

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»



Л. А. Мочалова, О. Г. Соколова

**ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА
ПЕРЕХОДА К ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКЕ
В СФЕРЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Научная монография

Екатеринбург – 2021

Рецензенты: *коллектив кафедры природообустройства и водопользования*
(зав. кафедрой – Гревцев Н. В., д-р техн. наук, проф.);
Логинов В. Г., зав. сектором регионального природопользования
и геоэкологии ФГБУН «Институт экономики УрО РАН».

Печатается по решению Учебно-методического совета
Уральского государственного горного университета.

Мочалова Л. А., Соколова О. Г.

М 74 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.
ISBN 978-5-8019-0511-2

В научной монографии рассматриваются теоретические основы формирования циркулярной экономики, характеризуются методологические подходы к реализации концепции циркулярной экономики в условиях недропользования, приводятся методические рекомендации по формированию замкнутых циклов производства и потребления при освоении ресурсов недр.

Научная монография представляет интерес для специалистов в области экономики и управления природопользованием и охраной окружающей среды, научных и управленческих работников в сфере недропользования, студентов и преподавателей, изучающих и преподающих эколого-экономические дисциплины.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 20-010-00305А «Модели и механизмы перехода к циркулярной экономике в сфере недропользования».

Рис. 8. Табл. 9. Библиогр. 78 назв.

УДК 504.06:622

ISBN 978-5-8019-0511-2

© Уральский государственный
горный университет, 2021
© Мочалова Л. А., Соколова О. Г.,
2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИРКУЛЯРНОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ.....	5
1.1. Циркулярная экономика в контексте реализации концепции устойчивого развития и теории модернизации.....	5
1.2. Рациональные модели производства и потребления в условиях циркулярной экономики.....	16
1.3. Факторы и перспективы развития циркулярной экономики в России.....	27
2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	31
2.1. Проблема незамкнутых циклов производства и потребления в сфере недропользования.....	31
2.2. Методологические основы формирования циркулярной экономики в условиях недропользования.....	36
2.3. Методологический подход к оценке результативности применения циркулярных моделей в сфере недропользования.....	49
2.4. Институциональное обеспечение развития циркулярных моделей в сфере недропользования.....	58
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ЗАМКНУТЫХ ЦИКЛОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ РЕСУРСОВ НЕДР.....	68
3.1. Применение технико-технологических механизмов обеспечения цикличности производства и потребления в сфере недропользования.....	68
3.2. Применение организационно-управленческих механизмов обеспечения цикличности производства и потребления в сфере недропользования.....	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	93
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	94
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	99
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	100
Приложение А. Воздействие вида экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» на окружающую среду Свердловской области в 2019 году.....	100
Приложение Б. Отходы добычи полезных ископаемых в Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО).....	106
Приложение В. Сведения о расположенных на территории Свердловской области объектах размещения отходов горнодобывающего, обогатительного, металлургического и химического производств.....	118
Приложение Г. Перечень наилучших доступных технологий в соответствии с ИТС 49-2017 Добыча драгоценных металлов.....	141

ВВЕДЕНИЕ

В последние 50 лет, начиная с конца 60-х годов XX века, проводятся активные исследования по изучению влияния хозяйственной деятельности человека на окружающую среду, а также разработке концепций эколого-экономического развития, способных сориентировать всё мировое сообщество и мировую экономику к состоянию баланса с природной средой. В той или иной степени данные концепции получили развитие в сфере освоения ресурсов недр.

Трудно реализуемой в условиях минерально-сырьевого комплекса, связанного с образованием большого количества отходов, является концепция циркулярной экономики, ориентированная на организацию замкнутых циклов производства и потребления. Однако именно ее развитие, базирующееся на системном и процессном подходах и сопровождаемое использованием специальных механизмов, может способствовать реальному снижению ресурсоемкости и повышению экологичности недропользования.

Целью исследования, результаты которого представлены в монографии, является рассмотрение теоретических, методологических и методических основ формирования циркулярной экономики в условиях недропользования.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучены общие теоретические положения по развитию в стране циркулярной модели экономики;
- выявлены особенности минерально-сырьевого комплекса с точки зрения организации замкнутых циклов производства и потребления;
- разработаны методологические основы формирования циркулярной экономики в условиях недропользования;
- представлены методические рекомендации по применению технико-технологических и организационно-управленческих механизмов обеспечения цикличности потребления и производства при освоении ресурсов недр.

В соответствии с данными задачами построена логика изложения монографии.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

1.1. Циркулярная экономика в контексте реализации концепции устойчивого развития и теории модернизации

Прошло почти 30 лет с тех пор, когда весь прогрессивный мир начал движение по пути осознания и реализации the concept of sustainable development, принятой в 1992 г. на Конференции ООН по охране окружающей среды и развитию. В английском языке под данным термином понимается концепция развития, которая может поддерживаться неопределенно долго. В России этот термин перевели как «концепция устойчивого развития», имея в виду концепцию сбалансированного с экологической, экономической и социальной точек зрения развития. Бурный интерес учёных и общественных деятелей к сущности и значимости данной концепции привёл к возникновению в отечественной и зарубежной литературе более сотни различных толкований устойчивого развития.

Для научной трактовки понятия «устойчивое развитие» необходимо определиться с объектом исследования, в качестве которого, по мнению авторов монографии, следует рассматривать **социально-эколого-экономическую систему (СЭЭС)**, представляющую собой определенное сочетание социальной, экологической и экономической систем, совместно функционирующих в условиях конкретной институциональной среды. Под **устойчивым развитием СЭЭС** авторы предлагают понимать её сбалансированное развитие, характеризующееся высокой степенью адаптации системы к воздействию внешних и внутренних факторов и её способностью удовлетворять различные частные и общественные потребности в течение продолжительного периода времени. Данный подход позволяет учесть многоаспектность и динамику устойчивого развития, а также рассматривать устойчивость разномасштабных и многокомпонентных СЭЭС, к которым относятся: мир в целом, страна, регион, город, предприятие и домохозяйство [31].

Программные области устойчивого развития, изложенные в принятой в 1992 г. в Рио-де-Жанейро «Повестке дня на XXI век», в 2000 г. преобразовались в 8 целей и 21 задачу развития тысячелетия в «Декларации тысячелетия ООН», а в 2015 г. предстали в виде 17 глобальных целей и 169 задач устойчивого развития, изложенных в «Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» и носящих комплексный характер путём охвата различных аспектов устойчивого развития: социальных (1, 2, 3, 4, 5, 10 цели), экологических (6, 13, 14, 15 цели), экономических (7, 8, 9, 12 цели) и институциональных (11, 16, 17 цели). Среди целей устойчивого развития стоит выделить те, что отражают экономические аспекты развития: цель 7 «Обеспечение доступа к недорогостоящим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех», цель 8 «Содействие неуклонному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех», цель 9 «Создание прочной инфраструктуры, содействие обеспечению всеохватной и устойчивой индустриализации и внедрению инноваций», цель 12 «Обеспечение рациональных моделей потребления и производства». Достижение данных целей должно способствовать устранению ситуации «крайне расточительного образа жизни населения в развитых странах» и «повышенной ресурсоёмкости производства развивающихся стран» [53], т. е. социально-экономическому развитию с учётом экологических ограничений.

Достижение целей устойчивого развития (в том числе экономических) в России возможно на базе технико-технологических и организационно-управленческих инноваций, имеющих место в условиях общих модернизационных процессов в обществе и экономике страны. Данные процессы, как указано в «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (утверждена Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642), происходят через призму парадигмы «больших вызовов», которые «создают существенные риски для общества, экономики, системы государственного управления, но одновременно представляют собой важный фактор для появления новых возможностей и перспектив научно-технологического развития Российской

Федерации». В Стратегии большими вызовами названы, в частности, следующие моменты: «исчерпание возможностей экономического роста России, основанного на экстенсивной эксплуатации сырьевых ресурсов на фоне формирования цифровой экономики и появления ограниченной группы стран-лидеров, обладающих новыми производственными технологиями и ориентированных на использование возобновляемых ресурсов; ...; возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанный с их неэффективным использованием рост рисков для жизни и здоровья граждан». В качестве приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации в ближайшие 10-15 лет выделены направления, которые обеспечат: «... б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии; ...; д) противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства; ...; ж) возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук; з) исследования в области понимания процессов, происходящих в обществе и природе, развития природоподобных технологий, человеко-машинных систем, управления климатом и экосистемами, а также исследования, связанные с этическими аспектами технологического развития, изменениями социальных, политических и экономических отношений; ...».

Стратегические ориентиры научно-технологического развития России в полной мере согласуются с программными областями, целями и задачами устойчивого развития, а также теорией модернизации [35], концепциями промышленных революций [5, 44] и технологических укладов [57, 59]. Виды экономик, промышленных революций и соответствующих им технологических укладов представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Виды экономик и промышленных революций, соответствующие им технологические уклады

Вид экономики / Стадия общественного развития [21]	Виды промышленных революций [5, 44] и модернизаций экономики	Технологические уклады и их характеристики [57, 59]
1	2	3
Доиндустриальная экономика	Отсутствие промышленной революции: неразвитость орудий и предметов труда; необходимость значительного физического труда	Нулевые доиндустриальные уклады характеризуются осуществлением рутинной трудовой деятельности. Основной ресурс: мускульная энергия человека и животных. Достижения укладов: усиление мускульной энергии человека и животных. Гуманитарный недостаток: необходимость телесных усилий, причиняющих боль и страдания
Индустриальная экономика / <i>Индустрия 1.0</i>	Первая промышленная революция (конец XVIII – начало XIX в.)	Первый индустриальный технологический уклад связан с механизацией текстильной промышленности. Основной ресурс: энергия воды. Достижение уклада: механизация фабричного производства
		Второй индустриальный технологический уклад – эра пара и железных дорог. Основной ресурс: энергия пара, уголь. Достижения уклада: рост масштабов производства, развитие транспорта. Гуманитарное преимущество: постепенное освобождение человека от тяжёлого ручного труда
<i>Индустрия 2.0</i>	Вторая промышленная (технологическая) революция (вторая половина XIX – начало XX в.)	Третий индустриальный технологический уклад – эра стали, электричества и химикатов, поточного производства. Основной ресурс: электрическая энергия. Достижения уклада: концентрация банковского и финансового капитала; появление радиосвязи, телеграфа; стандартизация производства. Гуманитарное преимущество: повышение качества жизни
	<i>Начало первичной модернизации экономики</i>	Четвертый индустриальный технологический уклад – эра нефти, автомобилестроения и массового производства. Основной ресурс: энергия углеводородов, энергия атома. Достижение уклада: массовое и серийное производство. Гуманитарные преимущества: развитие связи, транснациональных отношений, рост производства продуктов народного потребления

1	2	3
Постиндустриальная (инновационная, информационная) экономика / <i>Индустрия 3.0</i>	Третья промышленная (научно-техническая, цифровая) революция (конец XX – начало XXI в.)	Пятый индустриальный технологический уклад – эра информатизации и телекоммуникаций. Основной ресурс: энергия атома. Достижение уклада: индивидуализация производства и потребления. Гуманитарные преимущества: глобализация, скорость связи и перемещения
	<i>Начало вторичной модернизации экономики</i>	Шестой постиндустриальный технологический уклад – эра нано- и биотехнологий.
	Четвертая промышленная революция (начало XXI в. – ...)	Достижения уклада: индивидуализация производства и потребления, резкое снижение энерго- и материалоемкости производства, конструирование материалов и организмов с заранее заданными свойствами. Гуманитарное преимущество: существенное увеличение продолжительности жизни человека
		Седьмой социогуманитарный технологический уклад – эпоха метакогнитивных технологий, новой антропологии (<i>прогноз</i>)

Необходимые для реализации концепции устойчивого развития технико-технологические инновации значимы и возможны в большей степени на этапе «классической» (первичной) модернизации, в соответствии с теорией китайского профессора Хэ Чуаньци, в развивающихся странах связанной с переходом от традиционного общества к индустриальному, в развитых странах – с обновлением производственно-технической (промышленной) базы, современным машино- и станкостроением, а организационно-управленческие инновации – на этапе вторичной модернизации, означающей переход к постиндустриальному, информационному обществу, основанному на знаниях и ориентированному на изменение структуры экономики, заключающему в увеличении доли продукции с высокой добавленной стоимостью, росте удельного веса экономики знаний и сокращении доли топлива, сырья и полуфабрикатов в структуре экспорта при одновременном увеличении доли готовой продукции [30].

Первичную модернизацию зачастую называют новой индустриализацией, или неоиндустриализацией, связанной с развитием средних (четвертого и пятого)

технологических укладов. Она стала возможной благодаря результатам второй и третьей промышленных революций. Для развитых стран первичная модернизация в настоящее время заключается в возвращении ранее выведенного за рубеж производства (решоринга) и восстановлении национальной промышленности на базе новых технологий и бизнес-моделей [23]. Вторичную модернизацию связывают с формированием информационной (цифровой) экономики, базирующейся на высоких (шестом и седьмом) технологических укладах. Данная модернизация стала возможной за счет четвертой промышленной революции.

Последствиями первой и второй промышленных революций явились масштабные негативные воздействия на все элементы окружающей среды, проявившиеся в различных видах загрязнений и истощении природно-ресурсного потенциала. Третья промышленная революция, связанная с возникновением сфер деятельности, не предполагающих масштабного использования природных благ, несколько сбавила темпы ресурсопотребления, однако породила проблемы нарастания опасных отходов компьютерной техники. Четвертая промышленная революция, осуществление которой базируется на Industry 4.0 (Индустрия 4.0) – концепции, используемой в рамках государственно-частной программы Германии по созданию автоматизированных взаимодействующих с внешней средой производств, выпускающих индивидуализированные продукты, и постепенно захватывающие весь мир, создает условия для более рационального (энерго- и ресурсосберегающего, безотходного) производства. Четвертая промышленная революция напрямую связана с шестым технологическим укладом, который помимо перехода на новые технологии предполагает новую модель экономики, обеспечивающую качество жизни и комфортность среды проживания [58, 69, 74].

Результаты четвертой промышленной революции и шестой технологический уклад согласуются с концепцией «зеленой» экономики, которая призвана стать инструментом достижения устойчивого развития. В докладе ООН «Навстречу «зелёной» экономике: путь к устойчивому развитию и искоренению бедности» «зелёная» экономика характеризуется как экономика, которая повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость,

при этом существенно снижая риски для окружающей среды и её обеднение. «Зелёная» экономика должна заменить «коричневую» экономику, отличающуюся высокой зависимостью от энергии, извлекаемой из ископаемого топлива, истощением ресурсов и социальной маргинализацией. В качестве основных источников экономического развития и роста в докладе выделяют: технологии производства энергии из возобновляемых источников, ресурсо- и энергоэкономичные здания и оборудование, системы общественного транспорта с низким уровнем выбросов углерода, инфраструктуру для автомобилей с низким потреблением топлива и автомобилей на «чистой» энергии, мощности по переработке отходов и др., а также рассматривают десять ключевых секторов, которые являются приоритетными с точки зрения осуществления государственных и частных «зеленых» инвестиций и могут дать толчок к переходу к низкоуглеродной и ресурсосберегающей экономике: сельское хозяйство, гражданское строительство, энергетика, рыбное хозяйство, лесоводство, промышленное производство, туризм, транспорт, водные ресурсы и утилизация отходов.

Авторами монографии были изучены особенности направлений развития, по сути, зонтичной концепции «зелёной» экономики, в качестве которых выступают реализуемые в настоящее время концепции экологически чистого производства, наилучших доступных технологий и циркулярной экономики. Общим среди перечисленных концепций выступает то, что они предлагают рациональные модели потребления и производства, обеспечивая тем самым достижение цели 12 устойчивого развития из «Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Данные концепции связаны с реальными технико-технологическими и организационно-управленческими инновациями, представляющими собой действенные механизмы экологической модернизации экономики и определяющими направленность «зелёных» инвестиций (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Особенности направлений развития зонтичной концепции
«зеленой экономики»

Критерии сравнения	Концепция экологически чистого производства	Концепция наилучших доступных технологий	Концепция циркулярной экономики
Время активного развития	90-е годы XX века	90-е годы XX века	2012-2015 годы
Основная идея рационализации производства и потребления	Предотвращение образования выбросов и сбросов загрязняющих веществ, а также отходов в местах их возникновения, создание безопасной продукции	Внедрение и использование собственных и имеющихся на рынке технологий, которые характеризуются одновременно экологичностью и экономической эффективностью	Формирование экономики, работающей по принципу «добыть ресурсы – произвести продукцию – повторно использовать / переработать отходы»
Тип «зеленых» технико-технологических инноваций	Формирование безотходных (малоотходных, ресурсо- и энергосберегающих) и экологически безопасных технологий	Формирование наилучших (самых экологичных и самых экономичных) доступных технологий (технологических процессов и решений)	Формирование технологий замкнутого цикла, обеспечивающих циклическое движение технических и биологических материалов
Тип «зеленых» организационно-управленческих инноваций	Разработка и реализация программы экологически чистого производства на предприятиях	Формирование системы экологического менеджмента на предприятиях	Применение циркулярных бизнес-моделей, методов управления циклическостью производства и потребления
Ключевые сектора экономики	Гражданское строительство, энергетика, промышленное производство, транспорт и утилизация отходов	Сельское хозяйство, гражданское строительство, энергетика, промышленное производство, водные ресурсы и утилизация отходов	Сельское хозяйство, гражданское строительство, энергетика, рыбное хозяйство, лесоводство, промышленное производство, туризм, транспорт, водные ресурсы и утилизация отходов

Особенностью концепции экологически чистого производства (ЭЧП), получившей развитие в 90-х годах XX века в США и странах Европы, является то, что она направлена на логичное завершение многоэтапного процесса смены экологичных технологий: технологии «конца трубы», представляющие собой «природоохранный довесок» к основным технологиям, – малоотходные, ресурсо- и энергосберегающие технологии – технологии «начала трубы», ориентированные на максимально возможное предотвращение образования выбросов и сбросов загрязняющих веществ, а также отходов в местах их возникновения, комплексное использование природных ресурсов и создание безопасной про-

дукции [17]. Осуществлению «зеленых» технико-технологических инноваций на предприятиях, по мнению разработчиков концепции ЭЧП, способствует такая организационно-управленческая инновация, как разработка и реализация программы экологически чистого производства, которая должна внедряться в первую очередь на промышленных предприятиях, а также в организациях, занятых в сфере строительства, энергетики и транспорта. При этом предполагается активное развитие сферы утилизации отходов.

Концепция наилучших доступных технологий (НДТ), также активно развивающаяся в США и странах Европы в 90-х годах XX века (в Европе официально закреплённая в Директиве Европейского Совета от 24.09.1996 г. 96/61/ЕС «О комплексном контроле и предотвращении загрязнения»), обосновывает целесообразность внедрения и использования собственных и имеющихся на рынке технологий, которые характеризуются одновременно экологичностью, демонстрируемой показателями воздействия на окружающую среду, экономической эффективностью, определяемой превышением получаемых экономических выгод над затратами по внедрению и эксплуатации технологии [32]. В качестве наилучших доступных технологий рассматриваются не только экологически ориентированные технологические процессы и решения, но управленческие решения, например, в виде внедрения и развития системы экологического менеджмента на предприятиях различных сфер деятельности.

