

На пути к экономике замкнутого цикла

DOI: 10.34828/UdSU.2024.20.69.002

УДК 332.1

О.П. Старцева

МЕСТО УРАЛА В ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА В РОССИИ

Аннотация. В ряде российских регионов (Кемеровская область, Челябинская область, Республика Башкортостан, Красноярский край и др.) и городов, крупнейших научных центрах страны – Москве и Санкт-Петербурге, накоплен большой практический опыт по рациональному использованию сырья, материальных ресурсов и отходов производства. Значительное место среди них занимает Свердловская область, в которой с 1997 г. впервые в России решение переработки промышленных отходов осуществляется на основе программно-целевого подхода, в регионе впервые внедрен на промышленном предприятии и замкнутый водный цикл. Ханты-Мансийский автономный округ вошел в историю экономики замкнутого цикла тем, что отходоперерабатывающая компания региона провела первую эмиссию зеленых облигаций в стране. В сфере переработки промышленных отходов уральские регионы продолжают занимать ключевые позиции в циркулярной экономике в России. В статье рассматривается вклад Урала в методологию и начало экономики замкнутого цикла в стране, дается актуальный аналитический срез, обозначаются перспективы.

Ключевые слова: вовлечение промышленных отходов в хозяйственный оборот, циркулярная экономика, экономика замкнутого цикла, переработка техногенных отходов, замкнутая система водопользования, рациональное хозяйствование.

Для цитирования: Старцева О.П. Место Урала в экономике замкнутого цикла в России // Управление техносферой: электрон. журнал, 2024. Т.7. Вып.2. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 175 –189. DOI: 10.34828/UdSU.2024.20.69.002

Введение

В Российской Федерации в 2022 году стартовал федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» [1], успех которого зависит, прежде всего, от эффективной практической утилизации промышленных отходов. К 2030 году доля вторичных ресурсов должна достичь: в строительстве – 40 %, в сельском хозяйстве – 50 %, в промышленности – более 30 %. С 2030 года вторичные ресурсы будут подлежать переработке и запрещены к захоронению.

В Свердловской области с 1997 года реализуются федеральные и областные программы переработки отходов различных отраслей, одной из программ даже был присвоен статус Президентской.

Целью деятельности было проанализировать наработки и показать место Урала в экономике замкнутого цикла, ценный опыт может помочь как в совершенствовании нормативно-правового механизма, так и в выборе отечественных технологий, как уже внедренных, так и инновационных.

Результаты исследования

Свердловская и Челябинская области на протяжении ряда лет занимают последние места в экологических рейтингах РОО «Зеленый патруль» [2], производящих рейтингование регионов по сводному экологическому индексу, складывающемуся из природоохранного, промышленно-экологического и социально-экологического индексов.

Таблица 1

Свердловская и Челябинская области в национальном экологическом рейтинге РОО «Зеленый патруль» в динамике с 2008 г. по 2023 г.*, место

№ по УФ О	Регионы УФО	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
5	Челяб. обл.	83	82	82	81	83	83	80	84	85	86	85	84	83	80	82	84
6	Свердл. обл.	82	83	83	83	81	82	84	85	84	85	86	83	81	82	84	85

*2008 год весь, остальные годы – осень.

Напомню о том, что это два старопромышленных региона, являющихся крупными индустриальными центрами страны и в настоящее время. ВРП Свердловской области за 2021 год составил 2,5 трлн руб, Челябинская достигнет этого показателя в 2023 г. ВВП Российской Федерации за 2021 год –

109,6 трлн руб., т.е. 4,5 % дают два уральских региона из 89 российских. Черная металлургия лидирует в структуре промышленного комплекса обоих регионов, составляя 59,3 % в Челябинской области и 31 % в Свердловской. Цветная металлургия в Свердловской области составляет 19 % от объёма всего промышленного производства. Факт того, что до 60-х годов двадцатого века промышленные отходы практически не перерабатывались, а объём производства Уральского экономического региона в общесоюзном к началу 60-х гг. составлял значимую долю: 31 % по прокату черных металлов и стальных труб, 30 % по производству стали, 26 % по производству чугуна, объясняет значительный объём накопленных техногенных образований на территории этих двух областей. Всего на Среднем Урале сосредоточено 8 млрд тонн техногенных отходов, что составляет 27 % от общероссийского объёма их. По оценкам Уральского института металлов производство одной тонны черного металла сопровождается получением 5–17 т отходов; для производства одной тонны цветных и драгоценных металлов нужно 100 т и более природного сырья.

