие категории, как окружающая среда и экономика [13; 19].

Изучен принцип, разработанный исследователями Zhou, Yin, для подбора экологичных строительных материалов, который классифицировал критерии на три основные категории – механические, экономические и экологические [14; 20].

Проведя анализ исследовательской литературы и опыта организаций в смежных областях, сформируем критерии устойчивого развития в области строительных материалов по категории экологичности:

- экологически безопасные методы добычи и переработки сырья;
- рациональное расходование водных ресурсов;
- применение нетоксичных или малотоксичных материалов;
- предотвращение загрязнения окружающей среды;
- отсутствие радиоактивности.

Промышленность строительной отрасли активно включается в повестку исследований в области экологизации индустрии и внедрения устойчивых строительных материалов при возведении зданий, которая будет способствовать ускоренному развитию и реализации более эффективных проектов с точки зрения экологии.

Выводы. Учитывая полученные результаты, сделаем следующее заключение. Анализ соотношения количества произведенных строительных материалов и изделий к количеству отходов строительной отрасли позволяет предположить, что уже сегодня у отрасли есть потребность в управлении и рациональном применении отходов строительной индустрии.

Рациональным выходом из сложившейся экологической ситуации является внедрение принципов устойчивого развития в каждый из секторов промышленности, в особенности строительную индустрию, потребляющую внушительные объемы ресурсов и энергии, большая часть которой пригодна для переработки и вторичного применения и может внести существенный вклад в обеспечение принципов устойчивого развития.

Достичь ощутимых результатов по эффективной переработке вторичных ресурсов возможно за счет новых областей наук по исследованию уже накопившихся промышленных отходов и прогнозируемых объемов новых видов вторсырья при интеграции научного сообщества, государственных органов власти и бизнес-сообщества.

Промышленность строительной отрасли активно включается в повестку исследований в области экологизации индустрии и внедрения устойчивых строительных материалов при возведении зданий, которая будет

способствовать ускоренному развитию и реализации экологически более эффективных проектов.