Самая молодая из перечисленных концепция циркулярной экономики, которая была официально представлена в совместном докладе 2014 г. Мирового экономического форума, Фонда Ellen MacArthur и ведущей международной консалтинговой компании McKinsey&Company [78], направлена на переход от линейной экономики, основной принцип которой – «добыть ресурсы – произвести продукцию – выбросить отходы», к круговой экономике (экономике замкнутого цикла), работающей по принципу «добыть ресурсы – произвести продукцию – повторно использовать / переработать отходы». Данная концепция предполагает консолидацию предлагаемых ранее технико-технологических инноваций, а также в отличие от других направлений развития «зелёной» экономики располагает

инструментарием более разнообразных организационно-управленческих инноваций и реализуется во всех ключевых секторах экономики.

Особый интерес представляет концепция циркулярной экономики, ориентированная на приоритетность циклического движения технических и биологических материалов (рис. 1.1), обеспечивающего их возвращение в окружающую природную среду без вреда для неё. Замкнутые циклы материалов позволяют обеспечить их непрерывный оборот при производстве продукции посредством повторного использования, переработки, модифицирования и тем самым рационально использовать природные ресурсы [58, 70].

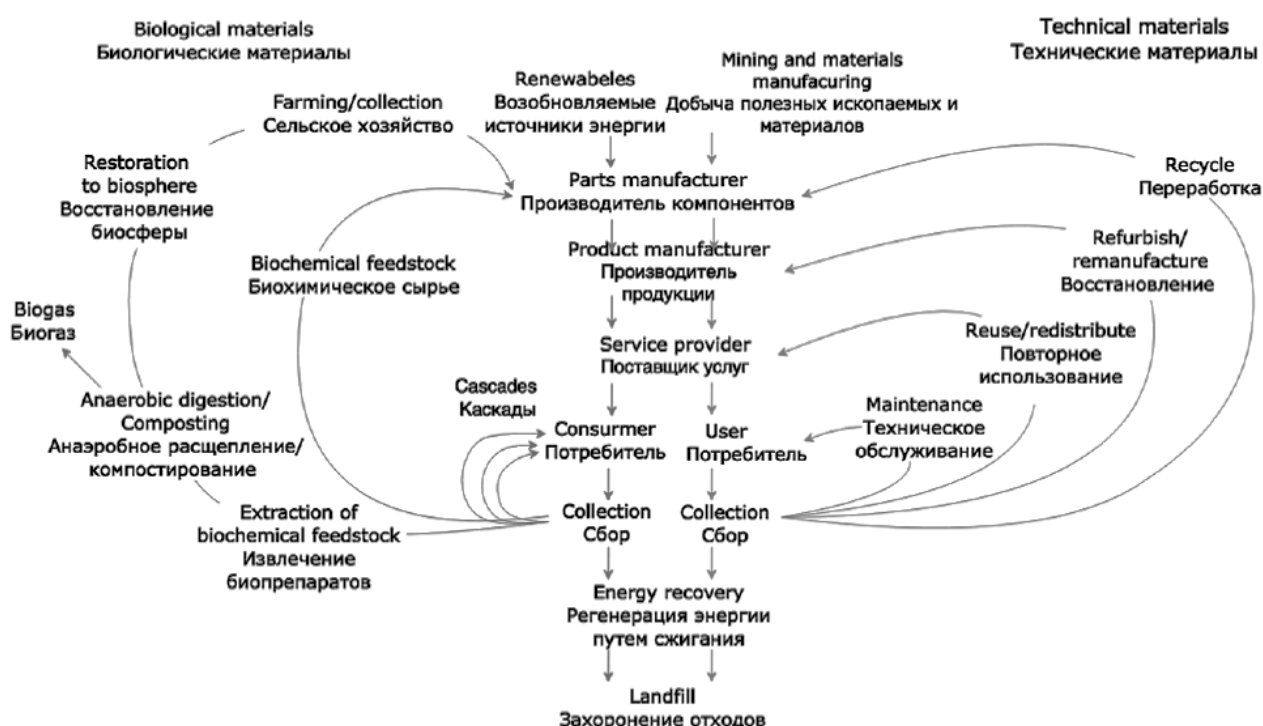


Рис. 1.1. Биологический и технический циклы циркулярной экономики [78]

Принципами циркулярной экономики являются:

1) обеспечение системности – рассмотрение каждого производственного процесса в качестве элемента социально-эколого-экономической системы и учёт выявленных и предполагаемых зависимостей производственно-хозяйственных и природных процессов;

2) ориентация на полноту и комплексность использования ресурсов – максимально возможное использование изъятых из природы ресурсов: всего объема и компонентов сырья и энергоресурсов;

3) разделение компонентов продукции на краткосрочные (биологические, перерабатываемые в биосфере и поэтому допускаемые к использованию в рамках одного жизненного цикла продукции) и долгосрочные (технические, не перерабатываемые в биосфере и поэтому подлежащие использованию в рамках нескольких жизненных циклов продукции);

4) запрещение использования токсичной для человека, растительного и животного мира химии с целью обеспечения безопасного кругооборота материалов биологического происхождения;

5) обеспечение цикличности материальных потоков – изначальное ориентирование производства на восстановление и повторное использование технических компонентов в рамках нескольких замкнутых циклов путём прогрессивных форм организации производства (специализация; кооперирование; комбинирование; разработка качественно новых видов продукции: с модульной структурой и декомпозицией, простой в использовании и ремонтпригодной; ориентирование на компоненты продукции с возможностью повторного использования), охватывающих предприятия одного или разных видов экономической деятельности;

6) ориентация на использование в рамках жизненных циклов продукции возобновляемой энергии с целью обеспечения эколого-экономической устойчивости [16, 33, 68, 78].

Основными темами исследований по циркулярной экономике выступают: устойчивое развитие в аспекте индустриализации и урбанизации, управление жизненным циклом продукции с целью сокращения отходов, экопромышленный симбиоз, озеленение цепочки поставок [3, 60, 66].

Крис Дедикот, старший вице-президент американской транснациональной компании Cisco, обращает внимание на следующие возможности внедрения циркулярной экономики в условиях развития информационных технологий: «Распространение интернета вещей открывает возможности реализации циркулярных инноваций. Снижение стоимости сенсорных технологий и распространение сетей позволяют подключить каждый компонент, поступающий в производственный процесс. Данные, которые собираются через такие подклю-

чения, дают возможность узнать место происхождения продукта, способ производства и количество энергии, затраченной на его производство. Эти данные лежат в основе циркулярной экономики. Получаемая на их основе информация даёт предприятиям, городам и целым странам возможность более эффективно восстанавливать, создавать и перебазировать эти ресурсы» [64].

Всё вышеперечисленное свидетельствует о своевременности возникновения концепции циклической экономики, её согласованности с тенденциями, наблюдаемыми в экономике, обществе и природе.

1.2. Рациональные модели производства и потребления в условиях циркулярной экономики

В отличие от более многоплановой и во многом абстрактной концепции устойчивого развития, ориентированной на рассмотрение социально-эколого-экономических систем, концепция циркулярной экономики в первую очередь направлена на изучение и регулирование эколого-экономических систем, представляющих собой различные формы взаимодействия экономики и окружающей природной среды с учетом материальных потоков.

Наиболее удачной (с точки зрения изображения функционирования циркулярной экономики) моделью эколого-экономической системы на уровне государства является модель Пахомовой Н. В., Рихтера К. К. [42], в которой показано взаимодействие экономики в виде различных видов экономической деятельности, связанных с четырьмя стадиями воспроизводственного цикла (производство – распределение – обмен – потребление), с окружающей природной средой посредством отображения входящих в экономику из природы и исходящих из экономики в природу материальных потоков. Однако, по мнению автора данной статьи, формирование циркулярной экономики, помимо всего прочего, зависит от уровня экологического сознания и «правильности» действий населения и поэтому в рассматриваемой модели нужно учитывать общество (рис. 1.2).

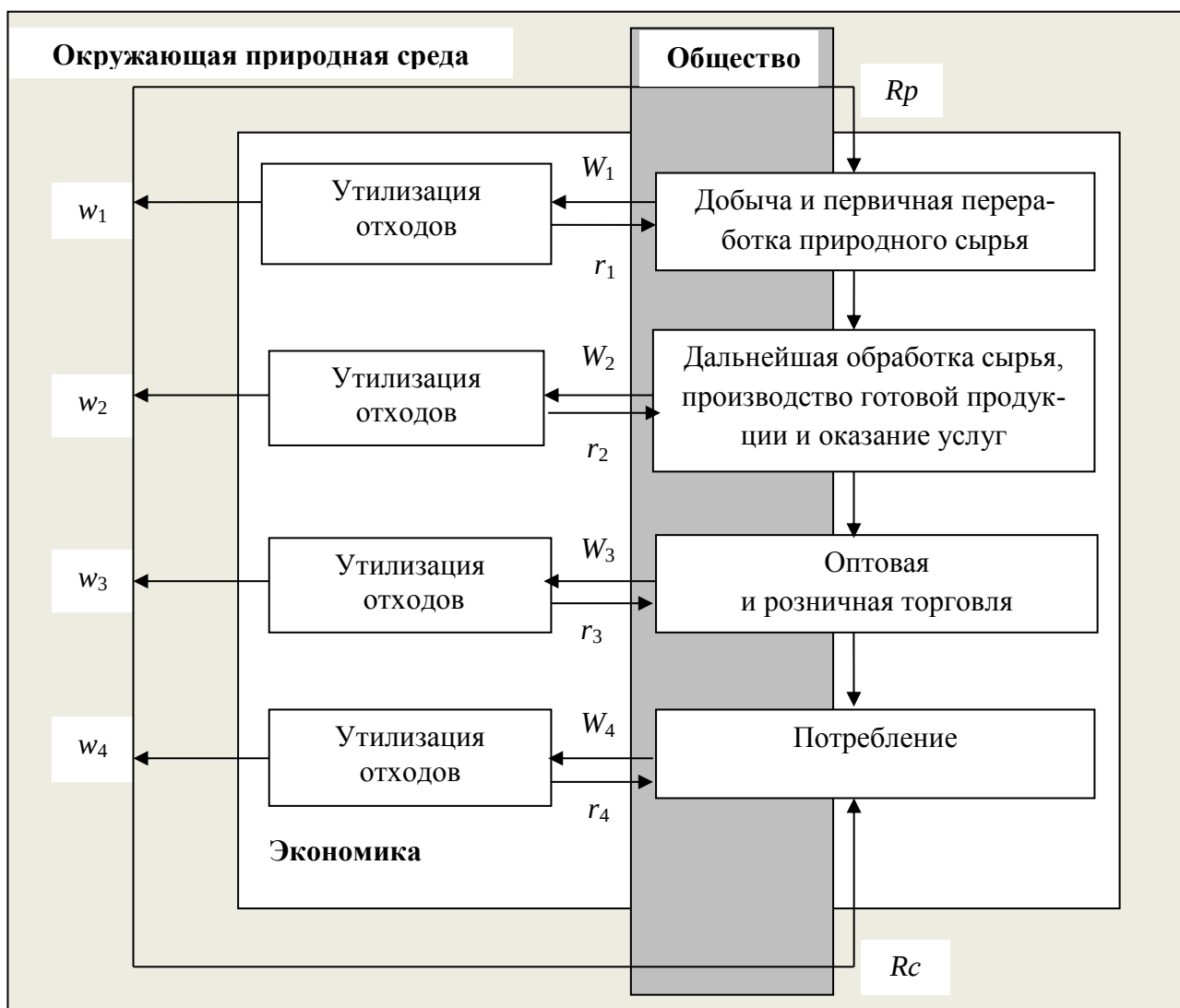


Рис. 1.2. Взаимодействие экономики, общества и окружающей природной среды с учётом основных материальных потоков [42; имеются дополнения авторов монографии]

Представленная на рис. 1.2 схема взаимодействия экономики, общества и окружающей природной среды демонстрирует действие первого закона термодинамики, в соответствии с которым в долгосрочной перспективе потоки природных ресурсов, используемых на стадиях производства-потребления (потоки входа), и потоки неутрализованных отходов, поступающих из экономики в окружающую природную среду (потоки выхода), равны друг другу [42. С. 219]:

$$R_p + R_c = w_1 + w_2 + w_3 + w_4, \quad (1.1)$$

где R_p – объем природных ресурсов, поступающих из окружающей природной среды в экономику в процесс производства;

R_c – объем природных ресурсов, поступающих из окружающей природной среды в экономику в процесс потребления;

w_1, w_2, w_3, w_4 – неутилизированные отходы, поступающие в окружающую природную среду от четырёх основных видов экономической деятельности.

Правую часть уравнения (1.1) можно представить более подробно:

$$R_p + R_c = G + (W_1 + W_2 + W_3 + W_4) - (r_1 + r_2 + r_3 + r_4), \quad (1.2)$$

где G – объем готовой продукции;

W_1, W_2, W_3, W_4 – отходы, образующиеся в рамках четырёх основных видов экономической деятельности;

r_1, r_2, r_3, r_4 – вторичное материальное сырье, образующееся в результате утилизации отходов, образованных в рамках четырёх основных видов экономической деятельности.

Из уравнения (1.1) получаем условия наименьшего воздействия экономики на окружающую природную среду. Первое условие: $R_p + R_c \rightarrow \min$, второе условие: $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 \rightarrow \min$.

Для соблюдения первого условия следует решить две оптимизационные задачи: 1) $R_p \rightarrow \min$; 2) $R_c \rightarrow \min$. В процессе решения этих задач необходимо меньшее количество естественных, природных ресурсов вовлекать в процесс производства-потребления. Это возможно благодаря ресурсосберегающему производству и этичному («зелёному») потреблению.

Из уравнения (1.2) видно, что для соблюдения второго условия необходимо решить следующую оптимизационную задачу:

$$G + (W_1 + W_2 + W_3 + W_4) - (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \rightarrow \min.$$

Для этого требуется выполнение нескольких оптимизационных задач, среди которых повышение уровня цикличности производства-потребления:

1. Сокращение объемов готовой продукции: $G \rightarrow \min$.

Авторы [42. С. 221] обращают внимание на то, что ограничениями для сокращения производства готовой продукции выступает основная цель социально-экономической политики любого государства, заключающаяся в обеспечении устойчивых темпов экономического роста для сохранения и при возможности повышения уровня благосостояния населения. Авторам данной монографии представляется, что для решения данной оптимизационной задачи речь должна идти о предотвращении чрезмерного потребления и, соответственно, недопущении про-

изводства избыточной готовой продукции. Чрезмерное потребление можно сократить за счёт общего настроения населения удовлетворять свои материальные потребности в рамках здравого смысла, а также путём применения различных способов увеличения жизненного цикла продукции, используемых как потребителями (благодаря бережному отношению к вещам), так и производителями (благодаря повышению качества и износостойкости продукции).

2. Сокращение объемов первичных отходов: $(W_1 + W_2 + W_3 + W_4) \rightarrow \min$.

Данная ситуация возможна посредством внедрения наилучших доступных технологий, обеспечивающих отсутствие или небольшое количество отходов в процессе производства-потребления продукции.

3. Увеличение объемов вторичного сырья: $(r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \rightarrow \max$.

Это означает максимально возможную утилизацию первичных отходов и получение вторичного материального сырья, используемого в дальнейшем для производства продукции вместо естественного, природного сырья.

Решение всех представленных оптимизационных задач связано с формированием рациональных моделей производства и потребления, основанных на принципах циркулярной экономики.

Под эгидой фонда Ellen MacArthur разработаны пять циркулярных бизнес-моделей [33, 65], ориентированных на внедрение технологий, способствующих использованию меньшего количества ресурсов для производства продуктов и/или услуг; продлению срока службы существующих продуктов и/или услуг путем ремонта и восстановления; завершению жизненного цикла продуктов путем их переработки. К ним относятся:

1. *Круговые цепочки добавленной стоимости, или циркулярные поставки (circular suppliers)*. Данная бизнес-модель по своей сути ориентирована на переход от использования невозобновимых ресурсов как источника сырья и энергии на возобновляемые и неисчерпаемые ресурсы – их эффективные заменители.

2. *Восстановление ресурсов (resources recovery)*. Эта бизнес-модель связана с различными способами утилизации отходов, к которым в соответствии с Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ относятся: повторное использование отходов по пря-

мому назначению (рециклинг), возврат отходов в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация), а также использование твердых коммунальных отходов в качестве возобновляемого источника энергии (вторичных энергетических ресурсов) после извлечения из них полезных компонентов (энергетическая утилизация).

3. *Увеличение жизненного цикла продукта (product life extension)*. Назначение бизнес-модели заключается в сохранении в течение продолжительного времени «рабочего» состояния продукта за счёт его ремонта, модернизации, реконструкции или восстановления.

4. *Обмен и совместное использование (sharing platforms)*. Данная бизнес-модель основана на формировании платформ для взаимодействия между пользователями продукта (домохозяйствами, предприятиями) в плане обмена и совместного использования продукта с длительным сроком службы, но кратковременным режимом применения одним пользователем.

5. *Продукт как услуга (product as a service)*. Применение этой бизнес-модели заменяет покупку продукта прямой лизинговой сделкой, в соответствии с которой продукт остается в собственности производителя и представляется лизингополучателю (арендатору) в пользование с комплексом услуг, в т. ч. связанных с техническим обслуживанием.

Эти бизнес-модели могут использоваться как по отдельности, так и в комбинации. В первую очередь они связаны с деятельностью предприятий и развитием отраслей, т. е. с микроэкономическим уровнем реализации концепции циркулярной экономики, однако сам процесс их применения на практике касается и других уровней управления экономикой. В табл. 1.3 продемонстрировано, как циркулярные бизнес-модели, а также представленные на рис. 1.2 основные виды экономической деятельности связаны с уровнями реализации концепции циркулярной экономики: мини-, микро-, мезо- и макроэкономикой.

Таблица 1.3 – Взаимосвязь уровней реализации концепции циркулярной экономики, основных видов экономической деятельности и циркулярных бизнес-моделей

Виды экономической деятельности	Уровни управления экономикой			
	мини-экономика (домохозяйство)	микроэкономика (предприятие, отрасль)	мезоэкономика (регион)	макроэкономика (страна)
Добыча и первичная переработка природного сырья	<i>Бизнес-модель «циркулярные поставки»</i>			
	Работа общественных активистов в плане стимулирования производителей продукции использовать возобновимые и неисчерпаемые ресурсы и источники энергии	Использование возобновимых и неисчерпаемых ресурсов и источников энергии на предприятиях	Реализация региональных программ ресурсосбережения и использования альтернативных источников энергии	Реализация национальных программ ресурсосбережения и использования альтернативных источников энергии
Дальнейшая обработка сырья, производство готовой продукции и оказание услуг	<i>Бизнес-модели «восстановление ресурсов», «увеличение жизненного цикла продукции», «обмен и совместное использование»</i>			
	Работа общественных активистов в плане стимулирования производителей продукции организовывать экологически чистое производство	Организация экологически чистого производства, использование наилучших доступных технологий; организация ремонта, модернизации и ремаркетинга продукции; совместное использование оборудования с низким коэффициентом применения	Организация региональных промышленных симбиозов, платформ для совместного использования оборудования; развитие сквозной отраслевой кооперации	Организация национальных промышленных симбиозов, платформ для совместного использования оборудования; развитие стандартизации, модульности конструкций и систем
Оптовая и розничная торговля	<i>Бизнес-модели «увеличение жизненного цикла продукции», «продукт как услуга»</i>			
	Использование в качестве критерия покупки продукции (с учётом упаковки) её экологичности, выражающейся в чистоте от вредных примесей, низкой энерго- и ресурсоемкости, безотходности	Продажа не только готовой продукции, но и комплексных услуг по ее использованию, в т. ч. предполагающих предоставление в пользование готовой продукции	Организация регионального рынка вторичных материальных ресурсов, а также продукции как услуги	Организация национального рынка вторичных материальных ресурсов, а также продукции как услуги

Виды экономической деятельности	Уровни управления экономикой			
	мини-экономика (домохозяйство)	микроэкономика (предприятие, отрасль)	мезоэкономика (регион)	макроэкономика (страна)
Потребление	<i>Бизнес-модели «увеличение жизненного цикла продукции», «продукт как услуга»</i>			
	Этичное («зеленое») потребление – ответственное потребление, предусматривающее отказ от «избыточной» продукции	Послепродажное обслуживание потребителя готовой продукции	Организация территориальных схем обращения с отходами, характеризующих отходы и источники их образования	Организация национальных схем обращения с отходами, характеризующих отходы и источники их образования

Развитие концепции циркулярной экономики можно проследить по расширению сигнатуры *R*, заложенной в основу схемы-иерархии методов управления цикличностью производства и потребления (рис. 1.3).