Цветная металлургия до 60-х годов XX-го века традиционно базировалась на природном сырье, которое обеспечивало производство металла требуемого качества. Сопутствующие элементы, не содержащие цветных металлов, считались отвальным продуктом, который выбрасывался на свободные земли. Законодательно этот процесс тогда никак не регулировался, главным было производство важной для народного хозяйства продукции. В начале 60-х годов в объёме производства цветных металлов всё большую роль стали составлять вторичные металлы. Это осложнило технологию и ухудшило качество получаемого металла. К началу 70-х годов только Кировоградский медеплавильный комбинат, который был сосредоточением переработки всего вторичного медного сырья страны, выпускал до 180 тысяч тонн меди в год. Но это была самая грязная, самая сложная для последующего рафинирования медь,

как правило, медь марки низшего качества. Время потребовало новых подходов к организации производства, сотрудничеству с отраслевой наукой и к реализации новых технологий. В последующие годы проблема переработки отходов цветной металлургии приобретала всё большее значение. И постепенно эти отходы сформировали новое направление – техногенное, которое стало гораздо более широким, чем утилизация отходов предприятий цветной металлургии.

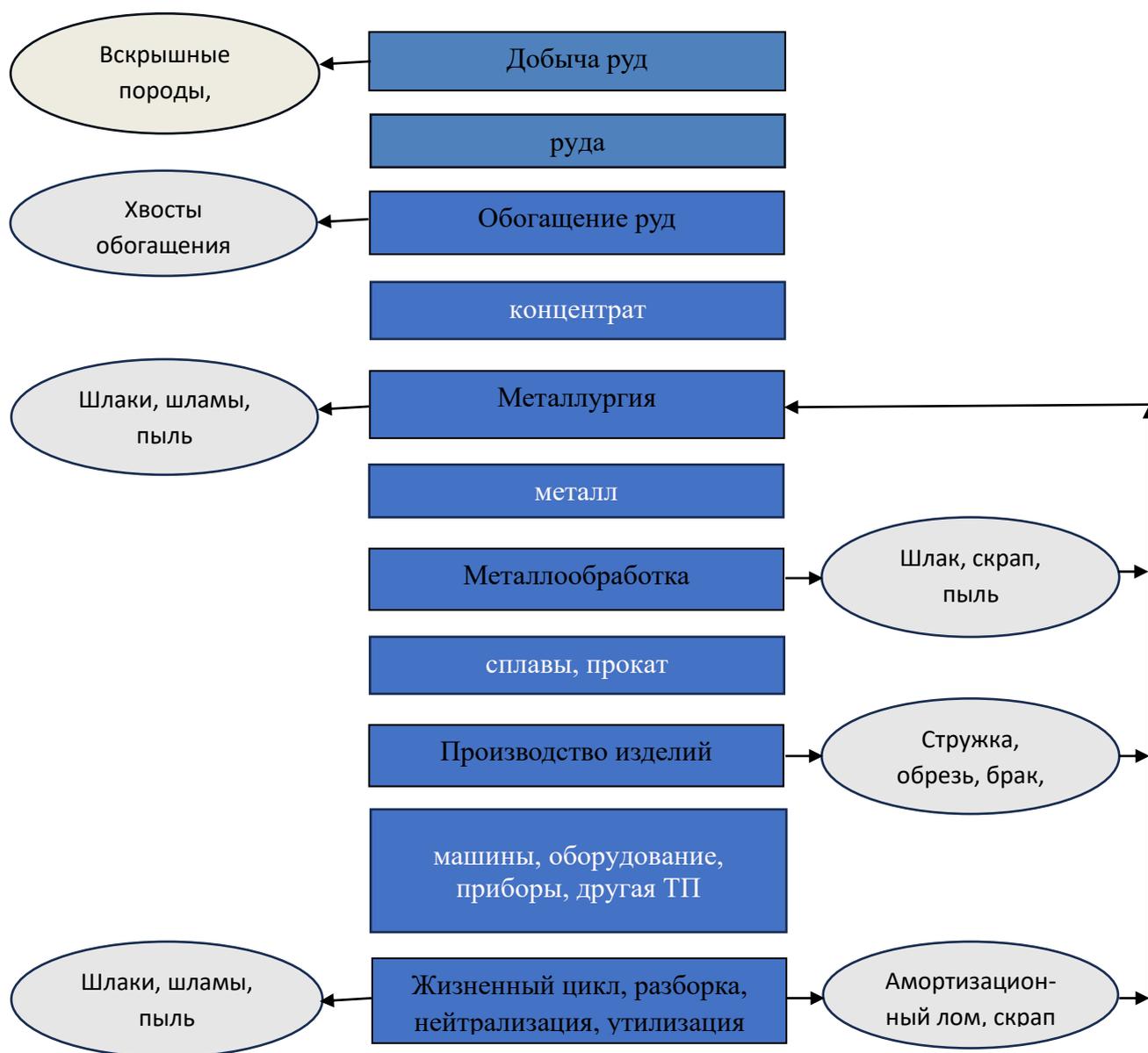


Рис. 1. Пример циркулярной экономики по обороту техногенных отходов и оборотных материалов в производстве металлов

