

ОРГАНИЗАЦИЯ ЦИРКУЛЯРНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА В УСЛОВИЯХ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

Л. А. Мочалова¹, О. Г. Соколова¹, В. Н. Подкорытов¹, О. С. Еремеева¹

¹ Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация: одной из установленных ООН целей устойчивого развития является обеспечение рациональных моделей потребления и производства. Для ее реализации необходимо внедрять организационно-управленческие инновации, связанные с развитием циркулярных бизнес-моделей. Целью исследования явилось рассмотрение особенностей формирования замкнутых циклов производства и потребления путём организации циркулярного промышленного кластера на базе предприятий минерально-сырьевого комплекса. В качестве методов исследования были применены анализ, синтез, наблюдение, изучение разнообразных источников информации. Выявлено, что циркулярным промышленным кластером является объединение промышленных предприятий, превращающих отходы друг друга в готовые продукты. У предприятий минерально-сырьевого комплекса в рамках такого кластера формируются различные цепочки создания ценности, количество которых определяется разнообразием видов и направлений использования отходов, образуемых на стадиях добычи, обогащения и металлургического передела. Участие предприятий минерально-сырьевого комплекса в циркулярном промышленном кластере может быть связано как с получением различных синергетических эффектов, так и с рядом рисков, которые устраняются путём формирования соответствующей инфраструктуры кластера. На примере Свердловской области, характеризующейся функционированием горнодобывающих, горно-обогатительных и горно-металлургических предприятий, а также наличием значительного количества накопленных и образующихся отходов недропользования, в рамках исследования было доказано наличие возможностей по формированию циркулярного промышленного кластера на базе предприятий минерально-сырьевого комплекса.

Ключевые слова: циркулярный промышленный кластер, минерально-сырьевой комплекс, отходы недропользования, вторичное минеральное сырьё, управляющая компания, инфраструктура кластера.

Благодарности: статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20–010–00305А «Модели и механизмы перехода к циркулярной экономике в сфере недропользования».

Для цитирования: Мочалова Л. А., Соколова О. Г., Подкорытов В. Н., Еремеева О. С. Организация циркулярного промышленного кластера в условиях минерально-сырьевого комплекса // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 11-1. – С. 374–387. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_11_0_374.

Circulation industry cluster management within the mineral mining and processing sector

L. A. Mochalova¹, O. G. Sokolova¹, V. N. Podkorytov¹, O. S. Ereemeeva¹

¹ Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia

Abstract: One of the objectives set by UNO for the sustainable development is efficient production and consumption modeling. To reach the objective, it is required to introduce managerial innovations connected with circulation business models. This study aims to discuss features of closed-cycle production and consumption by means of arrangement of a circulation industry cluster on the basis of the mineral mining and processing sector. The methods of the studies are the analysis, synthesis, observation and review of various information sources. The studies reveal that the circulation industry cluster integrates production units which convert waste into finished products. Mineral mining and processing plants within such cluster generate various value chains in an amount governed by the variety of types and use trends of waste generated at the stages of mining, processing and metallurgical conversion. Engagement of mining and processing plants in a circulation industry cluster can be connected with various synergy effects and with some risks eliminated by means of proper infrastructure management inside the cluster. As a case-study of the Sverdlovsk Region, which is hub of mining, processing and metallurgical plants, with huge waste accumulated, it is proved that the mineral mining and processing sector provides opportunities for the arrangement and management of a circulation industry cluster.

Acknowledgments: The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research, Project No. 20-010-00305A Models and Mechanisms of Transition to Circulation Economy in Subsoil Use.

Key words: circulation industry cluster, mineral mining and processing sector, subsoil use waste, secondary mineral resources, management company, cluster infrastructure.

For citation: Mochalova L. A., Sokolova O. G., Podkorytov V. N., Ereemeeva O. S. Circulation industry cluster management within the mineral mining and processing sector. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(11-1):374–387. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_111_0_374.

Введение

Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН 25.09.2015 г., «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» определила на ближайшие пятнадцать лет для всего мирового сообщества семнадцать глобальных целей социально-экономического развития с учётом экологических ограничений. Особого внимания заслуживает цель № 12 «Обеспечение рациональных моделей потребления и производства», которая может позволить в определенной мере устранить избыточное потребление и ресурсоем-

кое производство. Первыми к её достижению должны приступить развитые страны, а потом по мере возможности подключиться и развивающиеся. Согласно Повестке дня к 2020 году необходимо было добиться экологически рационального использования химических веществ и всех отходов на протяжении всего их жизненного цикла и значительно сократить их попадание в воздух, воду и почву, чтобы свести к минимуму их негативное воздействие на здоровье людей и окружающую среду. К 2030 году запланировано обеспечить рациональное освоение и эффективное использо-

вание природных ресурсов. Рекомендуется рационализировать отличающееся неэффективностью субсидирование использования ископаемого топлива, ведущее к его расточительному потреблению.