Вначале она была представлена 3*R*, означающими: сокращение объемов используемых ресурсов (*reduce*), повторное использование (*reuse*) и получение вторичного сырья (*recycle*). *Сокращение объемов используемых ресурсов* (*reduce*) заключается в уменьшении использования энергии, материалов и других ресурсов на этапах подготовки и непосредственно производства и, соответственно, минимизации отходов на этапе использования продукта. *Повторное использование* (*reuse*) относится к вторичному использованию продукта в целом или его компонентов после завершения первого жизненного цикла в целях уменьшения использования первичных ресурсов и материалов в последующих циклах. *Получение вторичного сырья* (*recycle*) включает в себя процесс преобразования отходов в новые материалы или продукты, энергию [76].

Далее, благодаря учету всех стадий жизненного цикла продукции, 3*R* преобразуется в 6*R* [71] путём добавления восстановления (*recover*), перепроектирования (*redesign*), ремануфактуринга (*remanufacture*). Восстановление (*recover*) – это процесс сбора материала и использованного продукта в целях использования в последующих жизненных циклах, а также их повторная обработка для восстановления исходного состояния. *Перепроектирование* (*redesign*) – процесс разработки продуктов следующего поколения, в которых используются компоненты и ресурсы, извлеченные из предыдущего жизненного цикла

или продуктов предыдущего поколения без потери функциональности. *Ремануфактуринг* (remanufacture) – производство нового продукта с использованием старых компонентов [66].

Задача управления	3R	6R	9R
Меньшее использование продукта и ресурсов			R0 – Отказ от избыточного использования продуктов (refuse)
			R1 – Повышение интенсивности использования продукта (rethink)
Продление срока службы продукта и его частей	Сокращение объемов используемых ресурсов (reduce)	Сокращение объемов используемых ресурсов (reduce)	R2 – Сокращение объемов используемых ресурсов (reduce)
	Повторное использование (reuse)	Повторное использование (reuse)	R3 – Повторное использование (reuse)
		Перепроектирование (redesign)	R4 – Ремонт и обслуживание (repair)
		Ремануфактуринг (remanufacture)	R5 – Обновление (refurbish)
			R6 – Ремануфактуринг (remanufacture)
Переработка материалов	Получение вторичного сырья (recycle)	Получение вторичного сырья (recycle)	R7 – Перепрофилирование: использование продукта для других целей (repurpose)
		Восстановление (recover)	R8 – Получение вторичного сырья (recycle)
			R9 – Восстановление, или сжигание материалов с получением энергии (recover)

Рис. 1.3. Эволюция схемы-иерархии методов управления цикличностью производства и потребления

Примечание. Чем выше метод, тем более высокий уровень цикличности он обеспечивает (меньшее использование естественных, первичных ресурсов и меньшую нагрузку на окружающую среду)

При добавлении способов организации умного потребления схема-иерархия управления цикличностью расширяется до 9R; помимо ранее охарактеризованных учитываются следующие элементы: *отказ от избыточного ис-*

пользования продуктов (refuse); обновление и/или восстановление старого, но исправного продукта при сохранении неизменной его большей части (refurbish); перепрофилирование: использование неисправного продукта и его частей в новом продукте с другим назначением (repurpose); ремонт и обслуживание неисправного продукта с целью продления его срока службы (repair); повышение интенсивности использования продукта путём его совместного использования или перепродажи (rethink) [15, 72].

Результативность использования методов управления цикличностью производства и потребления предлагается определять по модифицированной формуле расчёта индекса развития циркулярной экономики, предложенного в [41] Н. В. Пахомовой, К. К. Рихтером, М. А. Ветровой:

$$I_{CE} = \frac{R_1 \cdot i_1 + R_2 \cdot i_2 + \dots + R_n \cdot i_n}{W}, \quad (1.3)$$

где $R_1, 2, \dots, n$ – объем отходов, неисправных продуктов или ресурсов, **которые стали объектами управления при использовании** учитываемых элементов схемы-иерархии управления цикличностью производства и потребления (тонн или ден. ед.);

$i_1, 2, \dots, n$ – весовые коэффициенты применяемых элементов схемы-иерархии управления цикличностью производства и потребления;

W – общий объем отходов, неисправных продуктов или ресурсов (тонн или ден. ед.);

n – количество применяемых элементов схемы-иерархии управления цикличностью производства и потребления.

Весовые коэффициенты $i_1, 2, \dots, n$ определяются исходя из степени приоритетности того или иного элемента схемы-иерархии управления цикличностью производства и потребления с точки зрения решения перечисленных ранее оптимизационных задач, выведенных из формулы (1.2). При этом показатели сокращения объема использованных естественных, природных ресурсов ($C_1, G_1, \dots K_1$), объема готовой продукции ($C_2, G_2, \dots K_2$), объема первичных отходов ($C_3, G_3, \dots K_3$) и увеличения объема вторичного сырья ($C_4, G_4, \dots K_4$), характери-

зующие эффективность применения 1, 2 ... n -го элемента схемы-иерархии управления цикличностью производства и потребления, можно учитывать в % и суммировать, вначале по элементам: $\sum C_m, \sum G_m, \dots \sum K_m$, а потом все вместе: $S = \sum C_m + \sum G_m + \dots + \sum K_m$ (табл. 1.4).

Таблица 1.4 – Весовые коэффициенты применяемых элементов схемы-иерархии управления цикличностью производства и потребления

Элемент схемы-иерархии управления цикличностью	Сокращение объемов, %			Увеличение объема вторичного материального сырья, %	Итого	Весовой коэффициент
	использованных природных ресурсов	готовой продукции	первичных отходов			
R_1	C_1	C_2	C_3	C_4	$\sum C_m$	$i_1 = \frac{\sum C_m}{S}$
R_2	G_1	G_2	G_3	G_4	$\sum G_m$	$i_2 = \frac{\sum G_m}{S}$
...	...	...	...	...	...	...
R_n	K_1	K_2	K_3	K_4	$\sum K_m$	$i_n = \frac{\sum K_m}{S}$
Суммарное значение, %					$S = \sum C_m + \sum G_m + \sum K_m$	

Как уже было отмечено ранее, управление цикличностью производства и потребления осуществляется на различных уровнях управления. На отраслевом (микро-) и региональном, межотраслевом (мезо-) уровнях целесообразно развивать «экопромышленные симбиозы» (ecoindustrial symbiosis), функционирование которых основано на «промышленном метаболизме», представляющем собой совокупность физических процессов и взаимоотношений между организациями с целью превращения отходов друг друга в готовые продукты. Такое сотрудничество организаций путем планомерного обмена материалами и энергией позволяет минимизировать использование сырья и энергии и улучшить экономические и экологические показатели [22].

Участниками экопромышленного симбиоза являются: 1) промышленные производители – предприятия, принимающие воду, энергию и минеральное сырьё и производящие промышленную продукцию, воду, энергию и отходы; 2) промышленные потребители – предприятия, получающие от промышленных производителей воду, энергию, исходные материалы, а также генерирующие

продукцию, воду, энергию и отходы; 3) промышленные переработчики – предприятия, основным направлением деятельности которых является обращение с отходами, полученными от промышленных производителей и потребителей, а результатом деятельности – вторичные материальные ресурсы и более экологически безопасные отходы [51].

Потенциальные выгоды, которые могут быть достигнуты компаниями-участниками экопромышленных симбиозов: сокращение платежей за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) за счёт снижения объёмов образования отходов (передача другим компаниям на утилизацию) и сокращения сбросов и выбросов от предприятий (за счет организации замкнутых систем); снижение эксплуатационных расходов за счет повышения энергоэффективности (при организации системы энергоснабжения экопромышленного симбиоза за счёт собственной генерации) и эффективного использования ресурсов; доходы от обмена отходами (побочными продуктами) с другими компаниями (внутри экопромышленного симбиоза и за его пределами), в том числе за счет производства продукции из вторичного сырья; снижение затрат на комплекс услуг, предоставляемых в экопромышленном симбиозе (например, экологические образовательные семинары, управление в чрезвычайных ситуациях, а также услуги в области организации сети питания и т. д.); снижение затрат на захоронение отходов и очистку сточных вод в рамках экопромышленного симбиоза за счет кооперации компаний и организации замкнутой системы оборота сточных вод.

С точки зрения охвата отраслей и территорий авторами предлагается различать следующие **виды экопромышленных симбиозов (ЭПС)**:

ЭПС первого уровня (отраслевые экокластеры), включающие предприятия одной отрасли;

ЭПС второго уровня (территориальные экопромышленные комплексы), состоящие из предприятий различных отраслей, которые расположены в рамках одного региона страны;

ЭПС третьего уровня (национальные и транснациональные экопромышленные комплексы), включающие предприятия различных отраслей, которые расположены в нескольких регионах страны или различных странах.

В соответствии со «Стратегией развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года», в качестве экопромышленных симбиозов в России призваны стать планируемые к созданию экотехнопарки и производственно-технические комплексы по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов.

1.3. Факторы и перспективы развития циркулярной экономики в России

Существует множество факторов, влияющих на уровень развития циркулярной экономики в рамках отдельно взятой страны. Изучение аналитических исследований в данной сфере [3, 10, 15, 41] и личные наблюдения авторов показали целесообразность их объединения в нижеперечисленные группы (рис. 1.4) и позволили оценить их действие в условиях России.

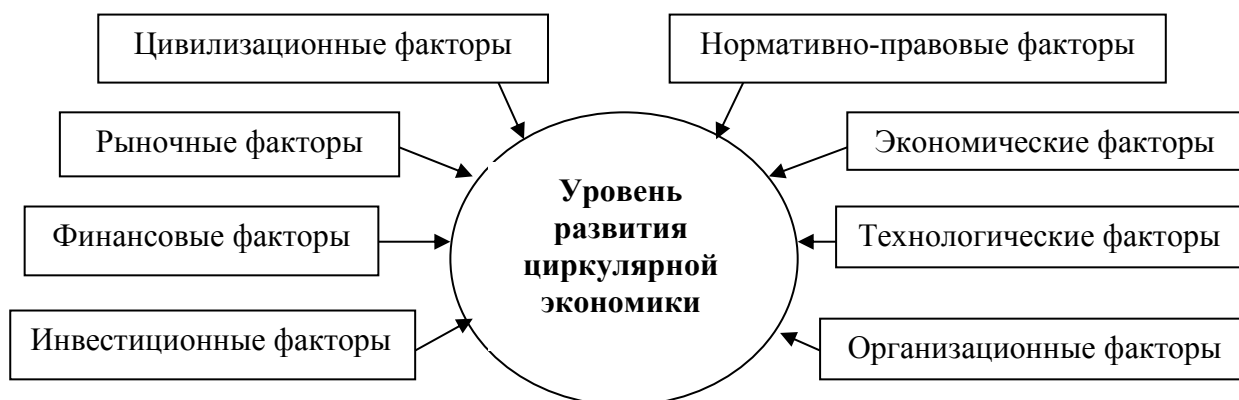


Рис. 1.4. Факторная модель развития циркулярной экономики в стране

Цивилизационные факторы связаны с уровнем понимания современной цивилизацией (обществом) причин глобального техногенного кризиса, осознанием важности смены нынешней социально-экономической парадигмы развития, ориентированной на поощрение потребительского поведения по отношению к природе и готовностью перехода на модель устойчивого развития.

Нормативно-правовые факторы проявляются в силу достоинств и недостатков нормативно-правовой базы, влияющей в целом на условия реализации концепции циркулярной экономики в рамках всей страны и отдельных сфер де-

тельности. В России разработаны и действуют законы и подзаконные акты, касающиеся «озеленения» экономики и управления отходами. Однако, несмотря на их значимость, в них отсутствуют нормы, определяющие: порядок формирования системы раздельного сбора отходов, конкретные меры государственной поддержки развития циркулярных бизнес-моделей, порядок сертификации использованного продукта и вторичного сырья и т. д.

Экономические факторы заключаются в применении государством методов экономического стимулирования рациональных моделей производства и потребления. В отечественном законодательстве предусмотрено использование налоговых льгот и штрафов, предоставление льготных кредитов, заключение инвестиционных налоговых кредитов и специальных инвестиционных контрактов и т. п. При этом существуют проблемы по стимулированию деятельности субъектов экономики по организации замкнутых циклов с помощью экологических налогов и платежей.

Организационные факторы связаны с наличием или отсутствием государственных органов власти, функционирующих институтов, учреждений, организаций, занимающихся управлением цикличностью производства и потребления, а также развитием организационно-управленческих механизмов внедрения принципов циркулярной экономики по всей цепочке добавленной стоимости создаваемого продукта. При наличии богатого зарубежного опыта по осуществлению «циркулярных» инноваций [63, 67, 70, 77], к сожалению, руководители различных уровней власти и управления с ним мало знакомы и готовы его перенять; как правило, из-за отсутствия системного мышления они концентрируют свои усилия на оптимизации линейных моделей производства и не видят перспектив во внедрении циркулярных моделей.

Рыночные факторы связаны с развитием рынков вторичных материальных ресурсов, платформ для обмена и совместного использования продуктов, сервисно-ориентированного бизнеса. С одной стороны, в нашей стране сформированы и постоянно обновляются территориальные схемы в сфере обращения с отходами производства и потребления, содержащие информацию по от-

ходам и источникам их образования, с другой – отсутствуют развитые рынки вторичного сырья. Проблемой для внедрения циркулярных моделей является отсутствие стандартизации продукции, имевшей место в советское время и позволявшей применять широкую номенклатуру унифицированных компонентов продуктов, производимых разными предприятиями.

Финансовые факторы отражают наличие или отсутствие государственной финансовой поддержки в сфере развития рациональных моделей производства и потребления. В России действуют законодательные нормы по формам государственной поддержки внедрения наилучших доступных технологий и другим видам экологической деятельности, но на практике реальная помощь со стороны государства является недостаточной.

Инвестиционные факторы проявляются в инвестиционной привлекательности технико-технологических и организационно-управленческих инноваций в циркулярной экономике. Пока в нашей стране «циркулярные» инвестиции осуществляются в незначительном объеме, так как ориентированы на долгосрочный период; в краткосрочном же периоде, как правило, наблюдается снижение прибыльности бизнеса, что делает инвестиции непривлекательными.

Технологические факторы проявляются: в направленности общего научно-технического развития, учитывающего или не учитывающего рост потребностей общества снизить ресурсопотребление и сократить влияние на окружающую среду; наличии разработанных циркулярных технологий (способов, приемов и методов производства), ориентированных на формирование замкнутых циклов производства и увеличение срока жизни продукта. В России в настоящее время растёт потребность населения жить в согласии с природой, а также применяются определённые технологии в сфере переработки отходов и восстановления продукции, однако для эффективной деятельности их требуется намного больше.

При всех трудностях перехода России от линейной экономики к циркулярной следует отметить важность данного процесса в связи со значительным количеством возникающих при этом положительных моментов:

- снижение ресурсо- и энергоэффективности производства и, таким образом, сохранение природно-ресурсного потенциала страны;
- повышение конкурентоспособности отечественной продукции на зарубежных рынках;
- повышение уровня социальной и экологической ответственности бизнеса и, соответственно, положительной репутации отечественных компаний;
- возможность перехода экономики страны от экспортно-сырьевой к инновационной модели и др.

Данные последствия тесно связаны со вторым этапом перехода нашей страны к Концепции устойчивого развития под названием «Основные структурные преобразования в экономике, технологическое обновление, экологизация процесса социально-экономического развития», обозначенным в Концепции перехода РФ к устойчивому развитию (утверждена Указом Президента РФ от 01.04.1996 г. № 440), а также основными направлениями научно-технологического развития Российской Федерации, указанными в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента РФ от 01.12.2016 г. № 642).

2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

2.1. Проблема незамкнутых циклов производства и потребления в сфере недропользования

Переход к циркулярной экономике, ставший в настоящее время стратегическим ориентиром для многих стран мира, подразумевает реализацию принципов замкнутых циклов производства и потребления в условиях различных видов экономической деятельности. Особенно важна организация циркулярных моделей в первичном секторе экономики, включающем и недропользование.

С одной стороны, добыча полезных ископаемых в России продолжает оставаться довольно масштабным видом экономической деятельности, обеспечивающим материально-техническое снабжение других видов деятельности и являющимся первичным звеном в цепочке создания добавленной стоимости практически всей произведённой в стране продукции. По данным Федеральной службы государственной статистики, добыча полезных ископаемых составляет 17,5 % в ВВП РФ и занимает второе место после обрабатывающих производств, на долю которых приходится 42,9 % [47]. К настоящему времени в промышленное производство страны вовлечено свыше 250 разновидностей полезных ископаемых. В соответствии с Государственным докладом «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2018 году», Россия занимает: 1-е место в мире по производству сырых алмазов; 2-е место – по добыче природного газа; 3-е место – по добыче никеля, нефти и газового конденсата, по производству золота; 4-е место – по рудничному производству серебра; 5-е место – по производству железорудных концентратов; 6-е место – по добыче угля, урана и меди, производству свинца в концентратах [12].

С другой стороны, добыча полезных ископаемых оказывает отрицательное влияние на элементы окружающей среды Российской Федерации: атмо-

сферный воздух, водный бассейн, недра, ландшафт, почву и др. Сравнительный анализ воздействия на окружающую среду основных видов экономической деятельности (в соответствии с ОКВЭД) в период 2010-2018 гг. (табл. 2.1) свидетельствует о негативном влиянии добычи полезных ископаемых на состояние воздушного бассейна путём выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников (2-е место), её высокой энергоёмкости (2-е место), а также о значительном объеме сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты при добыче полезных ископаемых (3-е место). Однако самый большой вред окружающей среде данный вид экономической деятельности наносит образованием отходов производства и потребления (1-е место). В среднем на него приходится 91,4 % всего объема отходов.

Таблица 2.1 – Сравнительная характеристика негативного воздействия на окружающую среду основных видов экономической деятельности в РФ в период 2010-2018 гг.

