

ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА И ЭКОСБАЛАНСИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА В УПРАВЛЕНИИ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ РЕГИОНА

Е.А. Лясковская¹, elen_lea@mail.ru
Г.Р. Халилова^{1,2}, cherepash.l@gmail.com

¹ Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

² ОГКУ «Челябобливестстрой», Челябинск, Россия

Аннотация. Управление устойчивым развитием в регионах Российской Федерации связано с необходимостью создания новых устойчивых методов и моделей производства и потребления, направленных на обеспечение экономического роста, социального развития и ликвидацию экологических угроз на этапе их зарождения. Большую роль среди методов ответственного производства имеют экосбалансированные методы строительства. Устойчивое развитие региона определяется параметрами его экологической безопасности, основой которого является качество окружающей среды и природно-ресурсный потенциал. Снижение природно-ресурсного потенциала негативно влияет на экономику, а ухудшение состояния окружающей среды может привести к снижению качества жизни населения. Основным источником загрязнений является рост объемов производственных отходов, в том числе отходов строительства. Сокращение строительных отходов посредством переработки и вторичного использования является действенным инструментом обеспечения устойчивого развития региона.

В работе рассмотрена роль и обосновано значение экосбалансированной циркулярной экономики в управлении устойчивым развитием региона на примере строительной отрасли Челябинской области. Проанализированы нормативно-правовые документы обращения с отходами в РФ, подходы к понятию «циркулярная экономика» в работах российских и зарубежных авторов. Рассмотрены методы переработки вторичных ресурсов (ресайклинг, даунсайклинг и апсайклинг) в рамках строительной отрасли. Проанализировано «круговое» использование строительных материалов (асфальтобетона) в рамках реализации национальных проектов РФ. Разработана и апробирована методика влияния экосбалансированных методов в строительстве на реализацию строительных проектов и сокращение их бюджета. Даны рекомендации по оптимизации и эффективному использованию бюджетных средств при внедрении системы ресайклинга в строительстве при ремонте автомобильных дорожных сетей.

Ключевые слова: устойчивое развитие, циркулярная экономика, ресайклинг, строительные отходы, экосбалансированные методы

Для цитирования: Лясковская Е.А., Халилова Г.Р. Циркулярная экономика и экосбалансированные методы строительства в управлении устойчивым развитием региона // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2022. Т. 16, № 2. С. 43–54. DOI: 10.14529/em220204

Original article
DOI: 10.14529/em220204

CIRCULAR ECONOMY AND ECO-BALANCED CONSTRUCTION METHODS IN MANAGING OF A REGION'S SUSTAINABLE DEVELOPMENT

E.A. Lyaskovskaya¹, elen_lea@mail.ru
G.R. Khalilova^{1,2}, cherepash.l@gmail.com

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

² OGKU "Chelyaboblinveststroy", Chelyabinsk, Russia

Abstract. Sustainable development management in regions of the Russian Federation is associated with the need to create new sustainable methods and models of production and consumption aimed at ensuring economic growth, social development, and eliminating environmental threats at the stage of their inception. Eco-

balanced construction methods play a big role among them. Sustainable development of a region is determined by the parameters of its environmental safety, which is based on the quality of the environment and the potential of natural resources. A decrease in the natural resources potential negatively affects the economy, and environmental degradation can lead to a decrease in the quality of life of the population. The main source of pollution is the growth of production waste, including construction waste. Reducing construction waste through recycling and reclamation is an effective tool to ensure the sustainable development of a region.

The paper authors consider the role and prove the importance of an eco-balanced circular economy in managing the sustainable development of a region, using the example of the construction industry of the Chelyabinsk Region. The regulatory and legal documents of waste management in the Russian Federation and approaches to the concept of “circular economy” in the works of Russian and foreign authors are analyzed. The methods of processing secondary resources (recycling, downcycling, and upcycling) within the construction industry are considered. The “circular” use of building materials (asphalt concrete) in the framework of the implementation of national projects is analyzed. A methodology for the impact of eco-balanced methods in construction on the implementation of road projects and the reduction of their budget has been developed and tested. Recommendations are given on the optimization and efficient use of budgetary funds when introducing a recycling system in the construction and repair of road networks.

Keywords: sustainable development, circular economy, recycling, construction waste, eco-sustainable methods

For citation: Lyaskovskaya E.A., Khalilova G.R. Circular economy and eco-balanced construction methods in managing of a region’s sustainable development. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2022, vol. 16, no. 2, pp. 43–54. (In Russ.). DOI: 10.14529/em220204

Введение

Концепция устойчивого развития является лейтмотивом управления в 21 веке, а проблема экологической безопасности и поиска новых путей оздоровления окружающей среды – одной из ее главных составляющих [8]. Устойчивое развитие региона – это состояние динамической устойчивости его подсистем, проявляющееся в достижении качественных и количественных экономических, социальных, экологических параметров развития, росте конкурентоспособности региона и повышении благосостояния граждан. Региональный строительный комплекс – это один из важнейших элементов устойчивого развития региона как с позиции экономического, социального и технологического развития, так и с позиции снижения негативного воздействия на окружающую среду, и экологического равновесия, в основе которого лежат экосбалансированные методы. Переход к экосбалансированной, циркулярной экономике, учитывающей взаимосвязи между экономическими и экологическими системами различного уровня в долгосрочной перспективе, является важной составляющей в обеспечении устойчивого развития региона. Экосбалансированная экономика представляет собой модель экономического развития, основанную на рациональном потреблении ресурсов, где человек является одним из основным компонентом эколого-экономической системы [1, 6]. Главной задачей экосбалансированной экономики является содействие устойчивому, экологически сбалансированному хозяйственному развитию, основанному на «высоких нормах экологической безопасности и ресурсосбережении» [5]. С

позиции охраны окружающей среды, использования природных ресурсов и экономической целесообразности, главными негативными факторами являются рост антропогенного воздействия и увеличение объемов промышленных отходов (в том числе строительных), опережающий их переработку и утилизацию. Отсюда повторное использование и переработка отходов имеет значимость как для развития зеленого строительства, так и для устойчивого развития региона.