В период обострения экологических проблем и повышения экологической сознательности общества цель № 12, как и другие цели устойчивого развития, стали «большим вызовом» для предприятий минерально-сырьевого комплекса, деятельностью которых всегда была связана с истощением природно-ресурсного (в том числе минерально-сырьевого) потенциала, добычей и использованием ископаемого топлива, образованием значительного количества твердых отходов, выделением определённого количества загрязняющих веществ в воздух, воду и почву [1–5]. Так называемый «большой вызов» связан как с угрозой потери конкурентоспособности на мировом и национальном рынках, так и с возможностью применения достижений наблюдаемой четвертой промышленной революции, способствующих цифровизации экономики, снижению энерго- и материалоёмкости производства и развитию замкнутых циклов производства и потребления [6–9].

По мнению учёных и специалистов-практиков [10–13], реакцией на «большой вызов» должна быть экологическая модернизация предприятий всего минерально-сырьевого комплекса, которая должна касаться технико-технологических и организационно-управленческих аспектов их хозяйственной деятельности и повышать уровень циркулярности. Экологические инновации технико-технологического характера, планируемые к внедрению за счет использования наилучших доступных технологий на предприятиях недропользования, должны способствовать сокращению,

повторному использованию, переработке и хранению газообразных, жидких и твёрдых отходов [14–15]. Среди организационно-управленческих инноваций, связанных с развитием циркулярных бизнес-моделей, выделяется формирование циркулярных промышленных кластеров или экопромышленных симбиозов. Данные сложные, схожие по строению, но разные по названию промышленные системы основаны на материальных (вещественных и энергетических) и информационных потоках, создаваемых и развивающихся между промышленными предприятиями с целью организации замкнутых технологических и биологических циклов. Различие в названии определяется участниками и объектами управления в рамках промышленной системы. Циркулярным промышленным кластером обычно называют объединение промышленных предприятий, превращающих отходы друг друга в готовые продукты, а экопромышленным симбиозом — совокупность разнообразных (не только промышленных) по сфере деятельности предприятий, участвующих в обмене отходами, продуктами и услугами [16, 17]. Более корректным названием по отношению к объединению предприятий минерально-сырьевого комплекса авторам представляется циркулярный промышленный кластер.

Цель и методы исследования

Целью исследования явилось рассмотрение особенностей формирования замкнутых циклов производства и потребления путём организации циркулярного промышленного кластера на базе предприятий минерально-сырьевого комплекса. В качестве методов исследования были применены анализ, синтез, наблюдение, изучение разнообразных источников информации.

Таблица

Взаимосвязь типов предприятий минерально-сырьевого комплекса (МСК) со стадиями цепочки создания ценности и образования отходов**Correlations between mineral mining and processing sector plants, value chains and waste generation stages**

Тип предприятия МСК	Стадия цепочки создания ценности и образования отходов		
	Добыча	Обогащение	Металлургия
Горнодобывающее предприятие	+	-	-
Горно-обогатительный комбинат	+	+	-
Горно-металлургическая компания	+	+	+

Особенности организации циркулярного промышленного кластера, создаваемого на базе предприятий минерально-сырьевого комплекса

Место и разнообразие связей в рамках циркулярного промышленного кластера у конкретного предприятия минерально-сырьевого комплекса может определяться типом сложности его строения в зависимости от стадии обработки полезного ископаемого. Самым простым типом предприятия минерально-сырьевого комплекса является горнодобывающее предприятие, осуществляющее добычу полезных ископаемых. Средним по сложности типом предприятия выступает горно-обогатительный комбинат, в свою производственную структуру включающий подразделение не только по добыче (карьер, разрез, шахта, рудник), но и обогащению (обогатительная фабрика) полезных ископаемых. Самым сложным типом предприятия минерально-сырьевого комплекса является горно-металлургическая компания, помимо добычи и обогащения, занимающаяся металлургическим переделом. С одной стороны, чем больше различных стадий обработки полезного ископаемого происходит в рамках

предприятия, например, горно-металлургической компании (как правило, создаваемой в форме вертикально интегрированного холдинга), тем длиннее внутрифирменная цепочка создания ценности, позволяющая отходы одних подразделений превращать в полуфабрикаты и готовые продукты других. С другой стороны, сложная по стадиям производственно-технологического цикла горно-металлургическая компания вынуждена иметь дело не только с отходами добычи, но с отходами первого (обогащение) и второго (металлургия) технологического передела (таб.), для переработки которых требуется привлечение сторонних организаций. Таким образом, кроме основной цепочки создания ценности возникает необходимость в дополнительных цепочках, количество которых определяется разнообразием видов и направлений использования отходов.