Показатели негативного воздействия на окружающую среду	Среднее значение показателей в период 2010-2018 гг. по основным видам экономической деятельности (место вида по величине негативного воздействия)					
	добыча полезных ископаемых	сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	обрабатывающие производства	обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	прочие виды экономической деятельности	всего
1	2	3	4	5	6	7
Воздействие на атмосферный воздух						
Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, всего, тыс. т	5176,8 (2)	189,5 (4)	5868,6 (1)	3751,4 (3)	3128,0	18110,8
Водопользование						
Объем забора воды из природных водных объектов, млн м ³	3165,9 (4)	16982,2 (2)	4986,3 (3)	41888,4 (1)	6369,2	71333,0
Объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, тыс. млн м ³	854,6 (3)	807,5 (4)	2676,1 (2)	6843,6 (1)	3726,9	14886,6
Объемы потерь воды при транспортировке, млн м ³	16,2 (4)	4327,2 (1)	93,2 (3)	2448,5 (2)	532,4	7198,1

1	2	3	4	5	6	7
Использование свежей воды, млн м ³	1977,9 (4)	8863,5 (2)	5094,1 (2)	37056,8 (1)	4084,3	55666,2
Образование отходов						
Объем образованных отходов производства и потребления, млн т	4811,6 (1)	37,8 (3)	299,9 (3)	35,8 (4)	76,6	5261,7
Энергоёмкость						
Общее потребление энергоресурсов, млн т усл. топлива	90,6 (2)	18,0 (4)	405,1 (1)	68,2 (3)	561,2	1148,2

Источник: составлено авторами на основании данных Государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации ...».

Показатели негативного воздействия вида экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» на окружающую среду Свердловской области в 2019 году характеризуют ту же самую ситуацию (приложение А).

Каждый год объем образования отходов производства и потребления в сфере добычи полезных ископаемых неуклонно растет. Если в 2010 г. по стране в целом было образовано 3334,6 млн т, или 89,3 % от общего количества отходов, то в 2018 г. данные цифры значительно выросли до 6850,5 млн т, или 94,3 % (табл. 2.2). Основу образующихся отходов составляют вскрышные породы [14].

Таблица 2.2 – Образование отходов производства и потребления в РФ всего и по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» в период 2010-2018 гг., млн т [14]

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Объем образованных отходов, всего, млн т,	3734,7	4303,3	5007,9	5152,8	5168,3	5060,2	5441,3	6220,6	7266,1
в том числе:									
добыча полезных ископаемых,									
млн т	3334,6	3818,7	4629,3	4701,2	4807,3	4653,0	4723,8	5786,2	6850,5
%	89,3	88,7	92,4	91,2	93,0	92,0	86,8	93,0	94,3

Значительная отходность недропользования в первую очередь связана с природой минерального сырья, как правило, содержащего незначительное количество полезного компонента. Данная проблема особенно обострилась в период масштабной добычи полезных ископаемых (путем освоения в первую очередь лучших участков недр с высококачественными запасами), значительного снижения объемов геологоразведочных работ (дорогостоящих для частных предприятий и нереальных для финансирования государством в период

экономических потрясений) и, соответственно, сокращения содержащихся на государственном балансе запасов полезных ископаемых, истощения запасов разрабатываемых месторождений, ухудшения горно-геологических условий добычи и снижения качества природного минерального сырья. Ярким тому подтверждением является следующий пример. Если в первой половине XX века для получения одной тонны медного концентрата требовалось извлечь из недр и переработать 40 тонн медной руды, то сегодня для этого необходимо 130-150 тонн. После извлечения 3 % полезного компонента рудная масса поступает в отвалы, загрязняя воздух, воду и почвы и занимая значительные земельные (нередко плодородные) площади.

Кроме того, неблагоприятная ситуация относительно высокой отходности недропользования заключается в наличии незамкнутых циклов производства и потребления и использовании наименее предпочтительных способов обращения с отходами производства и потребления. В соответствии с данными табл. 2.3 видно, что утилизация отходов (использование отходов для производства продукции, включая их повторное применение) как наиболее предпочтительный способ обращения с отходами составила в 2018 г. по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» всего 52,33 %; остальные 47,67 % отходов ушли на обезвреживание (уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств, включая сжигание и (или) обеззараживание на специализированных установках), хранение (складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем 11 месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения) и захоронение (изоляцию не подлежащих дальнейшей утилизации отходов в специальных хранилищах).

Таблица 2.3 – Объемы обращения с отходами производства и потребления в РФ по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» в 2018 г. [14]

Показатели	Образование отходов	Способы обращения с отходами			
		утилизация	обезвреживание	хранение	захоронение
Объем, млн т	6850,5	3585,0	0,2	2372,1	893,2
Доля в объеме образования отходов, %	100	52,33	0,00	34,63	13,04

По результатам инвентаризации, проведенной Минприроды России совместно с субъектами Российской Федерации, в России выявлено 77 объектов с 243,6 млн тонн отходов, накопленных в результате прошлой хозяйственной деятельности добывающей и горно-обогатительной промышленности. Подавляющее число территорий, на которых расположены созданные когда-то отвалы и хвостохранилища, являются бесхозными, принадлежали или принадлежат предприятиям-банкротам, находятся в государственной или муниципальной собственности. Наиболее проблемными субъектами являются Забайкальский край, Кемеровская область, Свердловская область, Республика Саха (Якутия). Особую опасность представляют бесхозные торфоразработки, а также бесхозные скважины [43].

Образование, размещение и накопление большого количества отходов недропользования обуславливает следующие негативные последствия: 1) загрязнение воздушного и водного бассейнов из-за окисления и самовозгорания пород в отвалах, хвосто- и шламохранилищах, ветровой и водной эрозии их поверхности, 2) изъятие из хозяйственного оборота больших площадей земель (при добыче 1 млн т железной руды приходит в негодность от 14 до 600 га земель, марганцевой руды – от 76 до 600 га, известняка – от 60 до 120 га, фосфоритов – от 22 до 77 га); 3) нарушение эстетических свойств природных ландшафтов и т. д. Как уже было отмечено ранее, извлечение из недр огромного количества полезных ископаемых – руд цветных, черных, благородных, редкоземельных, радиоактивных и других металлов, топливного сырья (нефти, газа, угля, торфа, сланцев), являющихся в отличие от других видов природных ресурсов невозобновимыми, приводит к истощению их запасов на территории России и вовлечению в оборот месторождений, находящихся в сложных горно-геологических условиях и пониженного качества [55, 61].

Проблемы нерационального (неполного и некомплексного) использования недр и загрязнения окружающей среды (из-за образования и размещения большого количества отходов недропользования) можно решить путём формирования циркулярной экономики в условиях минерально-сырьевого комплекса.

2.2. Методологические основы формирования циркулярной экономики в условиях недропользования

Формирование циркулярной экономики в различных сферах деятельности и областях экономики должно согласовываться с общими концептуальными и стратегическими документами и процессами, принятыми и планируемыми к реализации на национальном уровне, но при этом учитывать их особенности. Так, при разработке методологических основ формирования циркулярной экономики в условиях недропользования необходимо рассматривать специфичность факторов, условий, принципов, механизмов и показателей, обеспечивающих организацию замкнутых циклов производства и потребления (рис. 2.1).

Факторы, влияющие на уровень развития циркулярной экономики в рамках отдельно взятой страны, представлены в разделе 1.3 монографии. Для сферы недропользования в определенной степени специфичными среди них являются технологические, коммерческие и институциональные факторы, связанные с содержанием процессов поиска, добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых. Цивилизационные факторы на все виды деятельности влияют одинаково.

От действия вышеперечисленных факторов зависят условия формирования циркулярной экономики в сфере недропользования, в качестве которых выступают: результативность, коммерческая эффективность, технологическая осуществимость, институциональная (правовая, организационная, экономическая) обеспеченность. Все эти условия находятся во взаимосвязи друг с другом. При их отсутствии лишается смысла идея организации замкнутых циклов производства и потребления на предприятиях минерально-сырьевого комплекса.

Среди принципов циркулярной экономики, перечисленных и охарактеризованных в разделе 1.1 монографии, в качестве базовых для сферы недропользования следует выделить два следующих: ориентация на полноту и комплексность использования ресурсов; обеспечение цикличности материальных потоков (безотходности, малоотходности производства). Для реализации данных принципов необходимо использование технико-технологических и организационно-

управленческих механизмов, реализуемых в условиях предприятий минерально-сырьевого комплекса. Для оценки эффективности применения данных механизмов следует использовать соответствующие показатели развития циркулярной экономики.



Рис. 2.1. Методология формирования циркулярной экономики в условиях недропользования

В связи с тем, что формирование циркулярной экономики ориентировано главным образом на управление отходами, необходимы систематизация отходов недропользования и их группирование в соответствии с квалификационными признаками.

Классификация отходов по совокупности таких приоритетных для экологии признаков, как происхождение, агрегатное и физическое состояние, опасные свойства, степень вредного воздействия на окружающую природную среду, представлена в *Федеральном классификационном каталоге отходов* (ФККО) (утвержден Приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 г. № 242). ФККО 2020 содержит 929 видов отходов производства и потребления¹, среди которых находятся отходы недропользования: отходы добычи полезных ископаемых (включая отходы обогащения и геологические отходы); отходы проведения вскрышных работ при добыче полезных ископаемых, отходы добычи топливно-энергетических полезных ископаемых, отходы добычи металлических руд, отходы добычи прочих полезных ископаемых, отходы очистки вод при добыче полезных ископаемых, отходы прочих видов деятельности в области добычи полезных ископаемых, включая геологоразведочные, геофизические и геохимические работы (приложение Б); отходы обрабатывающих производств (частично): отходы производства кокса, нефтепродуктов; отходы производства химических веществ и химических продуктов; отходы производства прочей неметаллической минеральной продукции; отходы металлургических производств.

С учётом кодов отходов по ФККО ведутся региональные кадастры отходов производства и потребления. Например, на базе государственного казенного учреждения Свердловской области «Центр экологического мониторинга и контроля» создан Свердловский областной кадастр отходов производства и потребления в соответствии с Порядком ведения Свердловского областного кадастра отходов производства и потребления (утвержден Постановлением Правительства

¹ В ФККО код каждого вида отходов имеет 11-значную структуру. Первые восемь знаков кода используются для кодирования происхождения вида отходов и их состава, девятый и десятый знаки – для кодирования агрегатного состояния и физической формы вида отходов, одиннадцатый знак кода – для кодирования класса опасности вида отходов в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду.

Свердловской области от 23.10.2007 г. № 1036-ПП). Его формирование осуществляется на основе сведений, предоставляемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную деятельность, в результате которой образуются отходы производства и потребления, а также деятельность по сбору, накоплению, утилизации, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов на территории Свердловской области. Свердловский областной кадастр отходов производства и потребления включает в себя Сведения о расположенных на территории Свердловской области объектах размещения отходов горнодобывающего, обогатительного, металлургического и химического производств (приложение В).

В соответствии с Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ ФККО является частью Государственного кадастра отходов, включающего еще и государственный реестр объектов размещения отходов, а также банк данных об отходах и о технологиях утилизации и обезвреживания отходов различных видов. В Государственном реестре объектов размещения отходов (ГРОРО), который формируется в соответствии с Порядком ведения Государственного кадастра отходов (утвержден Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30.09.2011 г. № 792; вступил в силу 01.08.2014 г.), представлены местонахождение и назначение отхода (хранение, захоронение), подлежащего размещению, а также наименование эксплуатирующей организации. На официальном сайте Минприроды России в разделе «Открытые данные» представлен не только ГРОРО, но и Государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде, в котором список объектов сформируется на основании заявок субъектов России с последующим поэтапным софинансированием мероприятий по их ликвидации, реализуемых в рамках федерального проекта «Чистая страна», входящего в состав национального проекта «Экология». К сожалению, среди этих объектов отсутствуют те, что принадлежат предприятиям минерально-сырьевого комплекса.

Сведения об отходах недропользования с названиями, согласующимися с ФККО, можно найти в территориальных схемах в сфере обращения с отходами

производства и потребления. Например, 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»).

По мнению учёных-экономистов, для управления отходами недропользования важно использование таких классификационных признаков отходов, как вид производственного цикла их образования, возвратность в процесс производства, применение в собственном производстве и постоянство состояния. Косолапов О. В. [24] подразделяет отходы недропользования на отходы при добыче² (вскрышные и вмещающие породы, забалансовые руды, добытые попутно) и отходы при обогащении (отходы дробильно-сортировочных фабрик, хвосты обогащения), агломерации и окускования (отсевы, пыли и шламы); отходы переработки минерального сырья (шлаки и шламы металлургического и химического производств, топливно-энергетической индустрии); указывает на примерное соотношение данных отходов (80 : 15 : 5 %), а также отмечает, что при размещении отходов соответственно образуются сухие отвалы; гидроотвалы, хвосто- и шламохранилища; комбинированные отвалы.

По мнению коллектива авторов монографии [45], имеет смысл выделять возвратные и безвозвратные отходы, в свою очередь, возвратные подразделять: на используемые в собственном производстве и неиспользуемые (реализуемые на сторону), а безвозвратные – на временно складированные (отправляемые на

² Есть мнение об исключении из отходов добычи отходов добычи нефтегазовых ископаемых.

хранение с потенциалом использования в будущем) и постоянно накапливаемые (рекультивируемые, обеззараживаемые с последующим захоронением). При этом они не считают отходами потенциальные минеральные ресурсы, оставшиеся после получения полезного ископаемого в результате добычи, обогащения и переработки, складываемые на территории для перехода в будущем в разряд техногенных минеральных месторождений (ТММ).

В соответствии с работами [9, 25], ТММ довольно разнообразны и по направлениям образования подразделяются на следующие группы:

1. Отходы добычи полезных ископаемых, которые существенно не меняют своих природных свойств и в основном используются в качестве строительных материалов.

2. Отходы обогащения – более разнообразные ТММ, имеющие достаточно однородный фракционный состав в виде мелких частиц минералов (в том числе рудных) и возможные к использованию для производства строительных материалов и доизвлечения рудных компонентов.

3. Грунты промышленных предприятий, представляющие собой участки территорий промышленных предприятий, которые прилегают к местам складирования и транспортировки минерального сырья); например, грунты медеплавильных предприятий, имеющие высокую концентрацию целого комплекса металлов.

4. Шлаковые отвалы черной и цветной металлургии, которые существенно отличаются от природных образований и могут быть источником получения цветных, редких и благородных металлов.

5. Отвалы химической промышленности – отвалы фосфогипса, фторогипса, пиритных огарков и красных бокситовых шламов.

6. Отвалы топливно-энергетического комплекса, представленные золо- и шлакоотвалами.

7. Скопления рудничных и сточных вод обогатительного и металлургического производств, содержащие различные металлы, скопления нефтепродуктов (в пределах старых грунтовых мазутохранилищ, бензохранилищ, авиабаз).

До получения статуса ТММ скопления минеральных образований, сформированные в результате отделения от массива и последующего складирования в виде отходов горного, обоганительного, металлургического и других видов производств, считаются просто техногенными минеральными образованиями (ТМО), которые возможно могут использоваться в качестве вторичного минерального сырья. Для того чтобы ТМО перешли в разряд ТММ, необходимо оценить их промышленную ценность и доказать, что они по количеству и качеству содержащегося минерального сырья пригодны для эффективного использования в сфере материального производства. ТМО, близкие по составу к природному сырью, могут использоваться, как и данное сырье. ТМО, существенно отличающиеся от природного сырья вследствие прохождения различных технологических схем переработки, являются более сложными для разработки, так как требуют поиска новых технологий и направлений использования.

В «Стратегии по обращению с отходами производства на территории Свердловской области до 2030 года» (утверждена Постановлением Правительства Свердловской области от 09.09.2014 г. № 774-ПП; в ред. Постановлений Правительства Свердловской области от 29.04.2015 г. № 324-ПП, от 16.08.2018 г. № 537-ПП) отмечается, что «в большинстве случаев складированные отходы горно-металлургического комплекса лишь условно можно отнести к техногенным месторождениям, так как последнее предполагает наличие экономически эффективных способов и процессов их переработки. В то же время ряд предлагаемых наукой и бизнесом технологий направлены на извлечение из отходов одного или нескольких компонентов, но неполной их утилизации. Накопление техногенных отходов происходило на протяжении десятилетий, поэтому в отвалах скопилось большое количество ценных металлов. Эти отходы уже подняты на поверхность и не требуют затрат на добычу, располагаются вблизи промышленно развитых населенных пунктов, частично подготовлены (раздроблены, измельчены) к переработке. Однако достаточно простые, известные методы извлечения металлов в большинстве случаев неприменимы к отходам металлургического производства в связи с низким содержанием полезных элементов и необ-

ходимостью создания новых затратных технологий их обогащения. В тех же случаях, когда техногенные образования имеют значительные запасы различных металлов, например, красные шламы алюминиевой промышленности или шлаки и шламы от производства меди, то дополнительным ограничивающим фактором становится повышенная опасность данных отходов производства (кислотные и щелочные отходы)».

Несмотря ни на что, для предприятий МСК важно периодически оценивать ТМО с точки зрения целесообразности перевода в разряд ТММ с целью ведения их разработки.

Исходя из собственных исследований авторов и наработок других учёных предлагается авторский вариант классификации отходов недропользования, которая, как видно из рис. 2.2, начинается с группировки отходов по стадиям производственного цикла. С учётом ФККО, ГОСТ Р 55100-2012, ГОСТ Р 57677-2017, отходы предлагается подразделить на геологические отходы, отходы при добыче, отходы при обогащении и отходы при переработке. Следующим классификационным признаком является вид обращения с отходами. В соответствии с ним отходы подразделяют на утилизируемые, отправляемые на хранение, захораниваемые и обеззараживаемые. Данные названия соответствуют видам обращения с отходами производства и потребления, представленным в Федеральном законе «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ. Среди них: утилизация, обезвреживание, хранение и захоронение.

При этом под **хранением отходов** понимается складирование отходов в специализированных объектах сроком более одиннадцати месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения. Хранение отходов недропользования осуществляется в отвалах вскрышных и вмещающих пород, а также хвосто-, шламо- и шлакохранилищах. Многие из них по объемам складироваемых пород, составу, свойствам и пригодности для переработки являются техногенными месторождениями полезных ископаемых.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

↓
Стадия производственного цикла образования отходов

Геологические отходы	Отходы при добыче	Отходы при обогащении	Отходы при переработке
отходы при проведении геологоразведочных, геофизических и геохимических работ	- вскрышные породы; - вмещающие породы; - забалансовые руды; - добытые попутно полезные ископаемые	- отходы дробления и сортировки; - отходы (хвосты и шламы) обогащения; - отходы окускования (агломерации, окомкования и брикетирования)	- шлаки и шламы металлургического производства; - шлаки и шламы химического производства; - золы и шлаки топливно-энергетического комплекса

↓
Вид обращения с отходами

Утилизируемые	Отправляемые на хранение	Захораниваемые	Обеззараживаемые
- рециклируемые (используемые по прямому назначению); - регенерируемые (подготавливаемые для возвращения в производственный процесс); - рекуперированные (предназначенные для извлечения полезных компонентов)	складируемые на специальных объектах: - в отвалах вскрышных пород; - в отвалах вмещающих пород; - в шламохранилищах; - в шлакохранилищах; - в хвостохранилищах.	изолируемые (с целью недопущения контакта с окружающей средой) в специальных хранилищах, накопителях.	обрабатываемые следующими методами: - ультрафиолетовая обработка; - хлорирование; - озонирование; - бромирование; - йодирование; - сжигание

↓
Возвратность в производственный процесс

Возвратные				Безвозвратные
реализуемые и/или передаваемые на сторону		используемые в собственном производстве		
в наст. время	в будущем	в наст. время	в будущем	

↓
Длительность размещения (Тип техногенно-минерального образования (ТМО) с точки зрения потенциала перехода в разряд техногенно-минерального месторождения (ТММ))

Временно складируемые (ТМО с потенциалом перехода в разряд ТММ)	Постоянно накапливаемые (ТМО без потенциала перехода в разряд ТММ)	
	рекультивируемые (облагораживаемые)	обеззараживаемые с последующим захоронением (консервируемые).