Библиографический список

1. Улучшение экологической обстановки в ростовской области путём применения промышленных отходов в строительной индустрии / Е.М. Щербань, С.А. Стельмах, М.П. Нажуев, А.А. Черныльник // Экология России: на пути к инновациям: межвуз. сб. науч. тр. / сост. Т.В. Дымова. – Астрахань: Астрахан. гос. ун-т, Изд. дом «Астраханский университет», 2019. – Вып. 18. – С. 57–60.
2. Воронцова Т.В. Строительный комплекс региона: современное состояние и инновационный потенциал // Отраслевая экономика. – 2012. – № 5. – С. 59–70.
3. Горшков А.С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 1. – С. 9–13.
4. Сагидов Ю.Н. Промышленность строительных материалов и конструкций Республики Дагестан: состояние и перспективы // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2014. – № 7. – С. 110–115.
5. Андреева Н.В., Середа И.В., Трубников Л.А. Инновации в развитии жилищного строительства в регионе: монография / под ред. проф. Н.В. Андреевой. – Владимир: Изд-во Владимир. гос. ун-та, 2011. – 157 с.
6. Кашина И.В., Левенко А.Д., Самойлова А.Ю. Проблема экологичности строительных материалов. Анализ жизненного цикла зданий и сооружений // Строительство и техногенная безопасность. – 2017. – № 8 (60). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-ekologichnosti-stroitelnyh-materialov-analiz-zhiznennogo-tsikla-zdaniy-i-sooruzheniy> (дата обращения: 02.02.2022).
7. Кудрявцева В.А. Анализ природно-ресурсного и экологического аспектов функционирования строительного комплекса региона // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2016. – № 2 (17). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-prirodno-resursnogo-i-ekologicheskogo-aspektov-funktsionirovaniya-stroitel'nogo-kompleksa-regiona> (дата обращения: 02.02.2022).
8. Григорян М.Н., Сайбель А.В. Пути преодоления социальных, экологических и экономических проблем загрязнения окружающей природной среды в строительной отрасли // Вестник евразийской науки. – 2013. – № 5 (18). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-preodolenii-sotsialnyh-ekologicheskikh-i-ekonomicheskikh-problem-zagryazneniya-okruzhayushey-prirodnoy-sredy-v-stroitel'noy> (дата обращения: 02.02.2022).
9. Цховребов Э.С., Величко Е.Г. Теоретические положения формирования методологии создания комплексной системы обращения строительных отходов // Вестник Московского государственного университета. – 2017. – Т. 12, № 1 (100). – С. 83–93. DOI 10.22227/1997-0935.2017.1.83-93
10. Baharetha S.M., Al-Hammad A.A., Alshuwaikhat H.M. Towards a Unified Set of Sustainable Building Materials Criteria // International Conference on Sustainable Design, Engineering, and Construction, 7–9 ноября 2012 г. – Fort Worth, Texas, United States: ICSDEC 2012. – URL: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784412688.088> (дата обращения: 02.02.2022).
11. Berardi U. Clarifying the new interpretations of the concept of sustainable building Sustain // Cities Soc. – 2013. – № 8. – P. 72–78.
12. Blayse A.M., Manley K. Key influences on construction innovation Construct // Innovat. – 2004. – № 4 (3). – P. 143–154.
13. Агапова К. Сертификация зданий по стандартам LEED и BREEAM в России // Здания высших технологий. – 2013. – Т. 3, № 3. – С. 58–65.
14. Zhou C.C., Yin G.F., Hu X.B. Multi-Objective Optimization of Material Selection for Sustainable Products: Artificial Neural Networks and Genetic Algorithm Approach // Materials & Design. – 2009. – Vol. 30, no. 4. – P. 1209–1215. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2008.06.006> (дата обращения: 02.02.2022).

15. Юраков Н.С. «Зеленые» композиты в современном строительстве // Научно-технические инновации: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 6–7 октября 2016 г. – Белгород: Белгород. гос. технолог. ун-т им. В.Г. Шухова, 2016. – С. 470–474.
16. Шальнев О.Г., Федорова К.В., Ечкалов А.В. «Зеленое» строительство как фактор развития современной экосистемы // Цифровая и отраслевая экономика. – 2020. – № 2 (19). – С. 109–114.
17. Жуковская А.Ю., Гераскин Ю.М. Устойчивое развитие – основа «зеленого» строительства // Modern Science. – 2019. – № 4–3. – С. 171–174.
18. Веретюшкина В.С., Юраков Н.С. Использование энергоэффективных строительных материалов в «зеленом строительстве» // Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 1–20 мая 2017 г. – Белгород: Белгород. гос. технолог. ун-т им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 3949–3953.
19. Новые Европейские стандарты зеленого строительства: WELL и FitWel / С.Г. Шеина, В.В. Белаш, Д.С. Дементеев, А.П. Калиткин // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 9 (81). – С. 16–23.
20. Сухие строительные смеси для «зеленого» строительства / Г.Г. Ильинская, Г.А. Лесовик, М.Ф. Черкесов, М.Ю. Смальченко // Научно-технические инновации: юбилейная междунар. науч.-практ. конф., посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI Научные чтения), Белгород, 9–10 октября 2014 г. – Белгород: Белгород. гос. технолог. ун-т им. В.Г. Шухова, 2014. – С. 164–168.