Потенциальные выгоды, которые могут быть достигнуты предприятиями-участниками циркулярного промышленного кластера (синергетические эффекты), заключаются в следующем: сокращении платежей за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) за счёт снижения объёмов размещения отходов (передачи

или продажи другим организациям для их утилизации) и сокращения сбросов и выбросов от предприятий (за счет организации замкнутых систем); снижении эксплуатационных расходов за счет повышения энергоэффективности (при организации системы обмена энергией) и эффективного использования ресурсов (при использовании вторичного сырья); получении доходов от обмена отходами (побочными продуктами) с другими организациями, в том числе за счет производства продукции из вторичного сырья; снижении затрат на комплекс услуг, предоставляемых в рамках кластера (например, экологические образовательные семинары, управление в чрезвычайных ситуациях, консультационные услуги) и др. [18]. Отдельно следует выделить преимущества кластера по сравнению с холдингом и другими подобными объединениями предприятий, пока являющимися одними из востребованных форм интеграции в нашей стране и теряющими свои позиции в развитых странах. К преимуществам относятся: добровольность участия в кластере; самоорганизация; оптимальное соотношение кооперации и конкуренции [19].

Вместе с тем участие предприятий в циркулярном промышленном кластере может быть связано с рядом рисков, уменьшающих возможные выгоды: отсутствие или неэффективная работа управляющей кластером компании (кластерного центра, специализированной организации), способного координировать взаимодействие входящих в кластер организаций; отсутствие или недостаточный объем базы данных о возможностях предприятий по включению в различные циркулярные схемы, их входах (принимаемых отходах и вторичном сырье) и выходах (образующихся отходах и вторичном сырье); несбалансированность цир-

кулярных потребностей одних участников объединения с возможностями других; несоблюдение взаимных обязательств участниками кластера по приему и поставке отходов; возможность утраты у предприятия-участника кластера, делящегося с другими участниками своим опытом работы, уникальных конкурентных преимуществ; нежизнеспособность кластера при его территориальной локализации и др.

Элементы инфраструктуры циркулярного промышленного кластера

С целью устранения или максимального уменьшения количества и силы воздействия вышеперечисленных рисков необходимо создать соответствующую инфраструктуру кластера. Основными элементами инфраструктуры полноценного, реально работающего циркулярного промышленного кластера, созданного на базе предприятий минерально-сырьевого комплекса, являются:

1. Эффективная управляющая компания. Деятельность управляющей компании должна быть связана с оказанием участникам кластера набора консультационных и организационных услуг (маркетинговых услуг; содействием в проведении обучающих, коммуникационных и выставочных мероприятий, информационных компаний; услуг по бизнес-планированию; поддержкой в разработке стратегических и программных документов организационным проектированием цепочек взаимодействия между участниками кластеров и т.д.).

2. Актуальная и полная информационная база об отходах недропользования и вторичном минеральном сырье. Информационная база, формируемая управляющей компанией и используемая всеми участниками циркулярного промышленного кластера, должна

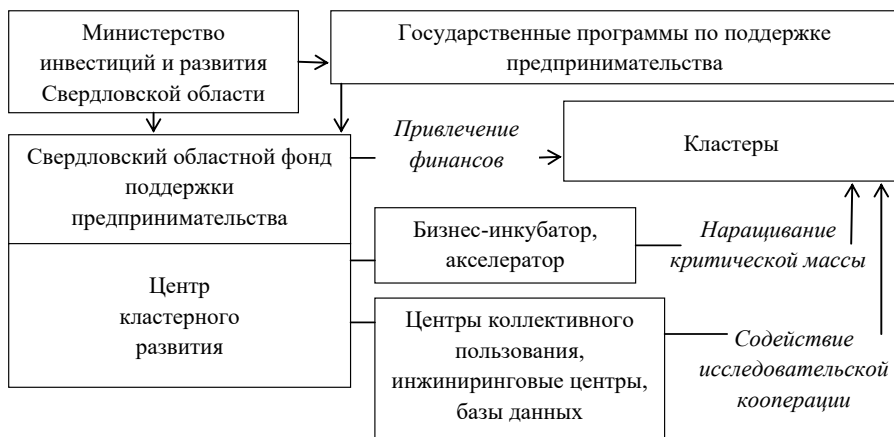
включать данные о спросе и предложении различных отходов и различных видов циркулярных услуг. В качестве составной части информационной базы могут служить региональные кадастры отходов производства и потребления, которые ведутся с учётом кодов отходов по Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО). ФККО содержит 929 видов отходов производства и потребления, среди которых находятся отходы недропользования. Сведения об отходах недропользования с названиями, согласующимися с ФККО, можно найти в территориальных схемах в сфере обращения с отходами производства и потребления. Кроме того, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» ежегодно, начиная с 2016 г., на основе материалов Государственного реестра объектов размещения отходов (ГРОРО) формирует, обновляет и пополняет Банк данных об отходах, объектах их переработки и размещения.

Управляющая компания может сформировать собственную, более полную с точки зрения необходимой информации и удобную по интерфейсу и поиску необходимых объектов биржу отходов недропользования и вторичного минерального сырья, которая будет не только выполнять функцию доски объявлений о различных видах отходов, возникающих в процессе создания цепочки ценности в сфере недропользования, но и служить местом активного взаимодействия участников кластера.