Строительный комплекс – важная составляющая экономической системы Российской Федерации. Его основная цель заключается в совершенствовании социального и экономического развития территориальных единиц и государства в целом. Строительная сфера очень специфична, это во многом определяется особенностями строительной продукции, уникальностью применяемых технологий и условий труда, организацией производства, материально-техническим обеспечением, а также региональными особенностями. При этом строительная отрасль является источником значительных загрязнений, что приводит к усугублению экологической обстановки в регионах.

В Российской Федерации в рамках национального проекта «Экология» [10] разработана «Концепция программы защиты окружающей среды», но, к сожалению, регионы только встают на «путь рационального и оптимального использования сырьевых материалов» [2, 4]. Краткий обзор основных нормативно-правовых документов, регламентирующих обращение с отходами в Российской Федерации, представлены в табл. 1 [14–17].

Таблица 1

Обзор основных нормативно-правовых документов, регламентирующих обращение с отходами в Российской Федерации

№	Федеральный закон	Основное направление нормативно-правового документа
1	ФЗ № 89-ФЗ от 24 июня 1998 года «Об отходах производства и потребления»	Закон определяет правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия отходов производства и потребления на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья
2	ФЗ № 7-ФЗ от 10 января 2002 года «Об охране окружающей среды»	Закон регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации
3	ФЗ № 52-ФЗ от 30 марта 1999 года «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»	Закон направлен на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду
4	ФЗ № 174-ФЗ в ред. от 28 декабря 2013 «Об экологической экспертизе»	Регулирует отношения в области экологической экспертизы, направлен на реализацию конституционного права граждан Российской Федерации на благоприятную окружающую среду посредством предупреждения негативных воздействий хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду

На наш взгляд, основным направлением решения проблемы утилизации строительного мусора в регионах является вторичная переработка строительных материалов, способствующая сохранению благоприятной экологической обстановки, а также снижению спроса на новые ресурсы; сокращению расходов, связанных с приобретением и транспортировкой новых материалов; устранению необходимости отправки отходов на свалки и экономии бюджетных средств на этапе составления сметы цены контракта.

Развитие и реализация в субъектах программ вторичной переработки строительных ресурсов позволит создать условия сокращения бюджетного финансирования за счет сокращения затрат на логистику, приемку и хранение строительных отходов, а также способствует развитию «новых рабочих мест, повышению эффективности производственно-хозяйственной деятельности перерабатывающих предприятий, производству новых материалов и продукции для нужд региона и строительного комплекса, улучшению экологической ситуации в регионах» [7]. Эффективность реализации стратегии вторичной переработки строительных ресурсов является фактором, способствующим становлению устойчивого развития в масштабах страны, регионов и предприятий за счет сохранения и бережного использования природных ресурсов, баланса экологических составляющих, повышения эффективности производства и создания благоприятной социальной динамики. Однако вопросы вторичной переработки строительных отходов и влияния экосбалансированных

методов строительства на устойчивое развитие является недостаточно проработанной. Устранению обозначенного разрыва на уровне региона посвящено данное исследование.

Теория

Анализ работ российских и зарубежных авторов, посвященных циркулярной экономике и экосбалансированным методам, позволяет сделать следующие выводы. Отечественные авторы выделяют явную взаимосвязь между становлением концепции циркулярной экономики и целями устойчивого развития. Основная общая характеристика в их работах состоит в том, что циркулярная экономика рассматривается как модель, оказывающая одновременные положительные влияния на экономическую, экологическую и социальную сферы «за счет возвращения ресурса в повторный хозяйственно-производственный оборот». Авторы видят «единый путь развития экономики Российской Федерации в направлении циркулярной экономики», который повлечет за собой смену технологического уклада, реформирование российского экологического законодательства, содействие государственных органов, а также смену «мышления производителей, предпринимателей и потребителей» в сторону «ответственного производства и потребления» (табл. 2). При этом в российских источниках отсутствует как таковое разделение на методы переработки вторичных ресурсов, которые отличались бы по эффективности, отсутствуют такие понятия «даунсайклинг» и «апсайклинг», также как и аспекты их практического использования в управлении устойчивым развитием региона.

Подходы к понятию «циркулярная экономика»

Автор	Подходы к термину «концепция циркулярной экономики»
М.А. Нестеренко, Г.В. Комлацкий [11]	«Концепция циркулярной экономики – модель производства, которая является «восстановительной» по своей природе; в идеале это подразумевает, что ресурсы, которые используются для производства, вступают в бесконечный цикл повторного использования, то есть являются возобновляемыми источниками»
Н.Р. Амирова, Л.В. Саргина, Я.Э. Кондратьева [1]	«Циркулярная экономика – модель производства и потребления, способствующая повторному использованию материалов и ресурсов за счет переработки, ремонта или модернизации. Она предполагает совместное использование, аренду, повторное использование, ремонт, реконструкцию и переработку существующих материалов и продуктов»
И.Б. Фомина, А.Н. Табаков [18]	«Концепция циркулярной экономики предполагает построение экономической деятельности на принципах возобновления ресурсов и здоровьесбережения социо-эколого-экономической системы, что позволяет обеспечивать эффективность во всех масштабах: от домохозяйств и малых предприятий до глобальной экономики»
Д.В. Валько [3]	«Концепция циркулярной экономики в общем случае охватывает экономические индустриальные подходы и регенеративные системы широкого спектра, в которых потери, выбросы, отходы, утечка энергии и использование первичных ресурсов сводятся к минимуму посредством замедления, зацикливания и сужения материальных и энергетических потоков»
Н.Г. Гаджиев, Н.А. Мурзак, А.Е. Митенкова, О.В. Скрипкина, С.А. Коноваленко [13]	«В рамках циркулярной экономики обеспечивается безотходность производства продукции за счет создания для нее жизненного цикла замкнутого вида путем повторной переработки отходов, в результате которой получают вторичные ресурсы, замещающие в процессе производства продукции первичные, что обуславливает снижение степени отрицательного воздействия отходов, связанных с процессами производства и потребления, на окружающую среду»

В то же время зарубежные исследователи циркулярной экономики рассматривают ее в контексте этапов и методов переработки вторичных ресурсов (в процессах проектирования, технического обслуживания, ремонта, повторного использования, восстановления, реконструкции и переработки и т. д.). Они предлагают новые подходы к структуризации методов оценки «циркулярности товаров и услуг», к внедрению новых целевых показателей. Связь между устойчивым развитием и становлением циркулярной экономики обосновывается количественно, а сама концепция «расширяется» и дополняется новым пониманием и практическим инструментарием [19–21].