References

1. Shcherban` E.M., Stel`max S.A., Nazhnev M.P., Chernil`nik A.A. Uluchshenie e`kologicheskoy obstanovki v rostovskoy oblasti putyom primeneniya promy`shlenny`x otkhodov v stroitel`noy industrii / E`kologiya Rossii: na puti k innovatsiyam: mezhvuzovskij sb. nauch. trudov; sost. T.V. Dy`mova. Astraxan` : Astraxanskij gos. un-t, Izdatel`skij dom «Astraxanskij universitet», 2019, Vy`p. 18, pp. 57–60.
2. Voronczova T.V. Stroitel`ny`j kompleks regiona: sovremennoe sostoyanie i innovatsionny`j potencial. *Отраслевая экономика*, 2012, № 5, pp. 59-70.
3. Gorshkov A.S. E`nergoe`ffektivnost` v stroitel`stve: voprosy` normirovaniya i mery` po snizheniyu e`nergopotrebleniya zdaniy. *Inzhenerno-stroitel`ny`j zhurnal*, 2010, № 1, pp. 9-13.
4. Sagidov Yu.N. Promy`shlennost` stroitel`ny`x materialov i konstrukcij Respubliki Dagestan: sostoyanie i perspektivy`. *Regional`ny`e problemy` preobrazovaniya ekonomiki*, 2014, № 7, pp. 110-115.
5. Andreeva N.V., Sereda I.V., Trubnikov L.A. Innovatsii v razvitii zhilishhnogo stroitel`stva v regione: monografiya / pod red. prof. N.V. Andreevoj. Vladimir: Izd-vo Vladim. gos. un-ta, 2011, 157 p.
6. Kashina I.V., Levenko A.D., Samojlova A.Yu. Problema e`kologichnosti stroitel`ny`x materialov. Analiz zhiznennogo cikla zdaniy i sooruzhenij. *Stroitel`stvo i texnologicheskaya bezopasnost`*, 2017, № 8 (60). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-ekologichnosti-stroitelnyh-materialov-analiz-zhiznennogo-tsikla-zdaniy-i-sooruzheniy>.
7. Kudryavceva V.A. Analiz prirodno-resursnogo i e`kologicheskogo aspektov funkcionirovaniya stroitel`nogo kompleksa regiona. *Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel`stvo. Nedvizhimost`*, 2016, № 2 (17). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-prirodno-resursnogo-i-ekologicheskogo-aspektov-funktsionirovaniya-stroitel'nogo-kompleksa-regiona>.
8. Grigoryan M.N., Sajbel` A.V. Puti preodolenii social`ny`x, e`kologicheskix i e`konomicheskix problem zagryazneniya okruzhayushhej prirodnoj sredy` v stroitel`noj otrasli. *Vestnik evrazijskoj nauki*, 2013, № 5 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-preodolenii-sotsialnyh-ekologicheskix-i-ekonomicheskix-problem-zagryazneniya-okruzhayuschey-prirodnoj-sredy-v-stroitel'noj>.
9. Czovrebvov E`S., Velichko E.G. Teoreticheskie polozheniya formirovaniya metodologii sozdaniya kompleksnoj sistemy` obrashheniya stroitel`ny`x otkhodov. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta*, 2017, vol. 12, № 1 (100), pp. 83-93. DOI 10.22227/1997-0935.2017.1.83-93
10. Baharetha, S. M., Al-Hammad, A. A., Alshuwaikhat, H.M. Towards a Unified Set of Sustainable Building Materials Criteria. *International Conference on Sustainable Design, Engineering, and Construction*, 7-9 noyabr`a 2012 g. Fort Worth, Texas, United States: ICSDEC 2012. URL: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784412688.088>.

11. Berardi U. Clarifying the new interpretations of the concept of sustainable building Sustain. *Cities Soc.*, 2013, № 8, pp. 72-78.

12. Blayse A.M., Manley K. Key influences on construction innovation *Construct. Innovat.*, 2004, № 4 (3), pp. 143-154.

13. Agapova K. Sertifikaciya zdaniy po standartam LEED i BREEAM v Rossii. *Zdaniya vy`sokix texnologij*, 2013, T. 3, № 3, pp. 58-65.