С 1959 года, решения XXI внеочередного съезда КПСС по ускоренному развитию отрасли *черной металлургии*, началось ее техпереворужение. Физический амортизационный износ металлургических агрегатов превышал допустимые нормы, например, на Магнитогорском металлургическом комбинате износ основных фондов составлял 50 %. Самые крупные металлургические заводы были сосредоточены в Челябинской и Свердловской областях, на жителей которых и падала экологическая нагрузка. Переход сталелитейных производств от доменного и мартеновского производств к электросталеплавильному значительно снизил загрязнение окружающей среды. При модернизации производства чугуна и стали, переходе на новые технологические методы плавки металлов получили также развитие технологические процессы и оборудование по переработке металлургических отходов, прежде всего, шлаков.

По оценкам экспертов конгресса «ТЕХНОГЕН», в Свердловской и Челябинской областях накоплено свыше 220 млн т хвостов обогащения, складировано свыше 110 млн. т медных шлаков, содержащих в среднем 0,37 % меди, 2,29 % цинка и 0,98 % серы, а также более 7 т золота и 150 т серебра, 23 тыс т висмута и 8 тыс т кадмия. В отработанных и законсервированных хвостохранилищах уральских обогатительных фабрик медного комплекса находится более 50 млн т отходов, содержащих 0,33 % меди, 0,5 % цинка и 28,2 % серы. На металлургических предприятиях накоплено более 1,13 млрд т отходов, из которых свыше 306 млн т находится на предприятиях черной металлургии.

В последние годы доля утилизированных и обезвреженных отходов во всех регионах Уральского федерального округа имеет положительную динамику.