Переход к экосбалансированной экономике в рамках стратегии устойчивого развития региона достигается путем разработки и проведения активной государственной экологической политики, основанной на интеграции экономической, экологической и социальной компонент развития [9]. Устойчивость региона во многом зависит от структурных изменений в национальной экономике, в которой будут соблюдены сбалансированные связи между всеми компонентами устойчивого развития с целью количественного роста «чистых» производственных процессов, рационального использования природных ресурсов, стимулирования создания новых рабочих мест, внедрения стратегий, направленных на повышение результативно-

сти «экологического благосостояния». Одним из направлений достижения этого является сокращение строительных отходов. Отходы строительства и сноса определяются как «отходы, образующиеся в результате всех видов деятельности, осуществляемых во время строительства, технического обслуживания, сноса, ремонта, демонтажа и реконструкции любого типа зданий или во время стихийных бедствий» [14].

Для снижения отрицательного воздействия на окружающую среду методы утилизации строительных отходов должны рассматриваться в рамках комплексного подхода. Между тем, в рамках комплексного подхода основные задачи утилизации отходов производства и потребления в регионах остаются сложно решаемыми, так как включают в себя одновременно экономические, социальные и организационные составляющие. Проблема утилизации строительного мусора – это глобальная проблема всех регионов, требующая своевременного и быстрого решения. Особенность строительных отходов – это их неоднородность, затрудняющая управление и логистику. Переработка и использование вторичных ресурсов предполагают сокращение объемов мусора путем повторного использования в качестве сырья, энергии, материалов и продуктов потребления. Термин «переработка» может иметь множество определений, в зависимости от рассматриваемого материала

ла и технологий, доступных для его переработки. Рассмотрим основные методы переработки твердых отходов, отличающиеся по эффективности, на примере отходов строительной отрасли (рис. 1).



Рис. 1. Методы переработки вторичных ресурсов

Метод ресайклинга (рис. 2) представляет переработку материала, которая с помощью системы организационно-экономических и технико-технологических мероприятий возвращает переработанный материал в повторный производственный оборот. Такая переработка материала не отражается на его качествах, что позволяет вернуть материал в тот же жизненный цикл с таким же набором характеристик.

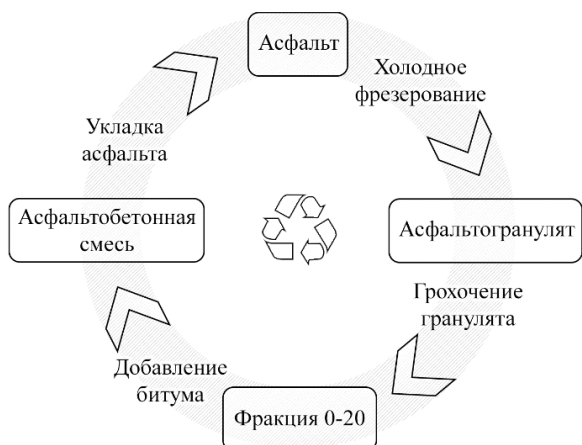


Рис. 2. Метод ресайклинга на примере переработки асфальта

Метод даунсайклинга (рис. 3) – это переработка материала с помощью системы организационно-экономических и технико-технологических мероприятий в материал или вещество пониженного качества. Это чаще всего связано с тем, что природа материала не позволяет ему сохранить прежнюю прочность после повторной обработки. Таким образом, при повторной переработке материал не возвращается в свой первоначальный цикл.

Метод апсайклинга (рис. 4) – это переработка материала с помощью системы организационно-экономических и технико-технологических мероприятий в более ценный материал или продукт, чем он был до этого. С точки зрения энергоэффек-

тивности и трудозатрат этот метод считается самым экологичным. В этом случае «история отходов становится частью истории нового продукта». Так как изделия из вторичного сырья, как правило, требуют больших трудозатрат, то это увеличивает их цену.

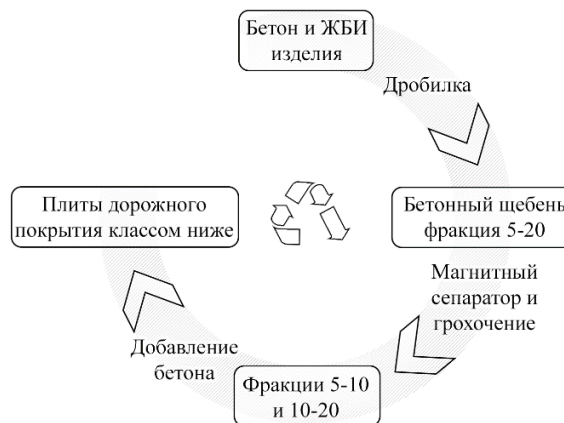


Рис. 3. Метод даунсайклинга на примере переработки бетона и ЖБИ изделий

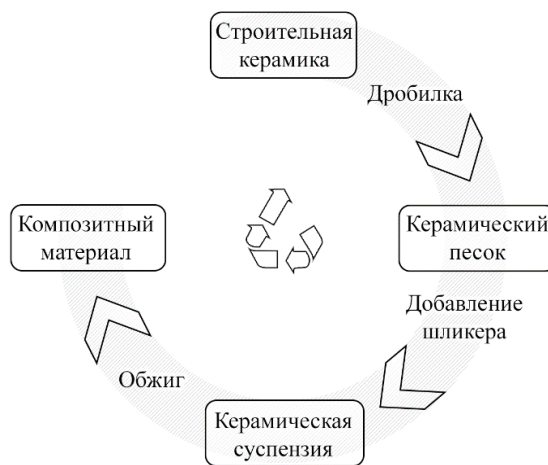


Рис. 4. Метод апсайклинга на примере переработки бетона и ЖБИ изделий

Широкое использование переработанного строительного мусора благоприятно отразится на окружающей среде, а также способствует сокращению затрат бюджета на строительство социальной инфраструктуры.