14. Zhou C.C., Yin G.F., Hu X.B. Multi-Objective Optimization of Material Selection for Sustainable Products: Artificial Neural Networks and Genetic Algorithm Approach. *Materials & Design*, 2009, vol. 30, no. 4, pp. 1209-1215. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2008.06.006>.

15. Yurakov N.S. "Zeleny`e" kompozity` v sovremennom stroitel`stve. Naukoemkie texnologii i innovacii: Sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Belgorod, 6–7 oktyabrya 2016 g. Belgorod: Belgorodskij gosudarstvenny`j tehnologicheskij universitet im. V.G. Shuxova, 2016, pp. 470-474.

16. Shal`nev O.G., Fedorova K.V., Echkalov A.V. "Zelenoe" stroitel`stvo kak faktor razvitiya sovremennoj e`kosistemy`. *Cifrovaya i otraslevaya e`konomika*, 2020, № 2 (19), pp. 109-114.

17. Zhukovskaya A. Yu., Geras`kin Yu.M. Ustojchivoe razvitie - osnova "zelenogo" stroitel`stva. *Modern Science*, 2019, № 4-3, pp. 171-174.

18. Veretyushkina V.S., Yurakov N.S. Ispol`zovanie e`nergoe`ffektivny`h stroitel`ny`h materialov v "zelenom stroitel`stve". Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferenciya molody`h ucheny`h BGTU im. V.G. Shuhova, Belgorod, 1–20 maya 2017 g. Belgorod: Belgorodskij gosudarstvenny`j tehnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova, 2017, pp. 3949-3953.

19. Sheina S.G., Belash V.V., Dementeev D.S., Kalitkin A.P. Novy`e Evropejskie standarty` zelenogo stroitel`stva: WELL i FitWel. *Inzhenerny`j vestnik Dona*, 2021, № 9 (81), pp. 16-23.

20. Il`inskaya G.G., Lesovik G.A., Cherkesov M.F., Smal`chenko M.Yu. Suhie stroitel`ny`e smesi dlya "zelenogo" stroitel`stva. Naukoemkie texnologii i innovacii. Yubilejnaya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashhennaya 60-letiyu BGTU im. V.G. Shuhova (XXI Nauchny`e chteniya), Belgorod, 9–10 oktyabrya 2014 g. Belgorod: Belgorodskij gosudarstvenny`j tehnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova, 2014, pp. 164-168.

**G. Khadzhishalapov, M. Nazhnev, E. Salakhov,
U. Isaeva, M. Abdurahimov, T. Hasanov**

ISSUES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE INDUSTRY OF BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES

One of the main tasks of the authorities, the scientific and business community is to ensure sustainable ties between all the industries. The construction industry, as the locomotive of the economy for the regions and the country as a whole, takes one of the key positions in solving socio-economic problems and building up the competitive advantages of the constituent entities of the Russian Federation. Market competition currently makes enterprises to quickly implement innovative solutions.

This paper discusses the role of the construction industry in the formation of socio-economic and environmental level in the regions of the country, as well as ways to preservation and strategic development of the industry based on the introduction of innovations and complex interrelated processes based on the principles of sustainable development.

The need of the construction industry, in particular the industry of concrete products, for material and energy resources is analyzed. These data made it possible to establish the ratio of the volumes of produced building materials to the volume of waste from the construction industry. The need of the industry for the management and rational use of industrial waste has been identified. New areas of research have been developed in the implementation of the principles of sustainable development in the construction industry.

The detrimental environmental consequences of the accumulation of industrial waste and its inefficient use are determined. Methods of sustainable development are proposed to reduce the level of consumption of materials and increase the service life of buildings under construction.

The issue of environmental friendliness of building materials as one of the principles of sustainable development was examined, an analysis of experience and research in the field of greening the industry was carried out, and general criteria for building materials were developed taking into account the environmental principles of sustainable development.

Keywords: sustainable development, construction industry, competitiveness of regions, innovations, composite building materials and structures, ecology.