3. Наличие и доступность технологий повторного использования и переработки отходов недропользования. Важным условием развития циркулярного промышленного кластера является наличие разработанных и доступных

в информационном и финансовом плане технологий повторного использования и переработки отходов недропользования. Данным технологиям посвящены многие научные труды (научно-исследовательские отчеты, диссертации на соискание ученой степени кандидата или доктора технических наук, научные монографии и статьи). Например, в коллективной монографии, подготовленной ФГАУ «НИИ «ЭПП», кроме прочих представлены технологии переработки вторичных ресурсов, образующиеся в горно- и нефтедобывающей промышленности. В ГОСТ Р 55100–2012 «Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии обращения с отходами в горнодобывающей промышленности» установлены эффективные методы обращения с отходами, образующимися в сфере добычи и переработки полезных ископаемых, на основе внедрения основных и дополнительных НДТ.

4. Постоянная государственная поддержка. В современных условиях сложно найти кластер, который развивается без государственной поддержки. Возможно два вида государственной поддержки в развитии кластера: полная и фрагментарная поддержка. В первом случае государственные органы власти оказывают всестороннюю поддержку предприятиям, выступающим в роли потенциальных лидеров, локомотивов развития кластеров. Во втором случае речь идет об эпизодическом влиянии государственных органов власти на развитие кластера. Следует отметить, что для различных уровней развития кластеров со стороны государства применяются различные меры организационной и финансовой поддержки, поэтому необходимо выделить количественные и качественные критерии, определяющие вид и уровень развития кластера [20].



*Рис. 1. Формирование инфраструктуры кластеров в Свердловской области при государственной поддержке предпринимательства [составлено авторами на основе 20]
Fig. Generation of cluster infrastructure in the Sverdlovsk Region with governmental support of business activity (compiled by the authors based on 20)*

Возможности формирования циркулярного промышленного кластера в условиях Свердловской области

Наличие возможностей по формированию циркулярного промышленного кластера с участием горнодобывающих, горно-обогатительных и горно-металлургических предприятий в рамках исследования было оценено на примере Свердловской области, характеризующейся развитым минерально-сырьевым комплексом и наличием значительного количества накопленных и образующихся отходов недропользования.

В первую очередь следует отметить, что в Стратегии социально-экономического развития Свердловской области на 2016–2030 годы (утверждена Законом Свердловской области «О Стратегии социально-экономического развития Свердловской области на 2016–2030 годы» № 151-ОЗ от 21.12.2015 г.) одним из приоритетов социально-экономической политики Свердловской области является создание условий для повышения конкурентоспособности промышленного, инно-

вационного и предпринимательского потенциала экономики региона. Для достижения этой цели реализуются приоритетные направления «Повышение конкурентоспособности промышленного комплекса Свердловской области» и «Развитие инновационной деятельности в Свердловской области», которые в частности ориентированы на создание инновационно-территориальных кластеров. В связи с этим в 2018 г. по инициативе Министерства инвестиций и развития Свердловской области на базе Свердловского областного фонда поддержки предпринимательства был создан Центр кластерного развития, задачами которого являются: исследование существующего рынка, выявление потенциала для развития кластеров, помощь в привлечении новых участников, кооперация между крупными предприятиями и малым бизнесом, продвижение продукции кластеров на внешние рынки. Данный центр, как многие другие региональные центры кластерного развития, является специализированной организацией, одним из учредителей которой

является субъект РФ (в данном случае Свердловская область), и деятельность которой поддерживается Министерством экономического развития РФ путём выделения субсидий в рамках поддержки малого и среднего предпринимательства. К настоящему времени Центр кластерного развития подписал соглашения о сотрудничестве с четырьмя промышленными кластерами: титановым, приборостроительным, строительным, малой энергетики и энергомашиностроения.

На рис. 1 продемонстрирована роль Свердловского областного фонда поддержки предпринимательства (СОФПП) и Центра кластерного развития в формировании инновационной инфраструктуры Свердловской области и кластерной среды. Являясь структурным подразделением СОФПП, Центр кластерного развития работает с кластерами следующим образом: с помощью бизнес-инкубатора и акселератора создает условия для наращивания критической массы, которая выражается отношением доли предприятий кластерной группы в регионе к доле предприятий региона в целом по стране; содействует исследовательской кооперации в рамках кластерной группы; также выполняет роль координатора мер государственной поддержки в плане привлечения заемных средств и инвестиций [20].

Описанная схема создания промышленного кластера основывается на нормативно-правовой базе, включающей Методические рекомендации по реализации кластерной политики в субъектах РФ (подготовлены в 2008 г. Минэкономразвития России) и Порядок формирования перечня пилотных программ развития инновационных территориальных кластеров (принят по итогам заседания президиума Госсовета РФ от 11.11.2011 г.). Однако

существует еще одна схема формирования промышленного кластера, которая базируется на Федеральном законе от 31.12.2014 г. № 488-ФЗ «О промышленной политике в РФ», Постановлении Правительства РФ от 31.07.2015 г. № 779 (с изм. от 02.08.2018 г.) «О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров», Приказе Министерства промышленности и торговли РФ от 09.02.2016 г. № 304 (с изм. от 29.01.2019 г.) «Об утверждении Порядка ведения реестра промышленных кластеров и специализированных организаций, соответствующих требованиям к промышленному кластеру и специализированной организации, в том числе обеспечения своевременного внесения изменений в содержащиеся в указанном реестре сведения». В данном случае развитие промышленного кластера возможно при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ. Для его включения в Реестр промышленных кластеров требуется соответствие следующим критериям: 1) существование производственной кооперации между участниками кластера, основанной на разработке и реализации совместных проектов; 2) наличие инфраструктуры кластера, в том числе технологической и промышленной инфраструктуры, учреждений образования и науки; 3) наличие специализированной организации кластера, разрабатывающей и сопровождающей программы развития промышленного кластера и совместных проектов.