Рис. 2.2. Классификация отходов недропользования

Перед принятием решения о размещении отходов недропользования и дальнейшем хранении на специально отведённой территории руководители предприятий МСК должны учитывать затраты на строительство отвалов, хвосто-, шламо- и шлакохранилищ, а потом – на осуществление природоохранных мероприятий по ликвидации их негативного воздействия на различные элементы окружающей среды, а также упущенные выгоды от использования занятых отходами земельных площадей и сопоставлять их с затратами и доходами от использования отходов в качестве вторичного минерального сырья [56].

Захоронение отходов подразумевает изоляцию отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду. К примеру, отходы нефтедобычи и нефтепереработки, состоящие из смеси нефти, минеральных частиц (песок, порода) и воды, складировются в специальных накопителях, представляющих собой открытые резервуары, расположенные в непосредственной близости от мест добычи и переработки нефти. Захоронению также подлежат не утилизируемые буровые шламы.

Особо опасные отходы подлежат **обезвреживанию**, т. е. уменьшению массы отходов, изменению их состава, физических и химических свойств в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду. На предприятиях минерально-сырьевого комплекса обеззараживаются промышленные сточные воды, которые являются благоприятной средой жизнедеятельности бактерий и микроорганизмов, возбуждающих инфекционные заболевания у населения и животных. Во избежание эпидемий перед сбросом сточных вод в водоемы или грунт они обеззараживаются на очистных сооружениях с использованием следующих методов: ультрафиолетовой обработки, хлорирования, озонирования, бромирования, йодирования и др.

Под характеристики обезвреживания попадает процесс сжигания в факелах попутного нефтяного газа. По различным данным, в России сжигается от 20 до 50 млрд м³ попутного нефтяного газа в год. Вместо экономии от его использования страна получает около 400 тыс. тонн выбросов загрязняющих веществ,

в том числе парниковых газов. Специалисты вынуждены констатировать, что за последние годы показатель утилизации попутного нефтяного газа, представляющего собой ценное химическое и энергетическое сырье, снизился с 84 до 75 %. Установленный уровень показателя в 95 % выполнили всего две нефтедобывающие компании – ОАО «Сургутнефтегаз» и ПАО «Татнефть» [56].

И захоронение, и обезвреживание отходов несут только экологическую выгоду и из-за наличия затрат и отсутствия доходов являются экономически неэффективными. При этом экологическая выгода зачастую тоже находится под вопросом, так как, например, результатом процесса обезвреживания отходов во многих случаях является концентрированный отход, представляющий значительную опасность для окружающей среды. Явной противоположностью выступает утилизация отходов, связанная с использованием техногенного минерального сырья (шахтных отвалов, золошлаковых отходов, отходов горно-обогатительных предприятий, нефтесодержащих отходов, буровых шламов, попутного нефтяного газа, промышленных сточных вод и др.) и получением значительных экономического и экологического эффектов [73].

В соответствии с Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ **утилизация отходов** – это использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов. Из перечисленных в законе способов утилизации отходов для сферы недропользования применимы рециклинг, регенерация и рекуперация.

Рециклинг означает повторное применение отходов по прямому назначению. Ярким его примером является разработка техногенных месторождений полезных ископаемых, которая ведется в нашей стране еще с начала 1960-х гг. и заключается в извлечении из старых отвалов таких металлов, как золото, уран, медь, уголь, редкие металлы и др. Возможно использование окисленных железистых кварцитов, накопленных в отвалах железорудных месторождений и хвостах магнитного обогащения. Из хвостов обогащения бактериальное выщелачивание позволяет получать тяжёлые цветные металлы.

Рециклинг наблюдается в ситуации, когда при рекультивации нарушенных в результате горных работ земель применяются вскрышные и вмещающие породы, отходы обогащения (хвосты); в качестве щебня и песка при строительстве³, а также в качестве балласта при сооружении автомобильных и железных дорог, плотин, дамб, строительных площадок и мест отдыха (ипподромов, горнолыжных трасс и т. п.) используются раздробленные скальные породы вскрыши; после освоения месторождений полезных ископаемых в рамках выработанного пространства создаются горные музеи и культурные памятники; в качестве мест отдыха местного населения используются затопленные (искусственным или естественным путем) карьерные выемки.

Регенерация предполагает возврат отхода в виде вторичного сырья в производственный процесс после соответствующей подготовки. Процесс регенерации отходов можно наблюдать при очистке технической воды, используемой в системе оборотного водоснабжения, а также при осветлении и регенерации отработанных масел. Современные технологии позволяют не только очистить техническую воду от загрязняющих веществ, но и извлечь из них полезные компоненты, в том числе металлы. К перспективным методам, не требующим дополнительных реагентов и дорогостоящего оборудования, относится метод фиторемедиации, предполагающий удаление токсичных соединений из почвы, грунтовых вод и водоемов при помощи почвенных микроорганизмов и высших водных растений, которые являются фитосорбентами. Поглощаясь растениями и проходя разнообразные химические превращения, токсиканты инактивируются. Сами же выработавшие свой жизненный ресурс растения – фитосорбенты – не являются токсичными и могут быть использованы в качестве добавок к кормам животных и птиц, а также для получения компоста и биогумуса [56].

Как показывает практика, около половины нефтяных масел, используемых в технологических процессах, теряется, а у второй половины во время эксплуатации, при взаимодействии с воздухом, пылью, металлами, топливами, а

³ Себестоимость строительных материалов, изготовленных с использованием пород шахтных отвалов и золошлаковых отходов, в среднем на 25-30 % ниже себестоимости аналогичной продукции на основе природного традиционно используемого сырья.

также под воздействием высокой температуры и давления, электрического поля и т. п. снижаются полезные свойства и возникает необходимость замены. Учитывая, что отработанные масла содержат около 80 % ценных углеводородов, целесообразны их осветление и регенерация. Часто при этом используются природные адсорбенты, которые обладают хорошими впитывающими и отбеливающими свойствами.

На ряде нефтедобывающих предприятий ведутся работы по разработке технологий по использованию попутного нефтяного газа в качестве источника тепло- и электроэнергии [56].

Рекуперация происходит путём извлечения полезных веществ из образованных жидких и газообразных отходов. Например, осадки сточных вод, благодаря присутствию в них необходимых для растений питательных веществ и полезных рассеянных элементов, применяются для производства удобрений и почвенного кондиционера; уловленные неорганические вещества (шлам) – для получения искусственных легких веществ, из которых изготавливаются стройматериалы, цветочные горшки; уловленная пыль – для извлечения из нее таких полезных компонентов, как цинк, алюминий, медь, железо, и генерирования пятиокси ванадия. Комплексная переработка нефтесодержащих отходов и буровых шламов обеспечивает получение таких материалов, как гидрофобные добавки в асфальтобетон, водно-эмульсионное топливо, модифицированный битум и связывающие материалы, полукоксы и смолы.

Авторы согласны с мнением своих коллег-учёных, что имеет смысл использовать классификационный признак «возвратность в производственный процесс» и выделять возвратные и безвозвратные отходы. В свою очередь возвратные отходы предлагается подразделять на используемые в собственном производстве (в настоящее время и в будущем) и реализуемые и/или передаваемые на сторону (в настоящее время и в будущем).

По классификационному признаку «длительность размещения» отходы, которые отправляются на временное хранение и которые планируется вернуть в производственный процесс в будущем, целесообразно называть временно склади-

руемыми, а безвозвратные отходы – постоянно накапливаемыми: рекультивируемыми (облагораживаемыми), обеззараживаемыми с последующим захоронением (консервируемыми). Такое разделение отходов недропользования связано с типом техногенно-минерального образования (ТМО) с точки зрения потенциала перехода в разряд техногенно-минерального месторождения (ТММ). Временно складированные отходы являются ТМО с потенциалом перехода в разряд ТММ, а постоянно накапливаемые отходы – ТМО без потенциала перехода в разряд ТММ.

Представленная классификация отходов недропользования позволяет более эффективно управлять ими, осуществлять необходимое информационное обеспечение рынка отходов, вовлекать их в качестве вторичного сырья в хозяйственный оборот и формировать экопромышленные симбиозы.

2.3. Методологический подход к оценке результативности применения циркулярных моделей в сфере недропользования

Особый интерес в методологии формирования циркулярной экономики в сфере недропользования представляет методологический подход к оценке результативности применения циркулярных моделей.

Согласно рис. 2.1, результативность выступает одним из важных условий организации замкнутых циклов производства и потребления. Результативность применения циркулярных моделей учитывает возможные к получению результаты для природы, общества и экономики и соответственно складывается из экологической, социально-экологической и эколого-экономической результативности (табл. 2.4). Такой подход согласуется с концепцией необходимости «порцепиентного» расчёта потерь от антропогенного воздействия на окружающую среду. В качестве укрупнённых реципиентов в данном случае рассматриваются окружающая природная среда (природа, экосистемы), общество (человек) и народное хозяйство (экономика страны в целом или какой-то территории).

В связи со всем вышесказанным можно использовать комплексное понятие «социально-эколого-экономической результативности».

Таблица 2.4 – Составляющие результативности применения циркулярных моделей

Реципиенты (объекты негативного воздействия)	Вид наносимого экологически обусловленного вреда	Наименование вида результативности
Окружающая природная среды (природа, экосистемы)	Экологический вред (вред окружающей природной среде)	Экологическая результативность
Общество (человек)	Экологически обусловленный вред обществу	Социально-экологическая результативность
Народное хозяйство (экономика страны в целом или какой-то территории)	Экологически обусловленный ущерб экономике	Эколого-экономическая результативность

Экологический и социально-экологический виды результативности определяются недопущением, минимизацией или ликвидацией наносимого вреда окружающей природной среде и обществу. Формулирование данного условия базируется на следующем мнении авторов: при характеристике негативного влияния на природу и общество в полном объеме корректнее оперировать понятием вреда, а не ущерба. Под ущербом же следует понимать только ту часть вреда окружающей природной среде и населению, которая подлежит оценке, осуществляемой в условиях конкретного направления и характера оценочных работ. При учете того, что потери в природе и обществе по известным причинам никогда не могут получить объективной комплексной оценки, на практике приходится применять показатели экологического и социально-экологического ущерба, в полной мере не отражающие величину наносимого вреда.

По мнению О. Я. Глибко, «экологический ущерб – важная составная часть вреда окружающей среде, оценивающая прямые и косвенные потери природных ресурсов и подлежащая количественной оценке» [11]. Она считает правильным различать понятия «экономический ущерб» и «экологический ущерб», усматривая в них коренное отличие в отношении к материальным потерям в экосистемах: рассмотрение их стоимостной оценки с точки зрения экономики и учет их средообразующего значения с точки зрения экологии. Ввиду особенностей природных объектов при оценке наносимого им вреда (экологического ущерба) не могут быть реализованы стандартные

экономические подходы к оценке стоимости имущества. Оценка экологического ущерба связана с загрязнением, истощением природных экосистем, разрушением экологических связей; она должна производиться в «натуральном» виде и выражаться величиной комплексных потерь природных благ при учете следующих моментов:

1. Любая хозяйственная и иная деятельность, связанная с воздействием на природу, несет потенциальный вред.

2. Потери в окружающей природной среде могут быть связаны не только с непосредственным сокращением того или иного природного блага, но и его ростом.

3. При оценке антропогенного воздействия следует учитывать не только отдельные природные элементы, но и экосистему в целом, т. е. межорганизационные связи и их изменения.

4. Оценку антропогенного воздействия корректно проводить при учете индивидуальных факторных особенностей экосистемы, выражаемых в многокомпонентности фактора влияния.

5. Прямые потери, как правило, можно рассчитать с достаточной точностью, оценка косвенных потерь носит укрупненный характер.

6. При расчёте ущерба следует учитывать фактор времени через оценку периода воздействия и периода восстановления экосистемы.

В условиях недропользования при оценке вреда окружающей природной среде, состоящей не только из атмосферного воздуха, водных объектов, земельных ресурсов, растительного и животного мира, но из недр, помимо использования методик, разрабатываемых биологами и экологами, следует учитывать методики оценки влияния на литосферу (геологическую среду), создаваемые геологами и геоэкологами. Славиковская Ю. О., Рудакова Л. В., Рудаков Р. Б. [50] различают биосферный и литосферный виды ущербов. В свою очередь, проф. Е. И. Панфилов в статье [38], посвященной рассмотрению техногенного воздействия на недра, предлагает использовать понятие «геологический ущерб», означающее ущерб, наносимый геологической среде

деятельностью человека в процессе её изучения, освоения (эксплуатации) месторождений полезных ископаемых и завершения их освоения (разработки) – ликвидации (консервации) горнодобывающих объектов.

Освоение минерально-сырьевой базы связано не только с текущим, но и с накопленным экологическим ущербом, который, в соответствии с Приказом Росприроднадзора «Об утверждении Методических рекомендаций по проведению инвентаризации объектов накопленного экологического ущерба» от 25.04.2012 г. № 193, характеризуется как «вред, причиненный окружающей среде или ее компонентам в результате осуществления хозяйственной и иной деятельности, в том числе в результате нарушения природоохранного законодательства, а также убытки (затраты) на ликвидацию и предотвращение отрицательных последствий нанесенного вреда окружающей среде». Объектами накопленного экологического ущерба являются «загрязненные территории, в том числе бесхозные территории, образованные в результате прошлой хозяйственной деятельности, а также объекты размещения отходов и иные объекты (здания, сооружения, загрязненные земельные участки), вокруг которых сформировалось загрязнение или которые сами являются загрязненными, на которых деятельность под управлением организации осуществлялась в прошлом и на которых остались отходы, негативно влияющие на природную среду».

Инвентаризация объектов накопленного экологического ущерба, проведенная в соответствии с поручением Правительства Российской Федерации от 03.10.2012 г. № ДМ-П9-5838, позволила выделить среди прочих следующие типы объектов накопленного экологического ущерба в нашей стране: результаты прошлой хозяйственной деятельности добывающей и горно-обогатительной промышленности; нефтесодержащие загрязнения; объекты накопленного экологического ущерба обрабатывающей промышленности [43].

С 2014 г. в нашей стране начала реализовываться Федеральная целевая программа «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2014–2025 годы, целью которой явилось восстановление нарушенных природных систем, ранее подвергшихся негативному антропогенному и техногенному воз-

действию в результате прошлой хозяйственной деятельности. Для достижения данной цели в частности предусмотрено решение задачи экологической реабилитации территорий, подверженных негативному воздействию объектов накопленного экологического ущерба в результате прошлой хозяйственной деятельности добывающей и горно-обогатительной промышленности.

Накопленный экологический ущерб обуславливается накоплением опасных концентраций загрязняющих веществ в почве и воде и в то же время ориентирован на снижение за счет ассимиляционного потенциала природной среды, связанного с процессом абсорбции (разложением антропогенных веществ и устранением их вредного воздействия) [34].

Социально-экологический ущерб – часть вреда, наносимого населению вследствие антропогенного воздействия на окружающую природную среду. Как и в случае с экологическим ущербом, ввиду особенностей населения в качестве объекта исследования, при оценке наносимого ему вреда (социально-экологического ущерба) должны использоваться особые методы оценки ущерба для жизни и здоровья населения. Оценка социально-экологического ущерба должна производиться учеными-медиками в «натуральном» виде и выражаться величинами повышения уровня заболеваемости и смертности, снижения качества и продолжительности жизни.

Возникновение и экологического, и социально-экологического ущербов связано с различного рода техногенными рисками, имеющими место при освоении ресурсов недр: рисками устойчивых техногенных воздействий, связанных с негативным воздействием на окружающую среду в условиях обычной (безаварийной) хозяйственной деятельности, а также рисками катастрофических техногенных воздействий, основанными на техногенных катастрофах, авариях и инцидентах [36]. Системный анализ методических подходов к оценке последствий техногенного воздействия предприятий горнопромышленного комплекса на окружающую среду представлен в трудах учёных Института экономики УрО РАН [40, 50].

Эколого-экономическая результативность применения циркулярных моделей связана с недопущением, минимизацией или ликвидацией имеющих место либо возможных потерь (убытков) и/или дополнительных затрат от антропогенного воздействия на окружающую среду для народного хозяйства (экономики страны) в процессе недропользования. В данном случае речь идет о снижении величины эколого-экономического ущерба.

Традиционная методология определения эколого-экономического ущерба заключается в суммарной стоимостной оценке всех «натуральных» (экологических и социально-экологических) ущербов, возникающих в связи с антропогенным воздействием на окружающую среду. При этом учитываются потери (убытки) и затраты от негативного изменения самой окружающей среды, однако правильнее учитывать потери (убытки) и затраты от измененных свойств среды на реципиентов. Среди реципиентов, как правило, рассматриваются сельскохозяйственные угодья и животные, лесные ресурсы, рыбные ресурсы, основные фонды промышленности и транспорта, объекты жилищно-коммунального и бытового хозяйства, рекреационные и лечебно-курортные объекты как основные активы для осуществления экономической деятельности, воспринимающие антропогенное воздействие на окружающую среду, а также население как база для воспроизводства и экономический (трудовой) ресурс.

Впервые сущность эколого-экономического ущерба в нашей стране наиболее комплексно была охарактеризована во Временной типовой методике при использовании категории «экономический ущерб, причиняемый народному хозяйству загрязнением окружающей среды» 1986 г. По логике данной методики, эколого-экономический ущерб складывается из суммы двух видов затрат: *предупредительных* (превентивных) – затрат на предупреждение воздействия измененной окружающей среды на реципиентов (затрат на разбавление сточных вод, водоподготовку, кондиционирование воздуха, возведение шумозащитных сооружений, сбор и захоронение отходов); *ликвидационных* – затрат на компенсацию воздействия измененной окружающей среды на реципиентов (например, затрат на медицинское обслуживание заболевших людей, компенсации

потерь продукции из-за снижения производительности основных фондов, земельных, лесных, водных и др. ресурсов).

Проф. Е. В. Рюмина рассматривает сущность двух возможных к использованию подходов к определению эколого-экономического ущерба, называя его «экономический ущерб от экологических нарушений» [48]: в зависимости от состояния окружающей среды и в зависимости от объема и характера вредных эмиссий.