Хаджишалапов Гаджимагомед Нурмагомедович (Махачкала, Россия) – заведующий кафедрой технологии и организации строительного производства, Дагестанский государственный технический университет (367026, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, д. 70, e-mail: dekanat_asf@mail.ru)

Нажув Мухума Пахрудинович (Махачкала, Россия) – аспирант кафедры технологии и организации строительного производства, Дагестанский государственный технический университет (367026, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, д. 70, e-mail: nazhuev17@mail.ru)

Салахов Эседулах Агаметович (Махачкала, Россия) – аспирант кафедры технологии и организации строительного производства, Дагестанский государственный технический университет (367026, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, д. 70, e-mail: dekanat_asf@mail.ru)

Исаева Улана Исаковна (Махачкала, Россия) – аспирант кафедры технологии и организации строительного производства, Дагестанский государственный технический университет (367026, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, д. 70, e-mail: dekanat_asf@mail.ru)

Абдурахимов Магомед Шамильевич (Махачкала, Россия) – аспирант кафедры технологии и организации строительного производства, Дагестанский государственный технический университет (367026, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, д. 70, e-mail: dekanat_asf@mail.ru)

Гасанов Тимур Абдулмажидович (Махачкала, Россия) – аспирант кафедры технологии и организации строительного производства, Дагестанский государственный технический университет (367026, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, д. 70, e-mail: dekanat_asf@mail.ru).

Gadzhimagomed Khadzhishalapov (Makhachkala, Russian Federation) – Head of the Department of Technology and Organization of Construction Production, Dagestan State Technical University (367026, Makhachkala, Imam Shamil Ave., 70, e-mail: dekanat_asf@mail.ru)

Mukhuma Nazhuev (Makhachkala, Russian Federation) – post-graduate student of the Department of Technology and Organization of Construction Production, Dagestan State Technical University (367026, Makhachkala, Imam Shamil Ave., 70, e-mail: nazhuev17@mail.ru)

Esedulakh Salakhov (Makhachkala, Russian Federation) – postgraduate student of the Department of Technology and Organization of Construction Production, Dagestan State Technical University (367026, Makhachkala, Imam Shamil Ave., 70, e-mail: dekanat_asf@mail.ru)

Ulana Isaeva (Makhachkala, Russian Federation) – postgraduate student of the Department of Technology and Organization of Construction Production, Dagestan State Technical University (367026, Makhachkala, Imam Shamil Ave., 70, e-mail: dekanat_asf@mail.ru)

Magomed Abdurakhimov (Makhachkala, Russian Federation) – postgraduate student of the Department of Technology and Organization of Construction Production, Dagestan State Technical University (367026, Makhachkala, Imam Shamil Ave., 70, e-mail: dekanat_asf@mail.ru)

Timur Hasanov (Makhachkala, Russian Federation) – post-graduate student of the Department of Technology and Organization of Construction Production, Dagestan State Technical University (367026, Makhachkala, Imam Shamil Ave., 70, e-mail: dekanat_asf@mail.ru)

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации.

Поступила: 30.12.2021

Одобрена: 21.02.2022

Принята к публикации: 04.03.2022

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом: Вопросы устойчивого развития в промышленности строительных материалов и конструкций / Г.Н. Хаджишалапов, М.П. Нажуев, Э.А. Салахов, У.И. Исаева, М.Ш. Абдурахимов, Т.А. Гасанов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2022. – № 1. – С. 47–58. DOI: 10.15593/2409-5125/2022.1.04

Please cite this article in English as: Khadzishalapov G.N., Nazhuev M.P., Salakhov E.A., Isaeva U.I., Abdurahimov M.Sh., Hasanov T.A. Issues of sustainable development in the industry of building materials and structures. *PNRPU Bulletin. Applied ecology. Urban development*, 2022, no. 1, pp. 47-58. DOI: 10.15593/2409-5125/2022.1.04