Метод

Для перехода к «круговому» использованию строительных материалов необходимо создание специального экономико-стимулирующего механизма, при котором утилизация методами ресайклинга, даунсайклинга, апсайклинга, а также использование вторичных материалов станет более выгодным, чем их захоронение и сжигание на мусорных полигонах.

Разработка и внедрение данного механизма требуют экономического обоснования влияния экосбалансированных методов на устойчивое раз-

витие региона. В рамках национальных проектов «Безопасные и качественные автомобильные дороги», «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства», «Дорожная сеть» и областного проекта «Эффективный регион» одной из основных задач федеральных и муниципальных властей является приведение в нормативное состояние федеральной и региональных сетей дорог, с применением новейших технологий и контрактов жизненного цикла. Поэтому выбор технологий является чрезмерно важной задачей для дальнейшего повышения качества строительного производства.

Одним из наиболее распространенных вторичных материалов, получаемых при ремонте асфальтобетонного покрытия, является лом асфальтобетона. В процессе замены и ремонта дорожного полотна кроме лома асфальтобетона образуется продукт (гранулят) старого асфальтобетона – асфальтогранулят. Асфальтогранулят – это переработанный лом, полученный в результате холодного фрезерования асфальтобетонных покрытий или дробления асфальтобетонного лома и последующего грохочения. Данная технология позволяет выполнять устройство основания дорожного полотна с повторным использованием асфальтобетонного покрытия как нового компонента. Преимущество такого решения состоит в увеличении несущей способности дорожной одежды, а также увеличении межремонтных сроков.

Экономическая эффективность использования данной технологии заключается в снижении стоимости асфальтобетонной смеси за счет замещения в рецепте приготовления каменного материала асфальтогранулятом. Мировая практика применения асфальтогранулята показывает, что многие страны, такие как США, Германия, Англия и Франция используют данный материал в 90–100 % объеме, что говорит о безотходном производстве при строительстве (реконструкции) автомобильных дорог.

Стоит отметить, что в стремлении к экономической эффективности на территории ряда субъектов Российской Федерации (республика Башкирия, Алтайского края, Омской и Новгородской, Новосибирской областях) при строительстве и реконструкции автомобильных дорог используют технологию устройства основания дорожного полотна методом холодного ресайклинга. Данный опыт говорит об успешном применении асфальтогранулята на территории Российской Федерации, в том числе в части разработки нормативных актов регионального значения, регламентирующих повторное применение материалов, получаемых при проведении реконструкции, капитального и текущего ремонтов автомобильных дорог (транспортировка, учет, хранение и применение материалов).

Мировой практикой и практикой ряда субъектов Российской Федерации доказано, что современные технологии переработки старого асфаль-

тобетонного покрытия позволяют использовать его повторно, что значительно снижает расходы на проведение ремонтных работ, транспортных услуг или же при повышении стоимости работ по строительству и реконструкции, обеспечивает экономность расходования средств по содержанию и ремонту автодорог в дальнейшем.

Этапы разработанной методики влияния экосбалансированных методов ремонтно-строительных работ на реализацию дорожных проектов в регионе и сокращение бюджета строительства представлены в табл. 3.

Результаты

Кейс-стадии: исследование влияния вторичной переработки строительных отходов на бюджет и устойчивое развитие региона на примере Челябинской области. В рамках исследования была изучена тендерная, проектная и сметная документация 2020 года на торги лотов по устройству объектов улично-дорожной сети по трем объектам (табл. 4). 1 объект – ремонт участка автодороги по ул. Ленина с. Чесма, Челябинская область; 2 объект – ремонт автомобильной дороги Южноуральск–Магнитогорск и укрепление обочин, Челябинская область; 3 объект – ремонт объектов внутригородского благоустройства на территории Металлургического района, г. Челябинск.

Приказом Минстроя РФ от 26.12.2019 г. № 876/пр в федеральный реестр сметных нормативов включены федеральные единичные расценки (ФЕР-2020) на строительные работы, в том числе сборник 27 «Автомобильные дороги», который содержит следующие таблицы расценок (табл. 5) [9, 12].

Территориальная сметно-нормативная база Челябинской области также имеет в своем составе представленные таблицы расценок, информация о которых включена в федеральный реестр сметных нормативов. Указанные таблицы расценок учитывают применение технологий устройства основания дорожного полотна с использованием асфальтогранулята. Однако на территории Челябинской области асфальтогранулят не применяется подрядными организациями. Современные технологии переработки старого асфальтобетонного покрытия позволяют использовать его повторно, что значительно снижает расходы на проведение ремонтных работ, транспортных услуг или же при повышении стоимости работ по строительству и реконструкции, обеспечивает экономность расходования средств по содержанию и ремонту автодорог в дальнейшем. Целесообразно рассмотреть существующие технологии дорожного ремонта (строительства) и изучить рекомендации Росавтодора по повторному использованию асфальтобетона при строительстве (реконструкции) автомобильных дорог, а также обратить особое внимание на альтернативные методы устройства основания дорожного полотна способом холодного ресайклинга (табл. 6).