Выполнение нормативных требований относительно показателей программы развития циркулярного промышленного кластера возможно только при объединении в его составе предприятий, осуществляющих добычу полезных ископаемых, с предприятиями металлургического производства

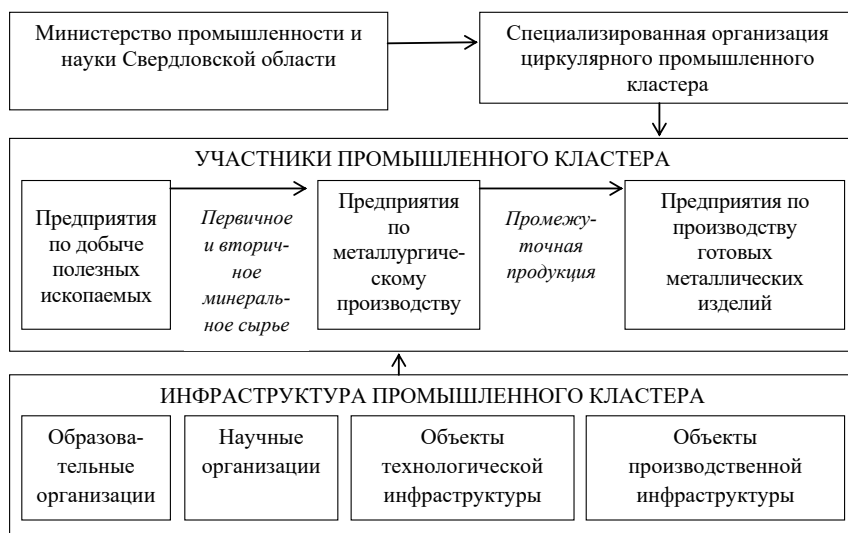


Рис. 2. Схема организации циркулярного промышленного кластера в Свердловской области при государственной поддержке промышленности
 Fig. 2. Layout of circulation industry cluster in the Sverdlovsk Region with governmental support of industry

и производства готовых металлических изделий, которые продолжают цепочку создания добавленной стоимости и ориентированы на создание конечной продукции. О возможности такого объединения в рамках Свердловской области говорит то, что в соответствии со Стратегией промышленного и инновационного развития Свердловской области на период до 2035 года, утвержденной Правительством Свердловской области от 28.06.2019 г. № 383-ПП, горнодобывающие предприятия в настоящее время покрывают потребность металлургических заводов по первичному минеральному сырью: по алюминиевому сырью (бокситам) — до 60%, по медной руде — до 20%, по железной руде — 100%, в то же время они могут быть потенциальными поставщиками вторичного минерального сырья, получаемого за счёт переработки накопленных техногенных образований, состоящих в основном из вскрышных и вмещающих пород, отходов обогащения.

Схема организации циркулярного промышленного кластера при государственной поддержке развития промышленности представлена на рис. 2.

Формированию и развитию циркулярного промышленного кластера предшествует значительная предварительная работа, заключающаяся в поиске его потенциальных участников, которые могут быть увязаны друг с другом образуемыми и перерабатываемыми отходами, вторичным сырьем. В качестве информационной базы об отходах недропользования и вторичном минеральном сырье выступает Свердловский областной кадастр отходов производства и потребления, который включает в себя Сведения о расположенных на территории Свердловской области объектах размещения отходов горнодобывающего, обогатительного, металлургического и химического производств¹. Кроме

¹ Сведения о расположенных на территории Свердловской области объектах размещения отхо-

того, в Территориальной схеме в сфере обращения с отходами производства и потребления на территории Свердловской области, в том числе с твердыми коммунальными отходами (утверждена Приказом министра энергетики и ЖКХ от 30.11.2018 г. № 506), представлен перечень хозяйствующих субъектов, образующих отходы производства и потребления, с разделением по основным видам экономической деятельности. Среди них выделены те, что образуют максимальное количество отходов, в т.ч. по разделу «Добыча полезных ископаемых» указаны две организации, связанные с добычей и обогащением железных руд (АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат», ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат»), и три, связанные с добычей руд цветных металлов (ОАО «Святогор», ЗАО «Золото Северного Урала», ПК-Артель старателей «Невьянский прииск»). При создании соответствующих условий данные и другие крупные и средние предприятия минерально-сырьевого комплекса могут стать активными участниками одного или нескольких циркулярных промышленных кластеров, производственные цепочки предприятий которых ориентированы на комплексное использование минерального сырья и управление следующими отходами недропользования: отходами добычи и обогащения железных руд, отходами добычи руд цветных металлов, отходами добычи прочих полезных ископаемых и др. [21]. В этом им могут помочь малые и средние организации, утилизирующие данные