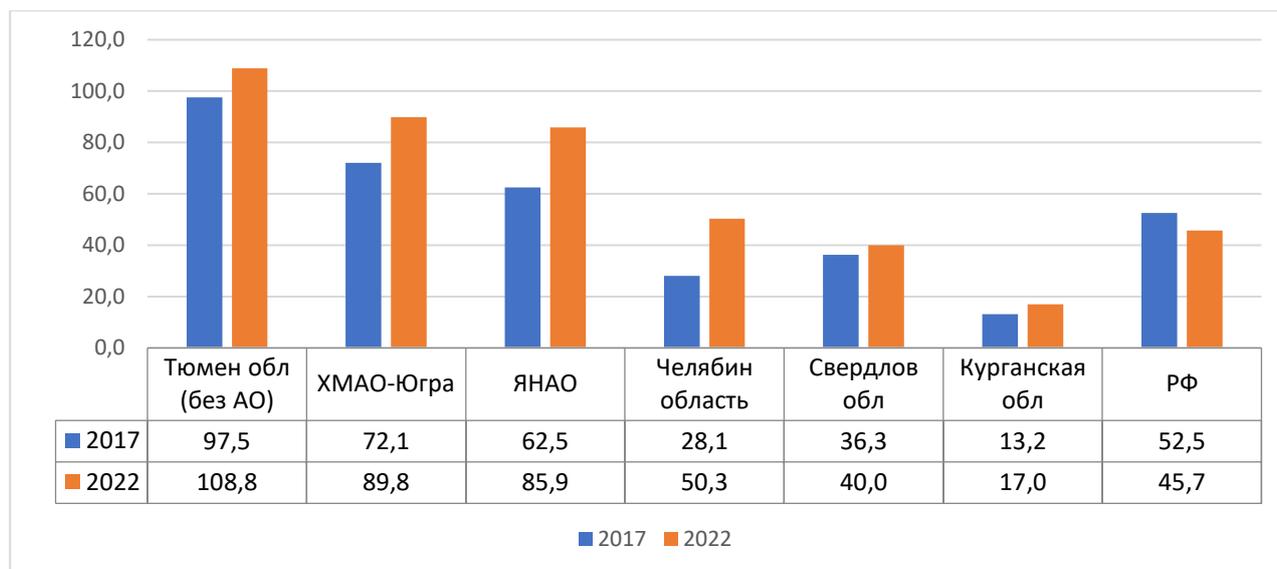


Рис. 2. Утилизированные и обезвреженные отходы производства и потребления в регионах Уральского ФО, % к образованным.

Источник данных: Росстат.

Это стало возможным благодаря технологиям, в т.ч. разработкам *отраслевой науки*. Книга заслуженного металлурга РСФСР М.И. Панфилова «Металлургический завод без шлаковых отвалов» вышла из печати в 1978 году, за три десятилетия до начавшейся впоследствии в стране реформы по отходам и за полвека до начала создания в России экономики замкнутого цикла. В книге, выпущенной коллективом авторов-ученых-металлургов Уральского института металлов, в 1987 году, «Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии» были рассмотрены технологические решения и направления использования шлаковой продукции в народном хозяйстве. Огромный вклад в разработку и методологию современного подхода к ресурсно-экологической организации производства, ресурсосбережение и рациональное природопользование, переработку и утилизацию отходов внесли академик Леонтьев Л.И., академик Смирнов Л.А., д.т.н. Селиванов Е.Н., д.т.н. Набойченко С.С., д.т.н. Газалеева Г.И., д.т.н. Панышин А.М. и другие.

Примером комплексного решения проблемы переработки и использования техногенных отходов, как одной из составных частей рационального природопользования, стала впервые разработанная в стране областная и федеральная программы «Переработка техногенных образований Свердловской области» на 1997-2005 годы, которой в 2000 году был присвоен статус президентской программы. С таким же названием региональная программа была утверждена на 2004-2010 годы. Рассмотрим итоги реализации программ за 1997-2010 годы. Был разработан кадастр основных техногенных отходов горнометаллургических предприятий Среднего Урала и России, введено в эксплуатацию большое количество объектов по переработке отходов производства и потребления. Более 130 хозяйствующих субъектов участвовало в реализации федеральной и областной программ, которыми создано более трех тысяч новых рабочих мест. Ими за 13 лет было переработано почти 150 млн тонн отходов, из которых произведено более 80 млн тонн товарной продукции на сумму 23 млрд рублей и сэкономлено 160 млн тонн природного сырья. Экономический эффект составил около 7 рублей на 1 рубль затрат, а общая сумма его – 22 миллиарда рублей. Более подробно с результатами деятельности по программам «Переработка техногенных отходов Свердловской области» можно ознакомиться в выпущенной по итогам работы книге «Переработка техногенных отходов» [3]. С 2012 года план мероприятий, направленных на переработку техногенных отходов Свердловской области, входит в состав областной целевой программы «Экология и природные ресурсы Свердловской области».

Наибольшие успехи за этот период были достигнуты в переработке отходов черной металлургии. В общем количестве отходов от металлургического передела 80 % составляют шлаки. Введенные мощности по их переработке привели к значительному превышению объема

переработки над объемом образования, что постепенно сократило отвалы и высвободило площади для хозяйственного использования. Интересен опыт Нижне-Тагильского металлургического комбината по утилизации мелкозернистых отходов, заслуживают внимания решения утилизации окалины на Синарском трубном заводе и Первоуральском новотрубном заводе, комплексное решение по использованию внутри предприятия всех образующихся мелкозернистых отходах на Северском трубном заводе.

В 2007 году Правительством Свердловской области принято постановление «Об утверждении порядка ведения Свердловского областного кадастра отходов производства и потребления», что стало началом создания региональной информационной базы по отходам. Начиная с 2004 года, появилась достоверная и полная информация по объемам образования, использования, размещения отходов по видам и классам опасности; по объектам размещения отходов: по лицензированным организациям; по технологиям переработки; по организациям – переработчикам отходов и т.д., в динамике.