Таблица 3

Методика влияния экосбалансированных методов ремонтно-строительных работ на реализацию дорожных проектов в регионе и сокращение их бюджета

Этап	Содержание этапа	Информационная база
1	Анализ используемого метода ремонтно-строительных работ по устройству объектов улично-дорожной сети, типа финансирования и расходов согласно сметным расчетам	Тендерная и проектно-сметная документация
2	Изучение федерального реестра сметных нормативов на строительные работы, в том числе сборник 27 «Автомобильные дороги». Изучение состава и применения единичных расценок на строительные работы по сборнику 27 «Автомобильные дороги»	Федеральный и территориальный реестры сметных нормативов, включенных в федеральные единичные расценки (ФЕР)
3	Изучение существующих методов устройства дорожного полотна и рассмотрение рекомендаций по применению асфальтогранулобетонных смесей при устройстве покрытий и оснований автомобильных дорог методом холодной регенерации	Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог методом холодной регенерации (Росавтодор)
4	Подбор возможных методов ремонтно-строительных работ по устройству выбранных объектов улично-дорожной сети. Изучение проектной документации выбранных для исследования объектов и выбор подходящих методов устройства дорожного полотна	Проектная документация
5	Составление сметной документации на базе существующего проекта с применением новых методов ремонтно-строительных работ по устройству выбранных объектов улично-дорожной сети возможными альтернативными методами (с использованием асфальтогранулята)	Федеральный и территориальный реестр сметных нормативов включенных в федеральные единичные расценки
6	Выбор предпочтительных вариантов для каждого изучаемого проекта на территории Челябинской области, проведение сводного анализа полученных результатов	Сметная документация
7	Определение экономии бюджетных средств при использовании каждого метода	Сметная документация, таблица сводного анализа
8	Принятие решений и разработка рекомендаций	Нормативные акты регионов Российской Федерации

Таблица 4

Данные полученные при анализе тендерной, проектной и сметной документации по устройству объектов улично-дорожной сети

Объект	Используемый метод ремонтно-строительных работ	Финансирование	Расходы по локальной смете, тыс. руб.
1 объект	Традиционный способ, с применением фрезерования дорожного полотна и укладкой новой асфальтобетонной смеси	Субсидия из областного бюджета Челябинской области	1203,58
2 объект	Традиционный способ, с применением фрезерования асфальтобетонных покрытий и укладкой новой асфальтобетонной смеси	Субсидия из областного бюджета Челябинской области	39071,40
3 объект	Традиционный способ, с применением фрезерования асфальтобетонных покрытий и укладкой новой асфальтобетонной смеси	Субсидия из областного бюджета Челябинской области	6577,94

Таблица 5

Федеральные единичные расценки на строительные работы
по сборнику 27 «Автомобильные дороги»

Федеральная единичная расценка	Наименование расценки
ФЕР 27-06-045	Устройство основания из асфальтогранулята и песка из отсевов дробления щебня, укрепленного битумной эмульсией и цементом, с использованием ресайклер-стабилизатора грунта и распределителя минеральных вяжущих
ФЕР 27-06-046	Устройство основания из асфальтогранулята и песка из отсевов дробления щебня, укрепленного битумом и цементом, с использованием ресайклер-стабилизатора грунта и распределителя минеральных вяжущих
ФЕР 27-06-047	Устройство основания дорожного полотна методом холодного ресайклинга толщиной от 15 до 25 см с применением импортного регенератора-смесителя с шириной реза 2,5 м

Таблица 6

Технологии дорожного ремонта, строительства и реконструкции дорожного полотна

№	Технологии дорожного ремонта, строительства и реконструкции дорожного полотна	Отличительная характеристика
1	<i>Технология 1.</i> Традиционный способ, с применением фрезерования асфальтобетонных покрытий и укладкой новой асфальтобетонной смеси	Трудозатратный, метод предусматривает перевозку лома асфальтобетона, использование добавки гравия, песка или песчанно-гравийной смеси, укладку новой асфальтобетонной смеси
2	<i>Технология 2.</i> Устройство основания методом холодной регенерации с добавлением битумной эмульсии	Особенность метода заключается в холодной регенерации асфальтогранулята с добавлением битумной эмульсии
3	<i>Технология 3.</i> Устройство основания из асфальтогранулята и песка из отсевов дробления щебня, укрепленного битумной эмульсией и цементом с использованием рециклера и распределителя минеральных вяжущих	Метод предусматривает добавление бездобавочного портландцемента общестроительного назначения марки 400, битумно-катионной эмульсии (ЭБК-2), песка природного, асфальтогранулята методом фрезерования и использование рециклера
4	<i>Технология 4.</i> Устройство основания из асфальтогранулята и песка из отсевов дробления щебня, укрепленного битумом и цементом с использованием рециклера и распределителя минеральных вяжущих	Метод предусматривает добавление портландцемента общестроительного назначения марки 400, нефтяных дорожных битумов (БНД-60/90, БНД-90/130), песка природного, асфальтогранулята методом фрезерования и использование рециклера
5	<i>Технология 5.</i> Устройство основания дорожного полотна методом холодного ресайклинга толщиной от 15 до 25 см с применением регенератора-смесителя с добавлением минеральных добавок	Метод предусматривает использование ресайклера, добавление краски, битумно-катионной эмульсии (ЭБК-2), уплотнение покрытия пневмокатком, применение регенератора-смесителя и использование щебня из природного камня М800 фракции 20–40 мм
6	<i>Технология 6.</i> Устройство основания ресайклером с укреплением цементом и полимерными добавками после предварительного фрезерования и выравнивания профиля	Метод предполагает использование ресайклера и добавление бездобавочного портландцемента общестроительного назначения марки 400
7	<i>Технология 7.</i> Замена щебня на асфальтогранулята	Использование асфальтогранулята вместо щебня

Как видно из анализа методов дорожного ремонта, строительства и реконструкции дорожного полотна, существует большое количество альтернативных методов, которые предполагают использование других материалов, машин и оборудования. Поэтому при составлении проектно-сметной

документации на объект существует необходимость разрабатывать проект, предусматривающий применение новых современных технологий и рациональное использование строительных ресурсов и бюджетных средств.