дов горнодобывающего, обогатительного, металлургического и химического производств. Свердловский областной кадастр отходов производства и потребления. Сайт Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области. URL: <https://mprso.midural.ru/article/show/id/1135> (дата обращения: 22.02.2021)

отходы, а также научно-исследовательские институты (Институт горного дела УрО РАН, Институт геологии и геохимии УрО РАН, Институт экономики УрО РАН и др.), разрабатывающие технологии управления отходами, и образовательные учреждения, готовящие инженеров и управленцев, способных принимать экологически ориентированные решения (Уральский государственный горный университет, Уральский федеральный университет и др.).

Таким образом, в условиях Свердловской области имеются возможные объединения предприятий минерально-сырьевого комплекса в составе циркулярного промышленного кластера, а также обеспечения инфраструктуры для его развития.

Заключение

Циркулярно ориентированные организационно-управленческие инновации способствуют формированию замкнутых циклов производства и потребления и тем самым повышению экологичности, снижению энерго- и материалоёмкости антропогенной деятельности.

Авторы предлагают ставшую в последнее время особо актуальной проблему управления отходами недропользования и использования вторичного минерального сырья решить с помощью организации циркулярного промышленного кластера, объединяющего предприятия, занятые в сфере добычи, обогащения полезных ископаемых и металлургического передела. Основным назначением данного кластера призвана стать организационная, информационная, технологическая, а также экономическая взаимосвязь предприятий, испытывающих проблемы с отходами.

Для развития полноценного циркулярного промышленного кластера,

базирующегося на предприятиях минерально-сырьевого комплекса, необходимо администрирование и финансирование со стороны региональных и федеральных органов власти и управления. При их содействии возможно формирование необходимой инфраструктуры.

Элементами данной инфраструктуры выступают: эффективная управляющая компания, актуальная и полная информационная база об отходах недро-

пользования и вторичном минеральном сырье, наличие и доступность технологий повторного использования и переработки отходов недропользования, постоянная государственная поддержка.

Инфраструктура кластера должна способствовать выполнению основных целей его создания, ускорению потока информации, технологий и новых идей, тесным контактам между многочисленными участниками, а также получению синергетических эффектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. *Brais Suarez-Eiroa et al.* Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice / Brais Suarez-Eiroa, Emilio Fernandez, Gonzalo Mendez-Martinez, David Soto-Onate // *Journal of Cleaner Production*, 2019, Volume 214, pp. 952 – 961. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271>
2. *D'Amato D. et al.* Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues // *Journal of Cleaner Production*, 2017, Volume 168. pp. 716 – 734. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>.
3. *Dovgal Olena et al.* Sustainable Ecological Development of the Global Economic System. The Institutional Aspect. *Journal of Environmental Management and Tourism*, [S.l.], 2020, v. 11, n. 3, June, pp. 728 – 740. ISSN 2068 – 7729. DOI: [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.3\(43\).27](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.3(43).27).
4. *Gunjan Yadav et al.* A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case / Gunjan Yadav, Sunil Luthra, Suresh Kumar Jakhar, Sachin Kumar Mangla, Dhiraj P. Rai // *Journal of Cleaner Production*, 2020, Volume 254, 1 May, 120112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120112>
5. *Prieto-Sandoval V. et al.* (2018). Towards a consensus on the circular economy / Prieto-Sandoval V., Jaca Carmen, Ormazabal M. // *Journal of cleaner production*, 2018, Volume 179. pp. 605 – 615. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>.
6. *Ignatyeva M., Yurak V., Pustokhina N.* Recultivation of post-mining disturbed land: Review of content and comparative law and feasibility study. // *Resources*. 2020, 9(6). DOI: 10.3390/RESOURCES9060073 [In Engl]
7. *Tatarkin A. I., Polyanskaya I. G., Ignatyeva M. N., Yurak V. V.* Consistent assessment of the status and prospects of institutional and innovational subsurface resources management in the Arctic zone // *Econ Reg.* 2014, (3), pp. 146 – 158. DOI: 10.17059/2014–3-14 [In Engl]
8. *Polyanskaya I. G., Yurak V. V.* Institutions, mechanisms and methods of innovative subsurface resources management // *Econ Reg.* 2013, (1), pp. 205 – 215. DOI: 10.17059/2013–1-20 [In Engl]
9. *Ignatyeva M., Yurak V., Dushin A., Strovsky V., Zavyalov S., Malyshev A., et al.* How far away are world economies from circularity: Assessing the capacity of circular economy policy packages in the operation of raw materials and industrial wastes // *Sustainability*. 2021, 13(8). DOI: 10.3390/su13084394 [In Engl]
10. *Dushin AV, Ignatyeva MN, Yurak VV, Ivanov AN.* Economic evaluation of environmental impact of mining: Ecosystem approach // *Eurasian Mining*. 2020, (1), pp. 30 – 36. DOI: 10.17580/em.2020.01.06 [In Engl]

11. Polyanskaya I. G., Yurak V. V., Strovsky V. E. Considering mining wastes as a factor of increasing the balance level of subsoil management in regions. *Economy of Region*, 2019, 15 (4), pp. 1226 – 1240. DOI 10.17059/2019 – 4-20

12. Хохряков А. В., Ларионова И. В., Москвина О. А., Цейтлин Е. М. Системный подход к обеспечению экологической безопасности в горной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 3–1. – С. 501 – 517. DOI 10.25018/0236 – 1493 – 2020 – 31 – 0-501 – 517.