Первая в мире замкнутая система водопользования (ЗСВ) на промышленном предприятии введена в строй на Верх-Исетском металлургическом заводе в Свердловске в 1973 г, на берегу Верх-Исетского пруда, вблизи питьевого водозабора. ЗСВ включала в себя установки для очистки отработанных высококонцентрированных травильных растворов, маслоэмульсионных сточных вод и установку для сжигания маслоотходов. Уральский опыт был использован при создании эффективных ЗСВ по всей стране. К началу 90-х годов ЗСВ было построено в СССР уже более 350, больше всего на предприятиях черной и цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности.

Энциклопедия технологий переработки и использования в хозяйственном обороте промышленных отходов – материалы шести

проведенных на сегодня научных конгрессов с международным участием «ТЕХНОГЕН», проведенных в Екатеринбурге в 2012, 2014, 2017, 2019, 2021 и 2023 годах. Состав участников Конгресса «ТЕХНОГЕН» и тематика представляемых докладов расширяются год от года, что указывает на возрастающую потребность рынка в создании и развитии прогрессивных технических решений, обеспечивающих рациональное потребление природных ресурсов, сохранение и улучшение экологических условий жизни человека. В этом контексте результаты проведения Конгрессов «ТЕХНОГЕН» являются определенным вкладом в создание «Экономики замкнутого цикла», а кооперация науки, производства, представителей бизнеса и участие государства будет залогом ее успешного строительства в Российской Федерации. Базу данных современных технологических разработок можно использовать как основу для создания комплексных проектов, направленных на изменение линейной модели производства и потребления на циклическую, рассматривающую техногенные отходы не как бесполезную и экологически вредную субстанцию, но как ценный источник вторичного сырья, используемый на том же предприятии, где он образовался, или в смежных производствах [4-9].

К настоящему времени в институтах УрО РАН, ВУЗах, научных подразделениях промышленных предприятий накоплен большой опыт по переработке и утилизации техногенных образований. Доля предприятий, осуществляющих экологические инновации, на протяжении последних лет остаётся стабильно высокой в регионах УФО, за исключением только одного региона – Курганской области.