Кроме этого отметим, что технологии дорожного ремонта (строительства) предусматривают использование асфальтогранулята и другими способами:

– обустройство нижнего слоя покрытия или оснований автомобильных дорог, вплоть до III категории;

– обустройство городских улиц (тротуаров) и прочих объектов благоустройства;

– расклинцовка (заполнение пустот между зернами щебня более крупной фракции зернами мелкой фракции) щебеночных оснований авто-трассы;

– в качестве ремонтного материала при устранении незначительных повреждений асфальто-бетонных покрытий и др.

На основе табл. 5 с целью проведения сравнительного анализа стоимости проектов были составлены расчеты затрат с применением различных экосбалансированных методов. В ходе аналитических мероприятий произведены сравнительные расчеты стоимости отдельных видов работ (табл. 7) с применением разных методик использо-

вания асфальтогранулята и расценок, включенных в федеральный реестр сметных нормативов.

Результаты сравнительного анализа экономии бюджетных средств по трем объектам для каждого метода в сравнении с традиционным способом ремонта (строительства) дорожного полотна приведены на рис. 5.

Наиболее экономичным методом ремонта, строительства и реконструкции дорожного полотна является устройство основания методом холодной регенерации с добавлением битумной эмульсии, он является и менее трудозатратным (технология 2). Ее применение может способствовать экономии бюджетных средств от 40 до 85 %, в зависимости от состояния дорог, грамотного подхода составления проектно-сметной документации, проведение анализа почвогрунта и других параметров.

Таким образом, внедрение в регионах новых современных технологий для переработки и вторичного использования строительного мусора не только снижает нагрузку на окружающую среду, но и способствует сохранению бюджета и эффективному использованию ресурсов.

Таблица 7
Стоимости ремонтно-строительных работ по устройству объектов улично-дорожной сети различными методами (с использованием асфальтогранулята)

Технология	Стоимость, без НДС, тыс. руб.		
	1 объект	2 объект	3 объект
Технология 1	1203,58	39071,41	6577,95
Технология 2	176,19	20049,56	не применяется
Технология 3	669,27	29814,54	не применяется
Технология 4	668,67	29819,69	не применяется
Технология 5	324,4	35482,28	не применяется
Технология 6	480,56	39491,97	не применяется
Технология 7	не применяется	не применяется	2400,85

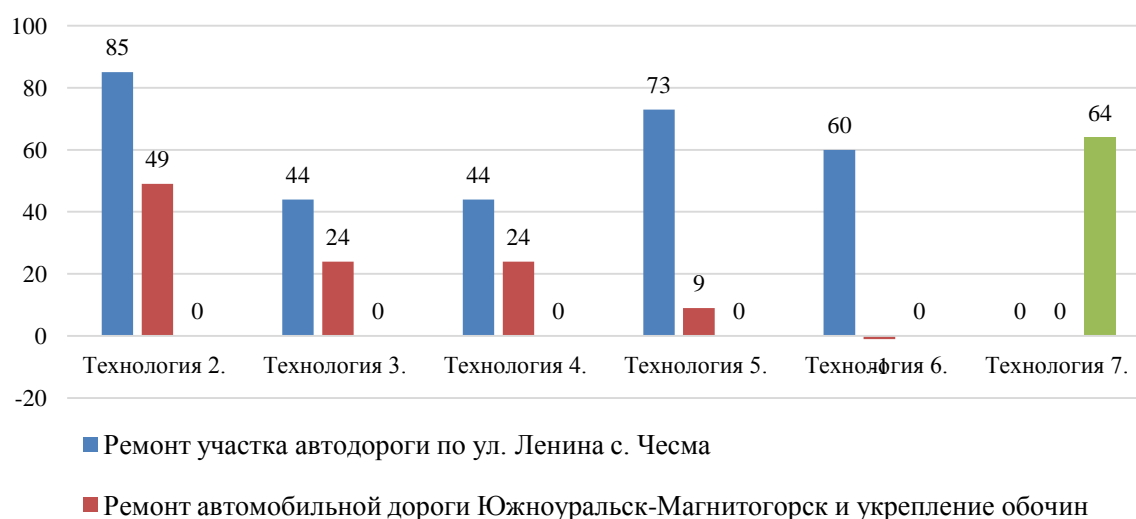


Рис. 5. Экономия бюджета с использованием экосбалансированных методов, %

Обсуждение и выводы

В настоящее время существует потребность в создании механизмов устойчивого развития регионов, направленных на обеспечение благосостояния населения без чрезмерного влияния на окружающую среду. В этой связи проблемы повторного использования и переработки строительных отходов имеют большее значение. Одним из вариантов их решения является создание новых моделей, направленных, с одной стороны, на увеличение использования отходов в качестве вторичных материалов и, следовательно, на уменьшение площади отходов на полигонах, а, с другой стороны, на экономию бюджета с помощью применения новых современных безотходных технологий.

Этим определяется необходимость разработки и внедрения новых современных строительных технологий и методов, направленных на вторичное использование строительных отходов. Таким потенциалом обладает метод устройства основания дорожного полотна с повторным использованием асфальтобетонного покрытия как нового компонента. Анализ конкурсной документации лотов по ремонту автодорог на территории Челябинской области, выставленных на торги в 2020 г. Министерством дорожного хозяйства и транспорта Челябинской области, показал, что в регионе существует неэффективное использование бюджетных средств, которые можно было бы перенаправить на реализацию социальных и экологических проектов. Производство дорожных работ в Челябинской области выполняется традиционным способом – с применением фрезерования асфальтобетонных покрытий и укладкой новой асфальтобетонной смеси. Данный метод является устаревшим, трудозатратным, неэкономичным и предполагает образование отходов асфальтогранулята, который не используется при дальнейших работах. При этом существуют новые технологии, способные производить рециркулятивную работу при строительстве, ремонте и реконструкции автомобильных дорог. Они в первую очередь направлены на безотходное производство строительных работ, то есть предполагают возвращение асфальтогранулята в производственно-хозяйственный оборот,

создавая ресайклинг строительного материала.