Первый подход, по ее словам, активно реализуется в западных странах в виде применения сравнительных и рыночных методов [49]. Сравнительные методы (методы аналогий) представлены методом контрольных районов, в основу которого положена гипотеза о том, что показатели состояния реципиентов, непосредственно определяющие величину эколого-экономического ущерба в исследуемом и контрольном (совпадающем по различным социальным, экономическим и экологическим характеристикам с исследуемым) районах зависят только от степени воздействия загрязнения. При применении данного метода используется следующая схема формирования эколого-экономического ущерба: сначала осуществляется антропогенное воздействие на окружающую среду и изменение параметров последней, затем уже измененная среда влияет на реципиентов, что приводит к экономическим потерям). Рыночные методы, основанные на субъективных факторах стоимости и реализуемые путем проведения социологических исследований, представлены методом готовности платить, методом готовности получать компенсацию, гедонистическим методом (методом определения ценности природных благ в глазах населения), методом транспортных затрат. Часто характеризуемый в учебных и научных изданиях метод аналитических зависимостей (метод «доза – эффект») не учитывается Е. В. Рюминой в классификации методик оценки ущерба, так как рассматривается в качестве метода обработки статистических данных, которые могут быть получены при использовании любого из методов оценки ущерба.

Второй подход к определению эколого-экономического ущерба, связанный с учетом объема и характера вредных эмиссий в окружающую среду, предполагает

использование системы нормативных показателей, фиксирующих зависимость негативных последствий от основных ущербобразующих факторов. М. Н. Игнатьева, А. А. Литвинова и В. А. Игнатьев [19] среди данных факторов выделяют: факторы влияния, зависящие от характеристик источников, их плотности, а также от климатических, топографических и других параметров территории; факторы восприятия, характеризующиеся структурой и численностью реципиентов; факторы состояния, определяющие величину потерь в расчете на единичную численность реципиента. Данный подход активно используется в нашей стране: в соответствии с ним составлены «Временная типовая методика...», 1986 г., содержащая процедуры расчета ущерба от загрязнения атмосферы, водоемов и акустической среды, и «Методика определения предотвращенного экологического ущерба» Госкомэкологии России, 1999 г., включающая методики расчета ущерба атмосферному воздуху, водным ресурсам, почве и земельным ресурсам, биоресурсам.

При оценке эколого-экономического ущерба ученые [18, 19, 49] предлагают различать методы для оценки ущербов от регулярных экологических нарушений (например, от загрязнения среды постоянно действующими источниками загрязнения) и от чрезвычайных ситуаций (случайных опасных процессов природного или техногенного характера). В последнем случае воздействие на окружающую среду должно рассматриваться как вероятностный процесс.

Авторам видится целесообразной систематизация видов эколого-экономического ущерба, являющегося в первую очередь экономической категорией, на базе применения традиционной методологии оценки стоимости экономических активов, предполагающей выделение доходного, затратного и сравнительного подходов. В частности, к методам затратного подхода предлагается относить: метод косвенных оценок, представленный во «Временной типовой методике...», 1986 г., содержащей процедуры расчета ущерба от загрязнения атмосферы, водоемов и акустической среды, и «Методике определения предотвращенного экологического ущерба»

Госкомэкологии России, 1999 г.; метод готовности платить, метод готовности получать компенсацию; метод транспортных затрат. В качестве методов сравнительного подхода могут использоваться метод контрольных районов и гедонистический метод. Авторы согласны с мнением Вусова А. В. [8] о том, что в случае определения недополученной прибыли или упущенной выгоды возможно применение и методов доходного подхода.

Методологический подход к оценке результативности применения циркулярных моделей представлен на рис. 2.3. Данный подход отражает авторское видение оценки результатов организации замкнутых циклов производства и потребления через категорию ущерба, который удастся предотвратить, а также совокупности методик его определения.



Рис. 2.3. Методологический подход к оценке результативности применения циркулярных моделей в сфере недропользования

2.4. Институциональное обеспечение развития циркулярных моделей в сфере недропользования

Среди институциональных условий развития циркулярных моделей в сфере недропользования авторы выделяют правовые, организационные и экономические.

Правовые условия основываются на нормативно-правовой базе, которая в настоящее время активно формируется [28, 37, 46]. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ с момента его принятия перенес 38 изменений и дополнений и оброс большим количеством подзаконных актов, начиная с постановлений Правительства РФ и заканчивая различными разъяснительными письмами и инструкциями. Кроме того, имеются различные ГОСТы по обращению с отходами, разработаны вертикальные и горизонтальные информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям в сфере добычи и обогащения полезных ископаемых, а также размещения отходов производства и потребления, приняты и существенно изменены и дополнены федеральные законы, прямо или косвенно регулирующие сферу обращения с отходами производства и потребления. Подготовлены законопроекты Минприроды России, которые предусматривают соответствующие поправки в федеральные законы «О недрах» и «Об отходах производства и потребления» с целью стимулирования использования отходов недропользования.

Организационные условия формируются на основе деятельности государственных органов власти, функционирующих институтов, учреждений, организаций, занимающихся обеспечением экологической безопасности и управлением отходами производства и потребления. Реализацией мероприятий, связанных с решением проблем по обращению с отходами производства и потребления в первую очередь занимаются такие федеральные исполнительные органы власти, как: Минприроды России, Росприроднадзор России, Минпромторг России, Минстрой России, а также Госкорпорация по атомной

энергии «Росатом». При их участии на территории страны в период 2018–2024 гг. реализуется Национальный проект «Экология» (НП «Экология»), одной из целей которого выступает эффективное обращение с отходами производства и потребления.

Приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 г. № 242 утвержден Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО), в котором содержится более 80 видов отходов добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых. В соответствии с Порядком ведения кадастра отходов Росприроднадзором формируется банк данных об отходах, ведутся региональные кадастры отходов производства и потребления.

В соответствии со статьями 6, 13.3 Федерального закона «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ и Постановлением Правительства РФ от 22.09.2018 г. № 1130 «О разработке, общественном обсуждении, утверждении, корректировке территориальных схем в области обращения с отходами производства и потребления, в том числе с ТКО, а также о требованиях к составу и содержанию таких схем» в различных регионах нашей страны разработаны и утверждены территориальные схемы в области обращения с отходами производства и потребления.

По мнению авторов, в системе государственного управления не достает государственного органа управления отходами недропользования, в т. ч. техногенными минеральными образованиями (техногенными минеральными месторождениями), а также института установления права собственности на данные отходы и ТМО (ТММ).

Экономические условия обеспечивают инвестиционную привлекательность деятельности по организации и использованию рациональных моделей производства и потребления, которая во многом зависит от наличия форм государственной поддержки в данной сфере [52]. В качестве таких форм выступают следующие.

1. Предоставление налоговых льгот и льгот в отношении платы за негативное воздействие на окружающую среду. Согласно статье 24 Феде-

рального закона «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ экономическое стимулирование деятельности в области обращения с отходами осуществляется посредством понижения размера платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) при размещении отходов индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, осуществляющим деятельность, в результате которой образуются отходы, при внедрении ими технологий, обеспечивающих уменьшение количества отходов; применения ускоренной амортизации основных производственных фондов, связанных с осуществлением деятельности в области обращения с отходами.

В Федеральном законе «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21.07.2014 г. № 219-ФЗ уточняется сущность экономических мер позитивного стимулирования деятельности по проведению мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду. В частности, указывается, что предусматриваются налоговые льготы в виде применения дополнительного коэффициента 2 при начислении амортизации на оборудование НДТ. Отмечается, что льготы в отношении платы за негативное воздействие на окружающую среду могут быть получены, во-первых, в виде корректировки платы за негативное воздействие на окружающую среду путём вычитания затрат на реализацию мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду в пределах исчисленной суммы; во-вторых, освобождения от взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду после внедрения НДТ. Кроме мер поощрения Федеральным законом предполагается использование мер наказания в виде увеличения повышающих коэффициентов платы за негативное воздействие на окружающую среду в случае несоблюдения технологических нормативов.

С целью стимулирования мероприятий по снижению НВОС при размещении отходов введены коэффициенты к ставкам платы за НВОС по классам опасности размещенных отходов производства и потребления. Например, коэффициент 0 применяется при размещении отходов добывающей промышленности

V класса опасности посредством закладки искусственно созданных полостей в горных породах при рекультивации земель и почвенного покрова (в соответствии с разделом проектной документации «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» и/или техническим проектом разработки месторождения полезных ископаемых). Коэффициент 0,5 применяется при размещении отходов IV, V классов опасности, которые образовались при утилизации ранее размещенных отходов перерабатывающей и добывающей промышленности. При размещении на объектах размещения отходов, исключая НВОС, плата за размещение отходов производства и потребления не взимается [45].

2. Предоставление инвестиционных налоговых кредитов. В соответствии со статьей 67 Налогового кодекса РФ, инвестиционный налоговый кредит может быть предоставлен организации, являющейся налогоплательщиком соответствующего налога, при проведении этой организацией научно-исследовательских или опытно-конструкторских работ либо технического перевооружения собственного производства, в том числе направленного на осуществление мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, к которым относится внедрение НДТ в сфере размещения отходов производства и потребления; проектирование, строительство, реконструкция сооружений и устройств по переработке жидких бытовых отходов и осадка сточных вод; установка оборудования по использованию, транспортированию, обезвреживанию отходов производства и потребления; автоматизированных систем. Договор об инвестиционном налоговом кредите должен предусматривать порядок уменьшения платежей по соответствующему налогу и сумму кредита (с указанием налога, по которому организации предоставлен инвестиционный налоговый кредит).

3. Заключение специального инвестиционного контракта. Федеральный закон «О промышленной политике в РФ» от 31.12.2014 г. № 488 предусматривает заключение специального инвестиционного контракта, призванного стимулировать инвестиционную деятельность в сфере модернизации промышленности, в частности с точки зрения «озеленения».

Специальный инвестиционный контракт выгодно отличается от инвестиционного налогового кредита, так и не получившего широкого распространения на практике по причине сложной системы взаимодействий его сторон. Контракт заключается между инвестором (юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем) и публично-правовым образованием (РФ, субъектом РФ или муниципальным образованием). В соответствии с ним инвестор обязуется создать либо модернизировать, освоить производство промышленной продукции, а публичный субъект обязуется осуществлять меры стимулирования деятельности в сфере промышленности. Заключение контракта возможно как в случае реализации проекта по созданию либо модернизации промышленного предприятия, так и в случае, когда проект предусматривает внедрение НДТ в ходе реализации плана мероприятий по охране окружающей среды или программы повышения экологической эффективности [2].

В соответствии с Федеральным законом «О внесении изменений в Федеральный закон «О промышленной политике в Российской Федерации» в части регулирования специальных инвестиционных контрактов» от 02.08.2019 г. № 290-ФЗ специальный инвестиционный контракт заключается на срок не более чем 15 лет для реализации проектов, объем инвестиций по которым не превышает 50 млрд руб. (без учета НДС), или не более чем 20 лет для реализации проектов, объем инвестиций по которым превышает 50 млрд руб. (без учета НДС).

4. Льготные условия пользования землей. В целях активизации инвестиционной деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, в т. ч. в области организации и использования замкнутых циклов производства и потребления, руководствуясь Федеральным законом «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ и Федеральным законом «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» от 25.02.1999 г. № 39-ФЗ на уровне муниципальных образований утверждается Порядок предоставления инвестору льготных условий пользования землей и другими природными ресурсами, находящимися в собственности му-

ниципального образования. При этом под льготными условиями пользования землей понимается применение к инвестору в течение срока реализации проекта коэффициента, устанавливающего зависимость размера арендной платы за земельный участок от категории арендатора, в размере ставки земельного налога. В свою очередь, инвестором выступает субъект инвестиционной деятельности, осуществляющий вложение собственных, заемных или привлеченных средств в форме инвестиций в инвестиционные проекты, реализуемые на территории муниципального образования.

5. Реализация программ льготного кредитования субъектов малого и среднего предпринимательства. Совместно с Минэкономразвития России и Банком России АО «Федеральная корпорация по развитию малого и среднего предпринимательства» (Корпорация МСП) в 2015 г. разработала Программу стимулирования кредитования субъектов МСП, которая фиксирует процентные ставки по кредитам в сумме не менее 3 млн руб. для предприятий, реализующих проекты в приоритетных отраслях экономики, на уровне до 9,6 % годовых, в иных отраслях – до 10,6 % годовых. Координацию программы осуществляет Корпорация МСП. В программе участвует 60 уполномоченных банков, среди которых: ПАО «Сбербанк», ПАО «Банк Уралсиб», АО «Первоуральскбанк», ООО КБ «Кольцо Урала», ПАО «Промсвязьбанк», АО «Альфа-банк».

В перечень отраслей экономики для целей реализации Программы стимулирования кредитования субъектов малого и среднего предпринимательства входят те отрасли, в которых реализуются приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, а также такие критические технологии Российской Федерации, как «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения» и «Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (Указ Президента Российской Федерации от 07.07.2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня

критических технологий Российской Федерации»)), к которым относятся технологии, связанные с обращением отходов производства и потребления.

6. Предоставление государственных гарантий РФ по кредитам или облигационным займам осуществляется в соответствии с Постановлением Правительства РФ «О государственных гарантиях Российской Федерации по кредитам или облигационным займам, привлекаемым юридическими лицами на цели, установленные Правительством Российской Федерации в рамках мер, направленных на решение неотложных задач по обеспечению устойчивости экономического развития» от 10.05.2017 г. № 549-ПП. Министерство финансов Российской Федерации при подготовке проекта федерального закона о федеральном бюджете на очередной финансовый год и плановый период должно предусматривать средства на исполнение обязательств по гарантиям.

7. Участие в уставном капитале. С целью стимулирования развития предприятий, придерживающихся принципов циркулярной экономики, созданных в форме акционерного общества (АО), государство может принять участие в его уставном капитале. Участие государства в деятельности АО возможно в форме продажи им акций, передачи их в доверительное управление и залог, а также назначения представителей государства в органы управления АО. Само приобретение государством акций АО может происходить в результате приватизации государственного имущества, а также путем бюджетных ассигнований.

8. Субсидирование НИОКР. Это один из механизмов государственной поддержки общего характера НИОКР по приоритетным направлениям гражданской промышленности при реализации комплексных инвестиционных проектов. Использование данной формы государственной поддержки заложено в основе Постановления Правительства РФ от 30.12.2013 г. № 1312-ПП, которое определило Правила предоставления субсидий из федерального бюджета. Субсидии предоставляются на конкурсной основе под реализацию комплексных инвестиционных проектов, общая стоимость которых составляет от 100 млн до 2 млрд руб. [45].

9. Субсидирование процентной ставки по кредитам. Это еще один механизм государственной поддержки общего характера, реализуемый в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 03.01.2014 г. № 3-ПП. Субсидии предоставляются в целях снижения затрат на обслуживание долговых обязательств, связанных с реализацией инвестиционных проектов, выполняемых в рамках государственной программы «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности».

10. Государственная поддержка инвестиционных проектов на основе проектного финансирования. Данный механизм работает в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 11.10.2014 г. № 1044-ПП, которое утвердило программу поддержки инвестиционных проектов на основе проектного финансирования, содержащую критерии отбора проектов и кредитных организаций, порядок предоставления государственных гарантий по целевым кредитам. Заявленный инвестиционный проект может реализовываться в сфере недропользования на сумму от 1 до 20 млрд руб., с финансированием за счет заемных средств не более 80 % его полной стоимости [45].

Авторы статьи убеждены в том, что только при наличии благоприятных правовых, организационных и экономических условий возможно обеспечение финансирования проектов по эффективному обращению с отходами производства и потребления со стороны частных инвесторов, в том числе федеральных проектов, реализуемых в рамках НП «Экология», с запланированными объемами финансирования: «Чистая страна» – 124 206,8 млн руб.; «Инфраструктура для обращения с отходами I - II классов опасности» – 36 353,3 млн руб. [39].

Следует заметить, что доля внебюджетных средств от общего объема запланированных по НП «Экология» расходов составляет 79,8 %. Однако согласно докладу Счетной палаты, содержащему анализ перспектив реализации Национального проекта, отмечается, что оценка потенциальной возможности привлечения внебюджетных средств пока является затруднительной [54]. На сегодняшний день средства частных инвесторов привлечены в недостаточном объеме и не известно, как сложится ситуация в будущем. Это свидетельствует

об отсутствии соответствующих институциональных условий, создающих благоприятный климат для привлечения частных инвестиций для формирования и развития отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов, о которой говорится в «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года», утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 25.01.2018 г. № 84-р.

Отрасль промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов рассматривается как совокупность экономически, технически и организационно взаимосвязанных хозяйствующих субъектов одной или нескольких отраслей экономики, осуществляющих деятельность по вовлечению отходов в хозяйственный оборот, созданию и развитию инновационных технологий ресурсосбережения, обработки, утилизации и обезвреживания отходов, внедрению специального промышленного оборудования, техники, установок по экологически безопасному обращению с отходами. Предполагается вхождение в состав этой отрасли следующих структур: экотехнопарков, многофункциональных комплексов по промышленному обезвреживанию отходов, производственно-технический комплексов по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов и др.

Анализ законопроектов показал, что Минпромторг России особое внимание уделяет развитию экотехнопарков, которые должны стать важнейшей составляющей системы вовлечения отходов во вторичный оборот. Министерством подготовлен законопроект «О внесении изменений в Федеральный закон «О промышленной политике в Российской Федерации» (в части применения мер стимулирования к субъектам деятельности в сфере промышленности, использующим объекты промышленной инфраструктуры и оборудования, находящиеся в составе экотехнопарка)» [28]. Под экотехнопарком, согласно проекту, понимается совокупность находящихся в функциональной зависимости и размещенных на территории одного или на территориях нескольких субъектов РФ объектов промышленной инфраструктуры и оборудования, которые предназначены для производства субъектами деятельности в сфере промышленно-

сти промышленной продукции с применением отходов производства и потребления в процессе обработки, утилизации и обезвреживания таких отходов. Создание новых и развитие существующих экотехнопарков на территориях субъектов РФ предлагается осуществлять с учетом стратегии пространственного развития РФ, а также схем территориального планирования РФ и схем территориального планирования субъектов РФ.

К 2030 году в России планируется запустить 30 экотехнопарков [1]. В качестве их организационно-правовой формы рассматривается государственно-частное партнёрство (ГЧП), которое может быть сформировано в следующих вариантах: любые взаимовыгодные формы взаимодействия государства и бизнеса; государственные контракты; арендные отношения; финансовая аренда (лизинг); государственно-частные предприятия; соглашения о разделе продукции (СРП); концессионные соглашения [7].

На основании всего вышесказанного следует отметить, что институциональные по развитию циркулярных моделей в сфере недропользования условия должны обеспечить инвестиционную привлекательность деятельности по организации и использованию замкнутых циклов производства и потребления. Для этого необходимы дальнейшее совершенствование экологического и горного законодательства, а также активная организационная и финансовая поддержка государства.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ЗАМКНУТЫХ ЦИКЛОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ РЕСУРСОВ НЕДР

3.1. Применение технико-технологических механизмов обеспечения цикличности производства и потребления в сфере недропользования

Реализация концепции циркулярной экономики в сфере недропользования предполагает экологическую модернизацию используемых технологий. В первую очередь данные технологии должны способствовать решению проблем рационального использования недр, а именно: комплексного использования (разработки) месторождений полезных ископаемых; комплексного использования добываемого минерального сырья; полного извлечения полезных ископаемых (снижения потерь); утилизации отходов производства; снижения опасных свойств отходов. Подтверждением наличия указанных проблем являются следующие факты:

1. Отечественное горное производство характеризуется высоким уровнем потерь на различных стадиях добычи и передела. В настоящее время из-за несовершенства технологий добычи в земле остается до 70 % нефти, 30 % угля, 20 % железной руды и т. д. При обогащении потери составляют 12-50 %. При переработке апатит-нефелиновых руд в отвалах фосфогина ежегодно теряется большое количество редкоземельных элементов; по оценкам специалистов, его хватило бы для удовлетворения потребностей всей мировой экономики.