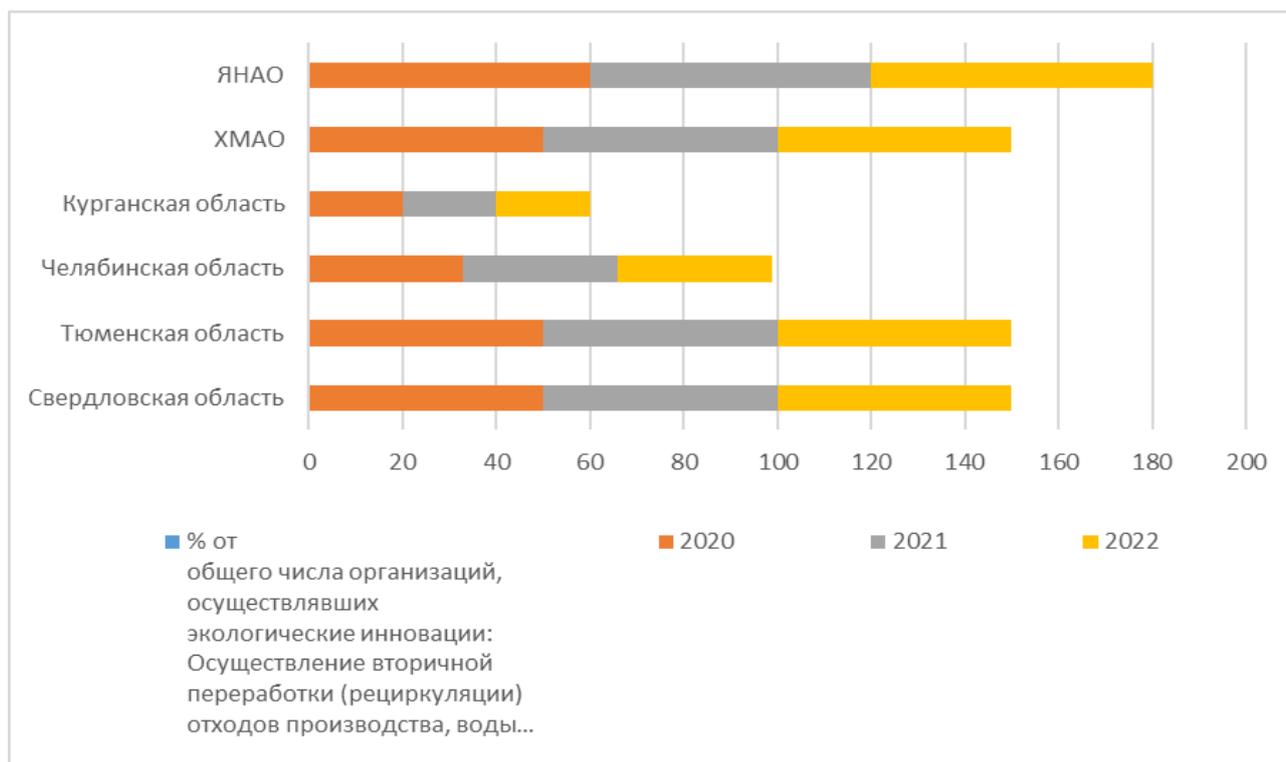


Рис. 3. Доля организаций – участников циркулярной экономики в регионах Уральского ФО

Не только в металлургии накоплен опыт по переработке и утилизации техногенных образований. Примером компании, осуществляющей экоинновации по циркулярной экономике в нефтегазовой промышленности, можно назвать «ЛУКОЙЛ–Западная Сибирь», которая уже второй десяток лет утилизирует попутный нефтяной газ, используемый в качестве сырья для производства электроэнергии на газотурбинных и газопоршневых электростанциях. Кроме того, для рекультивации нарушенных земель, укрепления откосов дорог и обвалов используется вторичная продукция из отходов бурения [10, 11].

Примечательно и то, что первая компания, которая стала первым «зеленым» эмитентом в России и выпустила первые в стране «зеленые» облигации в 2018 г – компания, занимающаяся переработкой отходов – ООО «Ресурсосбережение ХМАО», тоже ведет свою деятельность в Уральском федеральном округе.

То есть, Урал – это не только полигоны переработанного техногенного «богатства» и связанные с этим экологические проблемы, которые постепенно решаются. А прежде всего наука и технологии, первая методология, практика, и даже первый опыт зеленого финансирования в экономике замкнутого цикла. Урал уже стал локомотивом, к которому присоединились другие регионы, участвуя в главной промышленной выставке страны «ИННОПРОМ», научном конгрессе «ТЕХНОГЕН», используя наш опыт хозяйственной практики по нейтрализации, утилизации и использованию отходов в последующих оборотных циклах в своих регионах, и способен стать лидером зеленой экономики России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный экологический рейтинг, 2023. – Общероссийская общественная организация «Зелёный патруль», 2023. URL: https://greenpatrolbackend.ru/pdf/rating/spring2023/ratin_regions.pdf. (дата обращения: 03.08.23).
2. Переработка техногенных отходов / Л.А. Смирнов [и др.]. Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2012. 607 с.
3. Замкнутые системы – основное направление развития водного хозяйства промышленных предприятий / В.И. Аксенов [и др.]. // ВХР, 2011. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zamknutyie-sistemy-osnovnoie-napravlenie-razvitiya-vodnogo-hozyaystva-promyshlennyh-predpriyatiy-1> (дата обращения: 29.03.2024).
4. Старцева О.П. Экоинновации в нефтегазовой промышленности – путь к устойчивому росту нефтегазовых регионов // Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики, 2022. Т.1. С. 58 – 66.
5. Техноген–2014: Труды конгресса с международным участием и элементами школы молодых ученых, Екатеринбург, 02–06 июня 2014 года. Екатеринбург: Уральский рабочий, 2014. 552 с.

6. Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований: труды VI Конгресса с международным участием «ТЕХНОГЕН-2023». (Екатеринбург, 11–14 июля 2023 г.). Екатеринбург: ООО Универсальная типография «Альфа Принт», 2023. 368 с.
7. Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований: труды V Конгресса с международным участием и Конференции молодых ученых «ТЕХНОГЕН-2021», Екатеринбург, 23–26 ноября 2021 г. Екатеринбург: Институт металлургии УрО РАН, ООО Универсальная типография «Альфа Принт», 2021. 420 с.
8. Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований «Техноген-2019»: труды конгресса с международным участием и конференции молодых ученых, (Екатеринбург, 18–21 июня 2019 г.). Екатеринбург: ФГБУН Институт металлургии УрО РАН, 2019. 656 с.
9. Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований. Уральский рынок лома, промышленных и коммунальных отходов: труды Конгресса с международным участием и Конференции молодых ученых, V Форума. (Екатеринбург, 05–09 июня 2017 г.). Екатеринбург: ФГБУН Институт металлургии УрО РАН, 2017. 600 с.
10. Паспорт федерального проекта «Экономика замкнутого цикла». URL: https://news.solidwaste.ru/wp-content/uploads/2022/07/EZTs_pasport.pdf (дата обращения: 03.08.23).
11. Фундаментальные основы технологий переработки и утилизации техногенных отходов. Техноген–2012: труды международного конгресса, посвященного 80-летию науки Урала. (Екатеринбург, 13–15 июня 2012 г.). Екатеринбург: Уральский издательский полиграфический центр, 2012. 552 с.

Поступила в редакцию: 29.03.2024

Сведения об авторе

Старцева Ольга Петровна

Соискатель, ФГБОУ «Институт экономики» Уральского отделения РАН, Россия, 620014, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29. Россия.

E-mail: sor65@mail.ru

O.P. Startseva

PLACE OF THE URALS IN THE CLOSED-CYCLE ECONOMY IN RUSSIA

Annotation. A number of Russian regions (Kemerovo Oblast, Chelyabinsk Oblast, Republic of Bashkortostan, Krasnoyarsk Krai, etc.) and cities, the largest scientific centers of the country - Moscow and St. Petersburg, have accumulated extensive practical experience in the rational use of raw materials, material resources and industrial waste. A significant place among them is occupied by the Sverdlovsk region, where since 1997 for the first time in Russia the solution of industrial waste recycling has been implemented on the basis of the program-targeted approach, and a closed water cycle has been introduced in the region for the first time at an industrial enterprise. The Khanty-Mansi Autonomous Okrug made history in the history of the closed-cycle economy by the fact that the region's waste processing company conducted the first issue of green bonds in the country. In the field of industrial waste recycling, the Urals regions continue to occupy key positions in the circular economy in Russia. The article discusses the contribution of the Urals to the methodology and the beginning of the circular economy in the country, provides an actual analytical cross-section, and outlines the prospects.

Keywords: involvement of industrial waste in economic turnover, circular economy, closed-cycle economy, processing of technogenic waste, closed-loop water use system, rational economic management.

For citation: Startseva O.P. [Place of the Urals in the closed-cycle economy in Russia]. *Upravlenie tekhnosferoi*, 2024, vol. 7, issue 2. (In Russ.) Available at: <https://technosphere-ing.ru/> pp. 175 – 189. DOI: 10.34828/UdSU.2024.20.69.002

REFERENCES

1. *Natsional'nyi ekologicheskii reiting, 2023. – Obshcherossiiskaya obshchestvennaya organizatsiya «Zelenyi patrol'»* [National environmental rating, 2023. – All-Russian public organization «Green Patrol»], 2023. Available at: https://greenpatrolbackend.ru/pdf/rating/spring2023/ratin_regions.pdf. (accessed: 03.08.2023). (In Russ.).
2. Smirnov L.A., Sorokin Yu.V., Snyatinovskaya N.M. and others. *Pererabotka tekhnogennykh otkhodov* [Processing of technogenic waste]. Ekaterinburg: LLC «UIPC», 2012. 607 p. (In Russ.).
3. Aksenov V.I., Nichkova I.I., Nikulin V.A. and others. *Zamknutyie sistemy – osnovnoe napravlenie razvitiya vodnogo khozyaistva promyshlennykh predpriyatii* [Closed systems are the main direction of development of water management at industrial enterprises]. VKhR, 2011, no. 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/zamknutyie-sistemy-osnovnoe->