На примере использования ресайклинга в ремонтно-строительных работах по устройству объектов улично-дорожной сети установлено, что их применение может способствовать экономии бюджетных средств региона от 40 до 85 %. Эти средства могут быть направлены на развитие замкнутых технологических циклов переработки других строительных отходов, которые также могут быть возвращены в производственно-хозяйственный оборот.

Улучшить эффективность дорожных работ возможно с помощью разработки и внедрения системы формирования и ведения единой базы данных по планированию и выполнению работ по строительству, текущему и капитальному ремонту автомобильных дорог. Такая система позволит учитывать возможность использования остатков асфальтогранулята на других ремонтируемых объектах. Для успешного решения вышеуказанных предложений, а также для прозрачности контроля в рамках реализации национальных и региональных проектов существует необходимость внедрения новых технологий для оптимизации и эффективного использования средств областного бюджета при строительстве и ремонте автомобильных дорожных сетей. На этапе распределения субсидий из бюджета области следует обязать муниципальных заказчиков предоставлять план мероприятий о рациональном использовании материалов, полученных от ремонта автомобильных дорог, а по окончании проведения ремонта предоставлять отчет о фактическом их использовании.

Подводя итог, отметим, что улично-дорожные сети имеют выраженный инфраструктурный характер, который находит явную взаимосвязь с концепцией устойчивого развития в рамках реализации национальных и региональных проектов, таких как «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Именно поэтому следует уделять особое внимание применяемым технологиям, способствующим приведению в нормативное состояние федеральных и региональных сетей дорог с точки зрения экономической, социальной и экологической компонент.

Список литературы

1. Амирова, Н.Р. Основные подходы внедрения циркулярной экономики / Н.Р. Амирова, Л.В. Саргина, Я.Э. Кондратьева // Постсоветский материк. 2022. № 1 (33).
2. Боркова Е.А., Горельчаник П.И., Горельчаник Л.И. Проблема утилизации отходов в системе устойчивого развития РФ // Экономические отношения. 2019. Т. 9, № 2. С. 1167–1178. DOI: 10.18334/eo.9.2.40659
3. Валько Д.В. Потенциал устойчивого развития экономики совместного использования // Управление в современных системах. 2022. № 1 (33).
4. Гребенкин А.В., Вегнер-Козлова Е.О. Теоретические и прикладные аспекты концепции циркулярной экономики // Журнал экономической теории. 2020. Т. 17, № 2. С. 399–411.
5. Доклад ООН «Наше общее будущее». URL: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>

6. Кузьменчук И.В., Тищенко Л.И. Развитие экосбалансированной экономики на основе гармоничных взаимоотношений между экономическими, экологическими и социальными системами // Современные инновационные технологии и проблемы устойчивого развития в условиях цифровой экономики: сборник статей XIII международной научно-практической конференции, Минск, 24 мая 2019 года. Минск: Колорград, 2019. С. 143–146.

7. Лунев Г.Г. Планирование региональной программы по комплексному использованию вторичных строительных ресурсов. М: ООО Издательство «Транспортное дело России», 2013. 218 с.

8. Лясковская Е.А. Управление устойчивым развитием в терминах инклюзивного роста и зеленой экономики // Вопросы управления. 2017. № 4 (47).

9. Методическое пособие по определению сметной стоимости строительства на основе территориальной сметно-нормативной базы ценообразования в строительстве ТСНБ ТЕР-2001 (с изменениями на 01.01.2018 г.). Челябинск, 2018. 290 с.

10. Национальный проект «Экология». URL: <http://government.ru/rugovclassifier/848/events/> (дата обращения: 12.04.2022)

11. Нестеренко М.А., Комлацкий Г.В. Межотраслевое взаимодействие как базовое условие циркулярной экономики // Инновации и инвестиции. 2021. № 12.

12. Приказ Минстроя России «О включении в федеральный реестр сметных нормативов информации о федеральных единичных расценках и отдельных составляющих к ним» от 26.12.2019 № 876/пр // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564142198> (дата обращения: 16.04.2022)

13. Проблемы развития циркулярной экономики как фактора устойчивого развития России / Н.Г. Гаджиев, Н.А. Мурзак, А.Е. Митенкова и др. // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15(3). С. 155–164. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-155-164

14. Федеральный закон № 89-ФЗ от 24 июня 1998 года «Об отходах производства и потребления».

15. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (с посл. изм. и доп. от 26.03.2022 № 771-ФЗ) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 14.03.2022)

16. Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 № 174-ФЗ (с посл. изм. и доп. от 01.05.2022 № 124-ФЗ) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8515/ (дата обращения: 02.05.2022)

17. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ (с посл. изм. и доп. от 02.07.2021 № 101-ФЗ) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 02.05.2022)

18. Фомина И.Б., Табаков А.Н. Парадигма устойчивого развития в условиях перехода к циркулярной экономике // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Общественные науки. 2022. № 1 (213).

19. Corona B., Shen L., Reike D., Carreón J.R., Worrell E., Towards sustainable development through the circular economy – A review and critical assessment on current circularity metrics // Resources, Conservation and Recycling. 2019. V. 151. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104498

20. Kalmykova Y., Sadagopan M., Rosado L., Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools // Resources, Conservation and Recycling. 2017. S0921344917303701. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.034

21. Morsetto P. Targets for a circular economy // Resources, Conservation and Recycling. 2020. V. 153. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104553

References

1. Amirova N.R., Kondrat'eva Ya.E. Main approaches to the introduction of circular economy. *Postsovetskij materik* [Post-Soviet Continent], 2022, no. 1 (33). (In Russ.)

2. Borkova E.A., Gorelchanik L.I., Gorelchanik P.I. The problem of waste disposal in the sustainable development of the Russian Federation. *Ekonomicheskie otnosheniya* [Journal of International Economic Affairs], 2019, vol. 9, no. 2, pp. 1167–1178. (In Russ.) DOI: 10.18334/eo.9.2.40659

3. Val'ko D.V. The potential for sustainable development of the sharing economy. *Upravlenie v sovremennyh sistemah* [Management in Modern Systems], 2022, no. 1 (33). (In Russ.)