2. На данный момент практически все минеральное сырье является поликомпонентным, и в среднем более трети его количества составляют сопутствующие (попутные) элементы, которые могут быть извлечены только при комплексной его переработке. Так, почти все серебро, висмут, платина и платиноиды, а также более 20 % золота получают попутно при переработке комплексных руд.

3. Современное горное производство представляет собой геохимически открытую систему с крайне низким коэффициентом выхода готовой продукции на единицу используемых природных ресурсов и высоким коэффициентом от-

ходности (ГОСТ Р 57702-2017 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к малоотходным технологиям»).

Решением проблем недропользования отечественные ученые занимаются еще с 60-х годов XX века, пытаясь разработать безотходные и малоотходные технологии в горной сфере. В настоящее время важным шагом в данном направлении является переход на **наилучшие доступные технологии (НДТ)**, который был инициирован в России в 2014 г. путём внесения соответствующих изменений и дополнений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и принятием Федерального закона «О промышленной политике в РФ».

Термин «наилучшие доступные технологии» (англ. Best Available Techniques, BAT) и сама процедура внедрения НДТ были заимствованы из европейского опыта [27]. В Директиве ЕС 2010/75/EC of the European parliament and of the council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) НДТ охарактеризованы как наиболее эффективные новейшие разработки для различных видов деятельности, процессов и способов функционирования. «Наилучшие» означает способствующие достижению значительного уровня защиты окружающей среды и комплексности использования природных ресурсов; «доступные» – разработанные и готовые к внедрению на производстве; экономически эффективные, технически осуществимые и применимые для конкретного предприятия; «технологии» – это технологии; технические решения; способы проектирования и внедрения; управление, обслуживание, эксплуатация; вывод из эксплуатации.

В соответствии с Федеральным законом № 219, сочетанием критериев достижения целей охраны окружающей среды для определения НДТ являются:

- наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги либо другие предусмотренные международными договорами Российской Федерации показатели;
- экономическая эффективность ее внедрения и эксплуатации;
- применение ресурсо- и энергосберегающих методов;

- период ее внедрения;
- промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Создание отечественной базы НДТ ориентировано на развитие в России системы технологического нормирования [20, 37], которая применяется к объектам I категории (объектам, оказывающим значительное негативное воздействие на окружающую среду) с целью стимулирования предприятий к осуществлению эффективной природосберегающей деятельности. Важным регулятором при этом будет выступать *комплексное экологическое разрешение*, выдаваемое предприятию сроком на 7 лет и содержащее технологические нормативы, которые будут устанавливаться на основе технологических показателей, не превышающих технологических показателей НДТ (показателей удельного потребления ресурсов и образования выбросов, сбросов загрязняющих веществ и отходов); нормативы допустимых выбросов, сбросов высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II классов опасности), при наличии таких веществ в выбросах загрязняющих веществ, сбросах загрязняющих веществ; нормативы допустимых физических воздействий; нормативы образования отходов и лимиты на их размещение; требования к обращению с отходами производства и потребления; согласованную программу производственного экологического контроля; срок действия комплексного экологического разрешения.

При невозможности соблюдения технологических нормативов, нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II классов опасности), действующим стационарным источником и (или) совокупностью стационарных источников, расположенных на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, устанавливаются временно разрешенные выбросы, временно разрешенные сбросы. При этом неотъемлемой частью комплексного экологического разрешения является *программа повышения экологической эффективности*, включающая в себя пере-

чень мероприятий по реконструкции, техническому перевооружению объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, сроки их выполнения, объем и источники финансирования, перечень ответственных за их выполнение должностных лиц. Для установления временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов план мероприятий по охране окружающей среды, программа повышения экологической эффективности включают в себя показатели и график поэтапного снижения негативного воздействия на окружающую среду. Срок реализации программы повышения экологической эффективности не более 7 лет (для градообразующих предприятий – 14 лет). Проект программы повышения экологической эффективности до ее утверждения юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем подлежит одобрению межведомственной комиссией, создаваемой уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти и включающей представителей заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», органов исполнительной власти субъектов РФ.

В Европейском союзе, откуда был задействован опыт технологического нормирования на базе НДТ, перечни и характеристики НДТ для различных отраслей промышленности представлены в справочниках рекомендательного характера, которые подготовлены и регулярно (каждые 5–7 лет) обновляются специально созданным для этого Европейским бюро по комплексному контролю и предотвращению загрязнений. К настоящему времени в Европейском союзе разработано 26 «вертикальных» (отраслевых) справочников, предназначенных для сельского хозяйства и наиболее «грязных» отраслей промышленности. Их дополняют 7 «горизонтальных» (межотраслевых) справочников, в которых представлены общие для ряда отраслей технологии; например, существуют справочники по НДТ в области энергоэффективности и производственного экологического контроля [4].

Распоряжением Правительства РФ «Об утверждении комплекса мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных техно-

логий» от 19.03.2014 г. № 398-р (ред. от 17.03.2015 г., 29.08.2015 г.), была определена необходимость разработки отечественной нормативной базы в области регулирования внедрения НДТ, в том числе включающей формирование единых подходов к терминологии, структуре и заполнению разделов информационно-технических справочников (ИТС) по НДТ, описанию технологий, мониторингу, оценке и управлению рисками при внедрении НДТ. В свою очередь, Федеральный закон «О стандартизации в РФ» от 29.06.2015 г. № 162-ФЗ предусматривал включение ИТС по НДТ в правоприменительную практику, придав им статус документов национальной системы стандартизации. В итоге в соответствии с Распоряжением Правительства РФ «Об утверждении поэтапного графика создания в 2015-2017 годах отраслевых справочников наилучших доступных технологий» от 31.10.2014 г. № 2178-р (ред. от 29.08.2015 г. № 1678-р, 30.12.2015 г. № 2765-р, 07.07.2016 г. № 1444-р) в период 2015–2017 гг. в России была создана отечественная база НДТ (подобно европейской), позволяющая контролировать загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями на основе технологических нормативов. При разработке ИТС по НДТ были использованы международные справочники по НДТ, при этом были учтены имеющиеся в РФ технологии, оборудование, сырьё, другие ресурсы, а также климатические, экономические и социальные особенности РФ.

Согласно Федеральному закону «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты РФ» от 24 июля 2014 г. № 219-ФЗ пересмотр технологий, определенных в качестве НДТ, должен осуществляться не реже чем один раз в 10 лет. Внедрением НДТ юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями признается ограниченный во времени процесс проектирования, реконструкции, технического перевооружения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, установки оборудования, а также применение технологий, которые описаны в опубликованных ИТС по НДТ и (или) показатели воздействия на окружающую среду которых не должны превышать установленные технологические показатели НДТ.

В соответствии с Распоряжением Правительства РФ «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий» от 24.12.2014 г. № 2674-р (ред. от 29.08.2015 г.), к областям применения НДТ в частности отнесены те, что имеют отношение к предприятиям минерально-сырьевого комплекса, среди них: добыча и обогащение железных руд; добыча и обогащение руд цветных металлов; добыча нефти и природного газа; добыча и обогащение угля и антрацита, а также сокращение выбросов и сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов); обращение с вскрышными и вмещающими горными породами; очистка сточных вод и выбросов загрязняющих веществ при производстве продукции (товаров), проведении работ и оказании услуг на предприятиях; повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности.

Предприятиям минерально-сырьевого комплекса рекомендуется пользоваться следующими отечественными отраслевыми («вертикальными») справочниками НДТ:

ИТС 23-2017 Добыча и обогащение руд цветных металлов;

ИТС 24-2017 Добыча и обогащение редких и редкоземельных металлов;

ИТС 25-2017 Добыча и обогащение железных руд;

ИТС 28-2017 Добыча нефти;

ИТС 29-2017 Добыча природного газа;

ИТС 37-2017 Добыча и обогащение угля;

ИТС 49-2017 Добыча драгоценных металлов – а также межотраслевыми («горизонтальными») справочниками НДТ:

ИТС 8-2015 Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях;

ИТС 15-2016 Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов));

ИТС 16-2016 Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы;

ИТС 17-2016 Размещение отходов производства и потребления;

ИТС 22-2016 Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях;

ИТС 22.1-2016 Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения;

ИТС 46-2017 Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов);

ИТС 48-2017 Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности.

Из семи представленных выше «вертикальных» справочников пять относятся к добыче твёрдых полезных ископаемых: ИТС 23-2017, ИТС 24-2017, ИТС 25-2017, ИТС 37-2017, ИТС 49-2017. Положения этих справочников применяются в сфере добычи и обогащения полезных ископаемых; добычи и обогащения отходов горного производства. Они распространяются на процессы, связанные с основными видами деятельности, которые могут оказать влияние на объёмы загрязнения окружающей среды: производственные процессы добычи и обогащения, методы предотвращения или сокращения загрязнения окружающей среды, хранение и транспортировку продукции, пустой породы и хвостов обогащения. НДТ, представленные в данных справочниках, как правило, имеют краткое и общее описание и зачастую не содержат технических показателей. В приложении Г для примера приведены перечень и характеристика НДТ в сфере добычи драгоценных металлов.

При осуществлении деятельности, связанной с обрабатывающей промышленностью, предприятиям МСК необходимо обращаться к соответствующим справочникам НДТ:

ИТС 3-2015 Производство меди;

ИТС 6-2015 Производство цемента;

ИТС 7-2015 Производство извести;

ИТС 11-2016 Производство алюминия;

ИТС 12-2016 Производство никеля и кобальта;

ИТС 13-2016 Производство свинца, цинка и кадмия;
ИТС 14-2016 Производство драгоценных металлов;
ИТС 24-2017 Производство редких и редкоземельных металлов;
ИТС 50-2017 Переработка природного и попутного газа и др.

Базовым горизонтальным справочником НДТ для горных предприятий является ИТС 16-2016 Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы», который применим к широкому спектру различных технологических процессов по производству разных видов продукции. В основном он основывается на качественных характеристиках технологий и не содержит количественных показателей, позволяющих сравнить удельные величины описанных процессов. При его разработке использовались отечественные и зарубежные нормативно-правовые акты и официальные методические материалы.

Разработчики ИТС 16-2016 сделали попытку применить все требуемые критерии отнесения технологий к НДТ по отношению к процессам добычи и обогащения полезных ископаемых. Логично, что с точки зрения минимизации воздействия на окружающую среду в качестве таких технологий названы технологические и(или) технические, организационные решения, которые предполагают следующее: минимизацию потерь полезных ископаемых в недрах посредством технологий комплексного освоения ресурсов недр с использованием попутно добываемых полезных ископаемых и ресурсов, глубокую переработку сырья; наличие современного высокоэффективного оборудования и технологий по очистке сточных вод и выбросов загрязняющих веществ; применение мер по снижению выделения и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух; наличие систем оборотного водоснабжения, бессточных систем; применение технологий производства буровзрывных работ, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду; использование технологических отходов; обустройство объектов размещения отходов, минимизирующее воздействие на окружающую среду; проведение горных работ с обязательными проектными решениями по рекультивации нарушенных земель. В справочнике описанные НДТ сгруппированы следующим образом: НДТ в области энергосбережения и ресурсосбережения; НДТ в области минимизации нега-

тивного воздействия на атмосферный воздух; НДТ в области минимизации негативного воздействия на водные ресурсы; НДТ в области минимизации воздействия отходов горнодобывающих производств; НДТ в области рекультивации земель, нарушенных в процессе ведения горнодобывающих работ; НДТ в области минимизации негативного воздействия на ландшафты, почвы и биологическое разнообразие.

Кроме этого, по мнению разработчиков ИТС 16-2016, к НДТ могут быть отнесены технологии организационно-управленческого характера (внедрение эффективных систем экологического менеджмента, проведение инженерно-экологических изысканий, выполнение оценки воздействия на окружающую среду), организация взаимодействия с местным сообществом, создание и поддержание особо охраняемых территорий в качестве компенсационных мероприятий, разработка графиков проведения взрывных работ с учётом специфики территории расположения предприятия, повышение квалификации персонала, выбор подрядчиков и взаимодействие с ними) и организационно-технического характера (применение современных экологичных материалов и оборудования для производства работ; оптимизация технологических процессов; автоматизация технологических процессов), а также технологии в области производственного контроля (производственный контроль, производственный экологический мониторинг). Многие из этих технологий уже применяются на горных предприятиях, снижая их социально-экологические риски, и большей частью являются малозатратными и в связи с этим высокоэффективными. Однако для того, чтобы они были отнесены к НДТ, необходим расчёт их экологической и экономической эффективности, который зачастую затруднителен в связи с их опосредованным влиянием на удельные показатели воздействия предприятия на окружающую среду.

В ИТС НДТ 17-2016 Размещение отходов производства и потребления, к сожалению, рассматриваются только технологии размещения отходов добычи и обогащения полезных ископаемых с целью реализации наименее предпочтительного способа управления отходами – хранения.

В ИТС НДТ 48-2017 Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности представлены энерго-сберегающие и энергоэффективные технологии, снижающие энергоемкость переделов добычи и переработки природных ископаемых, отнесенных в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 28.09.2015 № 1029 к самой неблагоприятной 1-й группе по уровню энергоемкости и степени влияния на окружающую среду.

Министерством природных ресурсов и экологии РФ определены 300 предприятий – крупнейших загрязнителей, для которых переход на НДТ осуществляется в пилотном порядке, с 2019 г. В перечне последних представлено довольно большое число предприятий минерально-сырьевого комплекса, выступающих производственными объектами по добыче сырой нефти и природного газа, шахт, горно-обогатительных комбинатов, угольных разрезов и рудников. До 2025 г. все предприятия минерально-сырьевого комплекса, к которым прежде всего относятся предприятия по добыче полезных ископаемых, первичной переработке минерального сырья и по производству геологоразведочных работ, наряду с другими предприятиями I категории, характеризующимися оказанием значительного негативного воздействия на окружающую среду, должны определиться с переходом на НДТ и получить комплексные экологические разрешения. В результате ожидается существенное снижение негативного воздействия на окружающую среду.

При всей важности использования справочников НДТ в сфере недропользования необходимо отметить следующую проблему. Многие из этих справочников содержат информацию по технологиям добычи и обогащения полезных ископаемых, которые на момент сбора информации применялись на крупных предприятиях минерально-сырьевого комплекса, соответственно фактические значения технических показателей выбросов/сбросов маркерных веществ данных предприятий не превышают предельные значения технических показателей НДТ, отсюда плата за НВОС равна нулю. Получается, что у крупных предприятий исчезают стимулы к совершенствованию используемых

экологических технологий, по крайней мере, до момента пересмотра (обновления) справочников НДТ. Небольшим и средним предприятиям минерально-сырьевого комплекса приходится все время стараться достичь величины технических показателей до уровня справочников НДТ.

С точки зрения обеспечения цикличности производства и потребления в сфере недропользования наиболее значимыми являются НДТ, обеспечивающие полное и комплексное освоение месторождений полезных ископаемых, а также снижение образования и размещения отходов. В соответствии с ГОСТ Р 57702-2017 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к малоотходным технологиям», данные НДТ должны способствовать созданию **безотходного горного производства**, под которым «понимается совокупность технологических процессов по извлечению полезных компонентов из природных ресурсов для удовлетворения материальных и духовных потребностей человеческого общества, в которых последовательно обеспечивается полное использование вещества (твердого, жидкого и газообразного) и энергии либо в рамках производственной деятельности человека, либо путем их включения в природный геобиохимический процесс».

Создание безотходного горного производства является очень сложным, длительным, дорогостоящим и потому практически нереальным процессом, поэтому правильнее говорить о более реальном малоотходном горном производстве, основанном на использовании малоотходных технологий. **Малоотходная технология** – это технология, позволяющая сократить до технически возможного в настоящее время минимума процессы образования твердых отходов, жидких сбросов, газообразных и тепловых выбросов при производстве какой-либо продукции.

В создании безотходной и малоотходной технологии (ГОСТ Р 57702-2017 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к малоотходным технологиям») определены «следующие четыре направления:

- разработка и внедрение различных бессточных технологических схем и водооборотных циклов на базе эффективных методов очистки (например, в гальваническом производстве);

- разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов, исключающих образование любых видов отходов;

- создание территориально-промышленных комплексов, т. е. экономических районов, в которых реализована замкнутая система материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса;

- широкое использование отходов в качестве вторичных материальных и энергетических ресурсов».

Для организации безотходного (малоотходного) горного производства «необходимо:

- внедрять разработанные технологии по полной утилизации отходов как при открытом, так и при подземном способах добычи полезных ископаемых;

- шире применять геотехнологические методы разработки месторождений полезных ископаемых, стремясь при этом к извлечению на земную поверхность только целевых компонентов;

- использовать безотходные методы обогащения и переработки природного сырья на месте его добычи;

- шире применять гидрометаллургические методы переработки руд».

Для оценки эффективности безотходного горного производства и безотходных технологий используются различные показатели. Например, в угольной промышленности введен *коэффициент безотходности производства* ($K_{бп}$), уравнивающий по значимости сокращение твердых ($K_{бт}$), жидких ($K_{бж}$) и газообразных ($K_{бг}$) отходов и рассчитываемый по следующей формуле:

$$K_{бп} = 0,33 (K_{бт} + K_{бж} + K_{бг}). \quad (3.1)$$

В ряде других материалоемких отраслей используется *коэффициент комплексности*, определяемый долей полезных веществ, извлекаемых из перерабатываемого сырья по отношению ко всему его количеству. Значение коэффициента,

равное 75–94 %, можно принять в качестве количественного критерия малоотходного, а значение в пределах 95–100 % позволяет говорить о безотходном производстве. При этом обязательно должна учитываться токсичность отходов.

В ГОСТ Р 57702-2017 определены ориентировочные критерии оценки прогрессивности технологических процессов по уровню технологических отходов: безотходной считается технология, обеспечивающая до 1,5 % отходов, малоотходной – от 1,5 до 10 %.

Важной проблемой, долгое время остававшейся без внимания и требующей принятия определенных технико-технологических решений, является наличие большого количества **отходов недропользования, накопленных в процессе добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых**. Однако процесс принятия этих решений является неоднозначным.

С одной стороны, представляются очевидными выгоды от переработки и использования накопленного техногенного минерального сырья, качество которого в ситуации истощения запасов полезных ископаемых и перехода на более низкий уровень кондиций становится сравнимым с качеством природного минерального сырья. Более того, по словам академика РАН Ю. Н. Малышева [26], содержание полезных компонентов в ТМО горно-обогатительного и металлургического производств (особенно в отвалах, хвосто-, шламо- и шлакохранилищах, сформированных в 1940-1950-х гг. в ситуации применения примитивных технологий добычи, обогащения и переработки минерального сырья) нередко превышает их содержание в добываемом, обогащаемом и перерабатываемом в настоящее время природном минеральном сырье.