13. Каплунов Д. Р., Юков В. А. О принципах перехода горнодобывающего предприятия к устойчивому экологически сбалансированному развитию // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 3. – С. 74 – 86. DOI: 10.25018/02361493 – 2020 – 3-0 – 74 – 86.

14. Mochalova L. A. Regulatory and legal framework for transition to the best available techniques in mining. *Gornyi Zhurnal*, 2019, (1), pp. 28 – 33. DOI: 10.17580/gzh.2019.01.06

15. Петров И. В. Экономические аспекты перехода горнодобывающих предприятий на принципы наилучших доступных технологий // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 8. – С. 333 – 339.

16. Преображенский Б. Г., Толстых Т. О., Шмелева Н. В. Промышленный симбиоз как инструмент циркулярной экономики // Регион: системы, экономика, управление. – 2020. – № 4 (51). – С. 37 – 48.

17. Дворядкина Е. Б., Корчагина И. В. Тенденции кластерного развития промышленного региона: роль кластеров малых и средних предприятий (на примере Кемеровской области) // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2017. – №2 (50). [Электронный ресурс]. URL: <https://eee-region.ru/article/5011/> (дата обращения: 15.01.2021).

18. Бахмян Э. А. Кластеры в современной экономике: сущность, характерные черты и генерируемые эффекты // Теоретическая и прикладная экономика. – 2019. – № 1. – С. 64 – 74.

19. Александрова Л. А. Промышленная интеграция: кластеры versus холдинги // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2014. – № 2(51). – С. 25 – 29.

20. Исследование кластерной среды в Свердловской области: отчёт о НИР. Екатеринбург: ООО «Аналитический центр «Эксперт», 2018. – 135 с.

21. Мочалова Л. А., Соколова О. Г. Теория, методология и методика перехода к циркулярной экономике в сфере недропользования: научная монография / Л. А. Мочалова, О. Г. Соколова; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2021. – 147 с. **ГИАБ**

REFERENCES

1. Brais Suarez-Eiroaa et al. Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. Brais Suarez-Eiroaa, Emilio Fernandez, Gonzalo Mendez-Martinezb, David Soto-Onate. *Journal of Cleaner Production*, 2019, Volume 214, pp. 952 – 961. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271>

2. D’Amato D. et al. Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 2017, Volume 168. pp. 716 – 734. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>.

3. Dovgal Olena et al. Sustainable Ecological Development of the Global Economic System. The Institutional Aspect. *Journal of Environmental Management and Tourism*, [S.l.], 2020, v. 11, n. 3, june, pp. 728 – 740. ISSN 2068 – 7729. DOI: [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.3\(43\).27](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.3(43).27).

4. Gunjan Yadav et al. A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case. Gunjan Yadav, Sunil Luthra, Suresh Kumar Jakhar, Sachin Kumar Mangla Dhiraj P. Rai. *Journal*

of *Cleaner Production*, 2020, Volume 254, 1 May, 120112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120112>

5. Prieto-Sandoval V. et al. (2018). Towards a consensus on the circular economy. Prieto-Sandoval V., Jaca Carmen, Ormazabal M.. *Journal of cleaner production*, 2018, Volume 179. pp. 605 – 615. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>.

6. Ignatyeva M., Yurak V., Pustokhina N. Recultivation of post-mining disturbed land: Review of content and comparative law and feasibility study. *Resources*. 2020, 9(6). DOI: 10.3390/RESOURCES9060073 [In Engl]

7. Tatarikin A. I., Polyanskaya I. G., Ignatyeva M. N., Yurak V. V. Consistent assessment of the status and prospects of institutional and innovational subsurface resources management in the Arctic zone. *Econ Reg*. 2014, (3), pp. 146 – 158. DOI: 10.17059/2014–3-14 [In Engl]

8. Polyanskaya I. G., Yurak V. V. Institutions, mechanisms and methods of innovative subsurface resources management. *Econ Reg*. 2013, (1), pp. 205 – 215. DOI: 10.17059/2013–1-20 [In Engl]

9. Ignatyeva M., Yurak V., Dushin A., Strovsky V., Zavyalov S., Malyshev A., et al. How far away are world economies from circularity: Assessing the capacity of circular economy policy packages in the operation of raw materials and industrial wastes. *Sustainability*. 2021, 13(8). DOI: 10.3390/su13084394 [In Engl]