4. Grebenkin A.V., Vegner-Kozlova E.O. Theoretical and applied aspects of the concept of circular economy. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii* [AlterEconomics], 2020, vol. 17, no. 2, pp. 399–411. (In Russ.)

5. *Doklad OON «Nashe obshchee budushchee»* [Our Common Future (UN Report)]. URL: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>

6. Kuz'menchuk I.V., Tishchenko L.I. Development of an eco-balanced economy based on harmonious relationships between economic, environmental and social systems. *Sovremennye innovacionnye tekhnologii i problemy ustojchivogo razvitiya v usloviyah cifrovoj ekonomiki* [Modern Innovative Technologies and Problems of Sustainable Development in a Digital Economy: collected papers of the XIII International Scientific and Practical Conference]. Minsk, 2019, pp. 143–146. (In Russ.)

7. Lunev G.G. *Planirovanie regional'noj programmy po kompleksnomu ispol'zovaniyu vtorichnyh stroitel'nyh resursov* [Planning a regional program for the integrated use of secondary building resources]. Moscow, 2013. 218 p.

8. Lyaskovskaya E.A. Management of sustainable development in terms of inclusive growth and green economy. *Voprosy upravleniya* [Problems of Management], 2017, no. 4 (47). (In Russ.)

9. *Metodicheskoe posobie po opredeleniyu smetnoj stoimosti stroitel'stva na osnove territorial'noj smetno-normativnoj bazy cenoobrazovaniya v stroitel'stve TSNB TER-2001 (s izmeneniyami na 01.01.2018 g.)* [Methodological guide for determining the estimated cost of construction on the basis of the territorial estimated and regulatory base for pricing in construction TSNB TER-2001 (revised on 01.01.2018)]. Chelyabinsk, 2018. 290 p.

10. *Nacional'nyj projekt «Ekologiya»* [National project “Ecology”]. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/848/events/> (accessed: 12.04.2022).

11. Nesterenko M.A., Komlackij G.V. Intersectoral interaction as a basic condition for a circular economy. *Innovacii i investicii* [Innovation and Investment], 2021, no. 12. (In Russ.)

12. *Prikaz Ministroya Rossii «O vkluyuchenii v federal'nyj reestr smetnyh normativov informacii o federal'nyh edinichnyh raschenkah i otidel'nyh sostavlyayushchih k nim» ot 26.12.2019 N 876/pr* [Order N 876 of the Ministry of Construction of Russia “On the Inclusion in the Federal Register of Estimated Standards of Information on Federal Unit Rates and Individual Components to them” as of December 26, 2019 / pr]. Official Internet portal of legal information. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564142198> (accessed: 16.04.2022)

13. Gadzhiev N.G., Murzak N.A., Mitenkova A.E., Skripkina O.V., Konovalenko S.A. Problems of development of the circular economy as a factor in Russia’s sustainable development. *South of Russia: ecology, development*, 2020, vol. 15(3), pp. 155–164. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-155-164

14. *Federal'nyj zakon №89-FZ ot 24 iyunya 1998 goda «Ob othodah proizvodstva i potrebleniya»* [Federal Law No. 89-ФЗ “On Production and Consumption Waste” as of June 24, 1998].

15. *Federal'nyj zakon «Ob ohrane okruzhayushchej sredy» ot 10.01.2002 № 7-FZ (s posl. izm. i dop. ot 26.03.2022 № 771-FZ)* [Federal Law No. 7-ФЗ “On Environmental Protection” as of January 10, 2002 (No. 771-ФЗ revised on March 26, 2022)]. Official Internet portal of legal information. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (accessed: 14.03.2022)

16. *Federal'nyj zakon «Ob ekologicheskoy ekspertize» ot 23.11.1995 № 174-FZ (s posl. izm. i dop. ot 01.05.2022 № 124-FZ)* [Federal Law No. 174-ФЗ “On Ecological Expertise” as of November 23, 1995 (revised on May 1, 2022 No. 124-ФЗ)]. Official Internet portal of legal information. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8515/ (accessed: 02.05.2022)

17. *Federal'nyj zakon «O sanitarno-epidemiologicheskom blagopoluchii naseleniya» ot 30.03.1999 № 52-FZ (s posl. izm. i dop. ot 02.07.2021 № 101-FZ)* [Federal Law No. 52-ФЗ “On the Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population” as of March 30, 1999 (No. 101-ФЗ revised on July 2, 2021)]. Official Internet portal of legal information. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (accessed: 02.05.2022)

18. Fomina I.B., Tabakov A.N. The paradigm of sustainable development in the context of the transition to a circular economy. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Obshchestvennyye nauki* [Bulletin of Higher Education Institutes. North Caucasus Region. Series: Social Sciences], 2022, no. 1 (213). (In Russ.)

19. Corona B., Shen L., Reike D., Carreón J.R., Worrell E., Towards sustainable development through the circular economy – A review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation and Recycling*, 2019, vol. 151. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104498

20. Kalmykova Y., Sadagopan M., Rosado L., Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservatio and Recycling*, 2017, S0921344917303701. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.034

21. Morsetto P. Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 2020, vol. 153. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104553

Информация об авторах

Лясковская Елена Александровна, д.э.н., профессор кафедры «Цифровая экономика и информационные технологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, elen_lea@mail.ru

Халилова Гульназ Рафиковна, заместитель начальника отдела ценообразования и сметного нормирования, ОГКУ «Челябобливестстрой»; аспирант кафедры «Цифровая экономика и информационные технологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, cherepash.l@gmail.com

Information about the authors

Elena A. Lyaskovskaya, Professor of the Department of Digital Economy and Information Technology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, elen_lea@mail.ru

Gulnaz R. Khalilova, Deputy Head of the Department of Pricing and Estimated Rationing of OGKU “Chelyabobinveststroy”; postgraduate student of the Department of Digital Economy and Information Technology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, cherepash.l@gmail.com

Статья поступила в редакцию 14.05.2022

The article was submitted 14.05.2022