- napravlenie-razvitiya-vodnogo-hozyaystva-promyshlennyh-predpriyatiy-1 (accessed: 29.03.2024). (In Russ.).
4. Startseva O.P. Ekoinnovatsii v neftegazovoi promyshlennosti – put' k ustoichivomu rostu neftegazovykh regionov [Eco-innovation in the oil and gas industry is the path to sustainable growth of oil and gas regions]. *Aktual'nye problemy ekonomiki i upravleniya na predpriyatiyakh mashinostroeniya, neftyanoi i gazovoi promyshlennosti v usloviyakh innovatsionno-orientirovannoi ekonomiki* [Current problems of economics and management at mechanical engineering enterprises, oil and gas industries in an innovation-oriented economy], 2022, vol.1, pp. 58 – 66. (In Russ.).
 5. *Tekhnogen–2014: Trudy kongressa s mezhdunarodnym uchastiem i elementami shkoly molodykh uchenykh, Ekaterinburg, 02–06 iyunya 2014 goda* [Technogen-2014: Proceedings of the congress with international participation and elements of the school of young scientists], Yekaterinburg, June 02–06, 2014, Ekaterinburg: Uralsky Rabochiy, 2014, 552 p. (In Russ.).
 6. *Fundamental'nye issledovaniya i prikladnye razrabotki protsessov pererabotki i utilizatsii tekhnogennykh obrazovaniy: Trudy VI Kongressa s mezhdunarodnym uchastiem «TEKhNOGEN 2023»* [Fundamental research and applied development of processes for processing and utilization of technogenic formations: Proceedings of the VI Congress with international participation «TECHNOGEN 2023»], Yekaterinburg, July 11–14, 2023. Ekaterinburg: LLC Universal Printing House «Alpha Print», 2023, 368 p. (In Russ.).
 7. *Fundamental'nye issledovaniya i prikladnye razrabotki protsessov pererabotki i utilizatsii tekhnogennykh obrazovaniy: trudy V Kongressa s mezhdunarodnym uchastiem i Konferentsii molodykh uchenykh «TEKhNOGEN-2021»* [Fundamental research and applied development of processes for processing and utilization of technogenic formations: proceedings of the V Congress with international participation and the Conference of young scientists «TECHNOGEN-2021»], Yekaterinburg, November 23–26, 2021, Ekaterinburg: Institute of Metallurgy, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, LLC Universal Printing House «Alpha Print», 2021, 420 p. (In Russ.).
 8. *Fundamental'nye issledovaniya i prikladnye razrabotki protsessov pererabotki i utilizatsii tekhnogennykh obrazovaniy «Tekhnogen-2019»: Trudy kongressa s mezhdunarodnym uchastiem i konferentsii molodykh uchenykh* [Fundamental research and applied development of processes for processing and utilization of technogenic formations «Technogen-2019»: Proceedings of the congress with international participation and conference of young scientists], Yekaterinburg, June 18–21, 2019. Ekaterinburg: Federal State Budgetary Institution

of Science Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2019, 656 p. (In Russ.).

9. *Fundamental'nye issledovaniya i prikladnye razrabotki protsessov pererabotki i utilizatsii tekhnogennykh obrazovaniy. Ural'skii rynek loma, promyshlennykh i kommunal'nykh otkhodov: Trudy Kongressa s mezhdunarodnym uchastiem i Konferentsii molodykh uchenykh* [Fundamental research and applied development of processes for processing and recycling of man-made formations. Ural market for scrap, industrial and municipal waste: Proceedings of the Congress with international participation and the Conference of Young Scientists], V Forum, Yekaterinburg, June 05–09, 2017. Ekaterinburg: Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2017, 600 p. (In Russ.).
10. *Pasport federal'nogo proekta «Ekonomika zamknutogo tsikla»*. [Passport of the federal project «Circular Economy»]. Available at: https://news.solidwaste.ru/wp-content/uploads/2022/07/EZTs_pasport.pdf (accessed: 03.08.2023). (In Russ.).
11. *Fundamental'nye osnovy tekhnologii pererabotki i utilizatsii tekhnogennykh otkhodov. Tekhnogen–2012: Trudy mezhdunarodnogo kongressa, posvyashchennogo 80-letiyu nauki Urala* [Fundamentals of technologies for processing and disposal of industrial waste. Technogen-2012: Proceedings of the international congress dedicated to the 80th anniversary of science in the Urals]. Ekaterinburg, June 13–15, 2012. Ekaterinburg: Ural Publishing Printing Center, 2012, 552 p. (In Russ.).

Received: 29.03.2024

About the Author

Startseva Olga Petrovna

Applicant of the Federal State Budgetary Educational Institution «Institute of Economics» of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 29 Moskovskaya str., Yekaterinburg, 620014, Russia.

E-mail: sop65@mail.ru