10. Dushin AV, Ignatyeva MN, Yurak VV, Ivanov AN. Economic evaluation of environmental impact of mining: Ecosystem approach. *Eurasian Mining*. 2020, (1), pp. 30 – 36. DOI: 10.17580/em.2020.01.06 [In Engl]

11. Polyanskaya I. G., Yurak V. V., Strovsky V. E. Considering mining wastes as a factor of increasing the balance level of subsoil management in regions. *Economy of Region*, 2019, 15 (4), pp. 1226 – 1240. DOI 10.17059/2019–4-20

12. Hohrjakov A. V., Larionova I. V., Moskvina O. A., Cejtlin E. M. Sistemnyj podhod k obespecheniju jekologicheskoj bezopasnosti v gornoj promyshlennosti. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020, no. 3 – 1, pp. 501 – 517. DOI 10.25018/0236 – 1493 – 2020 – 31 – 0-501 – 517. [In Russ].

13. Kaplunov D. R., Jukov V. A. O principah perehoda gornodobyvajushhego predpriyatija k ustojchivomu jekologicheski sbalansirovannomu razvitiju. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020, no. 3, pp. 74 – 86. DOI: 10.25018/02361493 – 2020 – 3-0 – 74 – 86. [In Russ].

14. Mochalova L. A. Regulatory and legal framework for transition to the best available techniques in mining. *Gornyi Zhurnal*. 2019, no. 1, pp. 28 – 33. DOI: 10.17580/gzh.2019.01.066

15. Petrov I. V. Jekonomicheskie aspekty perehoda gornodobyvajushhijh predpriyatij na principy nailuchshih dostupnyh tehnologij. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2016, no. 8, pp. 333 – 339. [In Russ].

16. Preobrazhenskij B. G., Tolstyh T. O., Shmeleva N. V. Promyshlennyj simbioz kak instrument cirkuljarnoj jekonomiki. *Region: sistemy, jekonomika, upravlenie*. 2020, no. 4 (51), pp. 37 – 48. [In Russ].

17. Dvorjadkina E. B., Korchagina I. V. Tendencii klaster'nogo razvitija promyshlennogo regiona: rol' klasterov malyh i srednih predpriyatij (na primere Kemerovskoj oblasti). *Regional'naja jekonomika i upravlenie: jelektronnyj nauchnyj zhurnal*. 2017. No 2(50), available at: <https://eee-region.ru/article/5011/> [In Russ].

18. Bahshjan Je. A. Klastery v sovremennoj jekonomike: sushhnost', harakternye cherty i generiruemye jeffekty. *Teoreticheskaja i prikladnaja jekonomika*. 2019, no. 1, pp. 64 – 74. [In Russ].

19. Aleksandrova L. A. Promyshlennaja integracija: klastery versus holding. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo social'no-jekonomicheskogo universiteta*. 2014, no. 2(51), pp. 25 – 29. [In Russ].

20. *Issledovanie klasternoj sredy v Sverdlovskoj oblasti: otchjot o NIR*. Yekaterinburg: ООО "Analytical Center "Expert", 2018. 135 p. [In Russ].

21. Mochalova L. A., Sokolova O. G. *Teorija, metodologija i metodika perehoda k cirkuljarnoj jekonomike v sfere nedropol'zovanija: nauchnaja monografija*. L. A. Mochalova, O. G. Sokolova; Ural State Mining University. Yekaterinburg: UGGU Publishing House, 2021. 147 p. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Мочалова Людмила Анатольевна*¹ — докт. экон. наук, доцент, зав. кафедрой экономики и менеджмента; e-mail: lyudmila.mochalova@m.ursmu.ru;

*Соколова Ольга Геннадьевна*¹ — канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики и менеджмента, e-mail: olga.sokolova@m.ursmu.ru;

*Подкорытов Владимир Николаевич*¹ — канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, e-mail: s.p.a.r.k.s@rambler.ru;

*Еремеева Ольга Сергеевна*¹ — аспирантка кафедры экономики и менеджмента, e-mail: 206081@m.ursmu.ru;

¹ Уральский государственный горный университет, 620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Mochalova L. A.*¹, Dr. Sci. (Economic), Associate Professor, Head of the Department of Economics and Management, e-mail: lyudmila.mochalova@m.ursmu.ru;

*Sokolova O. G.*¹, Cand. Sci. (Economic), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics and Management, e-mail: olga.sokolova@m.ursmu.ru;

*Podkorytov V. N.*¹, Cand. Sci. (Economic), Associate professor of the Department of Economics and Management, e-mail: s.p.a.r.k.s@rambler.ru;

*Eremeeva O. S.*¹, Postgraduate student of the Department of Economics and Management, e-mail: 206081@m.ursmu.ru;

¹ Ural State Mining University, 620144, Yekaterinburg, Kuibysheva str., Russia.

Получена редакцией 25.05.2021; получена после рецензии 01.10.2021; принята к печати 10.10.2021.

Received by the editors 25.05.2021; received after the review 01.10.2021; accepted for printing 10.10.2021.