Подход, связанный с вовлечением отходов недропользования в хозяйственную деятельность в качестве вторичных минеральных ресурсов, соответствует утвержденной распоряжением Правительства РФ в 2018 году «Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года». В ходе реализации Стратегии предусматривается решение многих задач: создание условий для освоения техногенных месторождений, извлечения ценных компонентов из вскрышных, вмещающих горных пород, а также попутных

промышленных вод; снижение негативного влияния освоения недр на окружающую среду. Технологии утилизации отходов (в т. ч. отходов недропользования) входят в Перечень критических технологий, обеспечивающих интересы государства в сфере национальной безопасности, экономического и социального развития (Указ Президента Российской Федерации «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» от 07.07.2011 г. № 899).

И зарубежный опыт, и отечественный опыт наглядно подтверждают возможность и целесообразность использования вторичных минеральных ресурсов [22, 45, 75]. К примеру, США, Япония и многие страны Европейского союза придерживаются политики создания крупных стратегических запасов минерального сырья, в частности состоящих из вторичных ресурсов. В таких странах, как Канада, Германия, США, Великобритания, Япония, Австралия и ЮАР в качестве резерва дополнительного получения цветных и благородных металлов активно применяют хвосты обогащения и забалансовые руды. Отходы обогащения в больших объемах используются для производства строительных материалов. В России в качестве вторичного минерального сырья в первую очередь рассматриваются: отходы добычи и сжигания углей – шахтные отвалы и золошлаковые отходы; отходы горно-обогатительных предприятий; металлургические шлаки; нефтесодержащие отходы и буровые шламы; попутный нефтяной газ; промывные и сточные воды предприятий [56]. В 1996-2001 гг. в период действия федеральной целевой программы «Переработка техногенных образований Свердловской области» на территории Свердловской области было переработано 11,6 млн тонн техногенных минеральных образований, в т. ч. 6353,6 тыс. тонн отходов добычи и обогащения [22].

Использование вторичного минерального сырья в конечном итоге обеспечивает, во-первых, значительную экономию материальных, природных, финансовых, энергетических и трудовых ресурсов за счет вовлечения в хозяйственный оборот низкосортного сырья, некондиционных руд, забалансовых за-

пасов, отходов, что исключает отвлечение крупных капитальных средств на проведение новых горных выработок или создание нового карьерного хозяйства, снижает затраты на формирование и поддержание спецотвалов, хвостового хозяйства, транспортно-разгрузочные работы, рекультивационные работы, а также снижает плату за право пользования природными ресурсами; во-вторых, гарантированное сохранение качества природной среды и решение экологических вопросов на основе резкого сокращения выбросов вредных веществ, массовых отходов производства за счет эффективного их использования как в оборотном технологическом цикле, так и в смежных отраслях народного хозяйства (в строительной индустрии, дорожном строительстве, отвалообразовании и планировке нарушенных земель, закладке выработанных пространств, мелиорации земель в сельском хозяйстве и т. д.) путем принятия рациональных проектных и планировочных решений, которые позволят найти пути устранения негативного воздействия на окружающую среду.

С другой стороны, реализация проектов по освоению техногенных минеральных образований является экономически рискованным мероприятием. Риски данных проектов объясняются противоречивостью и изменчивостью факторов, влияющих на эффективность добычи и переработки техногенных ресурсов. Среди них: содержание полезных компонентов в отходах и природном сырье, качество и количество техногенного сырья (с течением времени качественный и количественный состав лежалых отходов ухудшается), издержки подготовки и включения отходов в технологический процесс, затраты времени и финансовых средств на разработку технологии переработки отходов и проектирование специализированных машин и оборудования, текущие и прогнозные цены на товарную продукцию и др. Даже у крупных предприятий минерально-сырьевого комплекса не всегда имеются условия для проведения дорогостоящих НИОКР по разработке и апробированию технологий переработки когда-то образованных отходов и извлечению полезных компонентов из техногенного сырья, а также для организации и выполнения полного цикла работ, начиная с геолого-разведки и заканчивая постановкой содержащихся в отходах запасов на госу-

дарственный баланс [45]. С учетом всевозможных рисков получается, что эффективность инвестиционных проектов по освоению ТМО оказывается ниже, чем у проектов по разработке естественных, природных месторождений полезных ископаемых.

3.2. Применение организационно-управленческих механизмов обеспечения цикличности производства и потребления в сфере недропользования

Организационно-управленческие механизмы обеспечения цикличности потребления и производства относительно технико-технологических механизмов, рассмотренных ранее, выполняют в сфере недропользования второстепенную, но не менее значимую поддерживающую функцию. По мнению авторов монографии, среди них выделяются циркулярные бизнес-модели, схемы-иерархии управления цикличностью производства и потребления, а также логистические приемы управления отходами.

Следует отметить, что **циркулярные бизнес-модели**, предложенные в отчёте фонда Ellen MacArthur [68] и охарактеризованные в разделе 1.2, в условиях предприятий минерально-сырьевого комплекса применимы довольно ограниченно.

Так, *бизнес-модель, связанная с круговыми цепочками добавленной стоимости*, по своей сути ориентирована на замену минеральных ресурсов как источника сырья на возобновляемые ресурсы – их эффективные заменители, вовлечение которых в производство увеличит производственные (ресурсные) возможности экономики, а также позволит сэкономить дорогостоящие и дефицитные виды минеральных ресурсов, повысить качественные характеристики выпускаемой продукции. В частности, данная бизнес-модель должна приводить к уменьшению роли топливно-энергетических ресурсов, получаемых из недр, и соответственно сокращению спроса на добычу нефти, угля и природного газа. Данные источники энергии являются относительно недорогими, но их использование приводит не только к сокращению имеющихся на планете невозобновляемых природных ресурсов, но и значительному загрязнению атмосферного

воздуха, воды и почвы. Добыча топливно-энергетического сырья сопровождается выделением в атмосферу большого количества углекислого газа, что приводит к парниковому эффекту. Таким образом, применение круговых цепочек добавленной стоимости на предприятиях минерально-сырьевого комплекса возможно только относительно использования в процессе добычи и обработки полезных ископаемых вспомогательных материалов и энергии, полученных из возобновляемых ресурсов [29].

Бизнес-модель «увеличение жизненного цикла продукта» неприменима в сфере добычи полезных ископаемых, обеспечивающей получение не готового продукта, а минерального сырья, подлежащего дальнейшей переработке. В большей степени она может относиться к металлургическим предприятиям, использующим получаемый полезный компонент (металл), который после пребывания в виде готового изделия может быть выделен и подготовлен к применению.

Бизнес-модели «обмен и совместное использование» и «продукт как услуга» реализуются при совместной разработке месторождений полезных ископаемых, а также обмене или аренде специализированного оборудования, необходимого на определенных этапах добычных, обогатительных и геологоразведочных работ.

Учитывая большую отходность недропользования, наиболее приемлемой для предприятий данной сферы является *циркулярная бизнес-модель «восстановление ресурсов»*. Данная бизнес-модель связана с внедрением технологий «начала трубы», направленных на утилизацию отходов и использование вторичных ресурсов. В отличие от технологий «конца трубы», подразумевающих получение только экологического эффекта благодаря сокращению выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, данные технологии позволяют получить кроме экологического, еще и экономический эффект от производства и продажи основных (профильных) и дополнительных (побочных, непрофильных) видов продукции, а также благодаря отказу от добычи первичного минерального сырья, снижения платы за землю и недра.

Использование **схемы-иерархии методов управления цикличностью производства и потребления** в условиях недропользования также имеет свои

особенности. При применении данного организационно-управленческого механизма в данной сфере следует начать с реализации концепции $3R$, согласующейся с основными ресурсо- и экологически ориентированными задачами предприятий минерально-сырьевого комплекса. При расширении круга решаемых задач концепция $3R$ со временем может смениться концепцией $6R$. При этом управление цикличностью производства и потребления, связанное с отходами недропользования (вскрышными и вмещающими породами, хвостами и шламами обогатительных фабрик и металлургических заводов и др.) будет ограничиваться пятью R , за исключением не применимого к ним ремануфактуринга (remanufacture). В особых случаях, например, в рамках вертикально-интегрированной (горно-металлургической) компании, осуществляющей не только добычу полезных ископаемых, но и металлургическое производство, а также в рамках конгломерата, реализующего стратегию несвязанной диверсификации, предполагающей ведение непрофильной для горной сферы экономической деятельности, предприятие минерально-сырьевого комплекса может развить схему-иерархию управления цикличностью производства и потребления на базе $9R$ путём добавления способов организации умного потребления (см. рис. 1.3).

По мнению авторов, более эффективному внедрению и развитию циркулярных бизнес-моделей и схем-иерархий управления цикличностью производства и потребления на предприятиях минерально-сырьевого комплекса может способствовать **применение логистических приемов управления отходами** как специфичными материальными потоками [62, 73]. Взаимосвязь циркулярных бизнес-моделей, схемы-иерархии управления цикличностью производства и потребления на базе концепции $9R$ (скорректированной для условий сырьевых предприятий) и логистических приемов управления отходами в условиях минерально-сырьевого комплекса представлена в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Взаимосвязь циркулярных бизнес-моделей, схемы-иерархии управления цикличностью производства и потребления на базе концепции 9R и логистических приемов управления отходами в условиях минерально-сырьевого комплекса

Название циркулярной бизнес-модели [68]	Расшифровка элементов 9R / Название метода управления цикличностью производства и потребления [6]	Примеры логистических приемов управления отходами предприятий минерально-сырьевого комплекса [22, 56]
Circular suppliers / Круговые цепочки добавленной стоимости, или циркулярные поставки	Reduce / Сокращение объемов используемых ресурсов	Оптимизация норм расходования материальных, топливных и энергетических ресурсов. Использование экологичных материальных, топливных и энергетических ресурсов
Resources recovery / Восстановление ресурсов	Reuse / Повторное использование отходов	Использование вскрышных пород, хвостов и шламов обогатительной фабрики, технической воды при производстве закладочной смеси для заполнения выработанного пространства. Использование вскрышных пород для рекультивации выработанного пространства карьеров. Производство и использование попутной продукции (щебня, песчано-щебеночных смесей, теплоизоляционных материалов, камнерезной продукции и др.). Применение минерализованных стоков в процессе выщелачивания для переработки бедных руд и техногенных отходов горного, обогатительного и металлургического производств. Формирование искусственных водоемов на месте затопленных карьерных выемок, которые используются в рекреационных целях. Организация горных музеев, культурных памятников, экспозиций на месте закрытых горных цехов, шахт
	Recycle / Получение вторичного сырья	Использование вскрышных пород и хвостов обогащения для изготовления строительных материалов. Использование шламов и шлаков металлургического производства для изготовления закладочной смеси. Применение попутного нефтяного газа в качестве химического и энергетического сырья. Разработка техногенно-минеральных месторождений. Переработка осадков сточных вод и твердых веществ, уловленных из пылегазовых выбросов: из осадков сточных вод получение удобрений и почвенного кондиционера; из уловленных неорганических веществ (шлама) – искусственных легких веществ, используемых для производства стройматериалов, цветочных горшков; из уловленной пыли – таких полезных компонентов, как цинк, алюминий, медь, железо, пятиокись ванадия и др.

Название циркулярной бизнес-модели [68]	Расшифровка элементов 9R / Название метода управления цикличностью производства и потребления [6]	Примеры логистических приемов управления отходами предприятий минерально-сырьевого комплекса [22, 56]
	Recover / Восстановление	Очистка минерализованных стоков, шахтных и подземных вод с целью последующего использования в качестве технической воды, для полива с/х культур или для возврата в гидрографическую сеть (сброс очищенной воды в водоемы). Очистка газов от тепловых агрегатов и использование в качестве вторичного тепла. Освещение отработанных масел
	Redesign / Перепроектирование	Доизвлечение полезных компонентов из некондиционных и забалансовых полезных ископаемых при появлении новых технологий или изменении условий
	Remanufacture / Ремануфактуринг	Восстановление запасных частей и ремонт экскаваторов, бурового и горнотранспортного оборудования. Ремонт автомобильных шин. Ремонт транспортных лент
Product life extension / Увеличение жизненного цикла продукта	Refurbish / Восстановление и обновление старого, но исправного продукта, Repurpose / Перепрофилирование, использование вышедшего из строя продукта и его частей в новом продукте с другим назначением, Repair / Ремонт и обслуживание неисправного продукта для использования по оригинальному назначению, Rethink / Повышение интенсивности использования продукта	Управление бывшей в употреблении продукцией и отходами в результате ведения предприятием минерально-сырьевого комплекса непрофильной экономической деятельности, например, связанной с машиностроением: восстановление, перепрофилирование горных и геологоразведочных машин оборудования, повышение износостойкости деталей машин и оборудования. Управление отходами в рамках горно-металлургической компании в части металлургического производства: переработка лома черных и цветных металлов, повышение прочности и пластичности металла
Sharing platforms / Обмен и совместное использование	Rethink / Повышение интенсивности использования продукта	Совместная разработка месторождений полезных ископаемых. Обмен специализированным горными, геологоразведочными машинами и оборудованием
Product as a service / Продукт как услуга	Rethink / Повышение интенсивности использования продукта	Аренда специализированных горных, геологоразведочных машин и оборудования

В сфере управления отходами материальные потоки могут быть внутренними и являться частью замкнутых циклов производства и потребления, организуемых на базе предприятия-недропользователя, а также внешними, форми-

руемыми в рамках экопромышленных симбиозов (ecoindustrial symbiosis), которые помимо базового предприятия-недропользователя включают организации, осуществляющие потребление и переработку отходов, а также ремонт, обслуживание и аренду машин и оборудования. Возможные участники такого экопромышленного симбиоза представлены в табл. 3.2, а схема взаимосвязей между ними посредством материальных потоков – на рис. 3.1.

Таблица 3.2 – Участники экопромышленного симбиоза

Базовое горнодобывающее предприятие – производитель продукции и отходов		Предприятия – потребители продукции и переработчики отходов	
название структурного подразделения	виды продукции и отходов	название предприятия (или места хранения отходов)	виды продукции/услуги (их потребители) и отходов (места хранения, использования или переработки)
Рудоуправление	Руда (1)	Обогатительная фабрика базового горнодобывающего предприятия	Продукция: товарный концентрат (2), щебень различных фракций (25), отсев гранитный, каменный (28) (потребители указаны ниже). Отходы: хвосты (9), шламы (10) (хвосто- и шламохранилища), отсев скальных пород (11), минерализованные стоки (7), загрязненная вода (8) (переработчики указаны ниже)
	Камень бутовый (27)	Строительная организация	Услуга: строительство и ремонт зданий и сооружений (34) (заказчики по строительству и ремонту строений). Отходы: отходы бетона и железобетона (16) (предприятие по утилизации строительного лома)
	Скальные вскрышные (3) и вмещающие (4) породы	Асфальтобетонный завод	Продукция: асфальтобетон (30), песчано-щебеночные смеси (26) (предприятие по ремонту и строительству дорог). Отходы: загрязненная вода (8) (водоочистная станция), отходы асфальтобетонной смеси из пылегазоулавливающих устройств (12) (предприятие по производству сухих строительных смесей), битумосодержащие отходы (13) (предприятие по переработке битумных отходов)

Базовое горнодобывающее предприятие – производитель продукции и отходов		Предприятия – потребители продукции и переработчики отходов	
название структурного подразделения	виды продукции и отходов	название предприятия (или места хранения отходов)	виды продукции/услуги (их потребители) и отходов (места хранения, использования или переработки)
	Горная порода габбро (5)	Завод по производству теплоизоляционных материалов (ТИМ)	Продукция: теплоизоляционные материалы (22) (<i>строительная организация</i>) Отходы: загрязненная вода (8) (<i>очистка воды и повторное использование на заводе по производству ТИМ</i>), отходящие газы от тепловых агрегатов (14) (<i>газоочистка и получение вторичного тепла на заводе по производству ТИМ</i>)
	Загрязненная вода (8)	Водоочистная станция	Продукция: очищенная вода (31) (<i>федеральное агентство водных ресурсов, с/х организация, рудоуправление</i>). Отходы: осадок водоочистки (15) (<i>полигон ТКО</i>)
	Мягкие вскрышные (6) и вмещающие (4) породы	<i>Отвал вскрышных и вмещающих пород</i>	
	Изношенные детали машин и оборудования (19)	Ремонтно-машиностроительный завод	Продукция: новые детали машин и оборудования, запасные части, комплектующие. Услуга: ремонт изношенных деталей машин и оборудования (37) (<i>рудоуправление</i>)
	Изношенное электрооборудование, изношенные трансформаторы (20)	Предприятие по ремонту электрических машин и оборудования	Услуга: ремонт электрооборудования, трансформаторов (35) (<i>рудоуправление</i>)
Обогатительная фабрика	Товарный концентрат (минерал) (2)	Предприятие – переработчик товарного концентрата (минерала)	Продукция: продукты из минерала (<i>потребители продуктов из минерала</i>) Отходы: отходы переработки товарного концентрата (минерала) (<i>хвосто- и шламохранилища, переработчики отходов</i>)
	Щебень различных фракций (25), песчано-щебеночные смеси (26)	Предприятие по строительству и ремонту автодорог	Услуга: строительство и ремонт автодорог (33) (<i>управление дороги</i>). Отходы: отходы бетона и железобетона (16) (<i>предприятие по утилизации строительного лома</i>)

Базовое горнодобывающее предприятие – производитель продукции и отходов		Предприятия – потребители продукции и переработки отходов	
название структурного подразделения	виды продукции и отходов	название предприятия (или места хранения отходов)	виды продукции/услуги (их потребители) и отходов (места хранения, использования или переработки)
	Щебень различных фракций (25)	Строительная организация	Услуга: строительство и ремонт зданий и сооружений (34) (заказчики по строительству и ремонту строений). Отходы: отходы бетона и железобетона (16) (предприятие по утилизации строительного лома)
	Отсев гранитный, каменный (28)	Предприятие по производству кровельных материалов	Продукция: кровельные материалы (29) (строительная организация). Отходы: битумосодержащие кровельные отходы (17) (предприятие по переработке кровельных отходов)
	Посыпка антигололедная (24)	Предприятие по обслуживанию автодорог	Услуга: обслуживание автодорог (32) (управление дороги)
	Хвосты (9), шламы (10)	Предприятие по производству сухих строительных смесей	Продукция: сухие строительные смеси (23) (строительная организация) Отходы: отсев песка (18) (поставщик песка)
		Хвосто- и шламохранилища	
	Отсев скальных пород (11), щебень различных фракций (25)	Асфальтобетонный завод	Продукция: асфальтобетон (30), песчано-щебеночные смеси (26) (предприятие по строительству и ремонту дорог). Отходы: загрязненная вода (8) (водоочистная станция), отходы асфальтобетонной смеси из пылегазоулавливающих устройств (12) (предприятие по производству сухих строительных смесей), битумосодержащие отходы (13) (предприятие по переработке битумных отходов)
	Минерализованные стоки (7), загрязненная вода (8)	Водоочистная станция	Продукция: очищенная вода (31) (федеральное агентство водных ресурсов, с/х организация, рудоуправление). Отходы: осадок водоочистки (15) (полигон ТКО)
	Изношенные транспортерные ленты (21)	Предприятие по ремонту транспортерных лент	Услуга: ремонт транспортерных лент (36) (обогажительная фабрика)

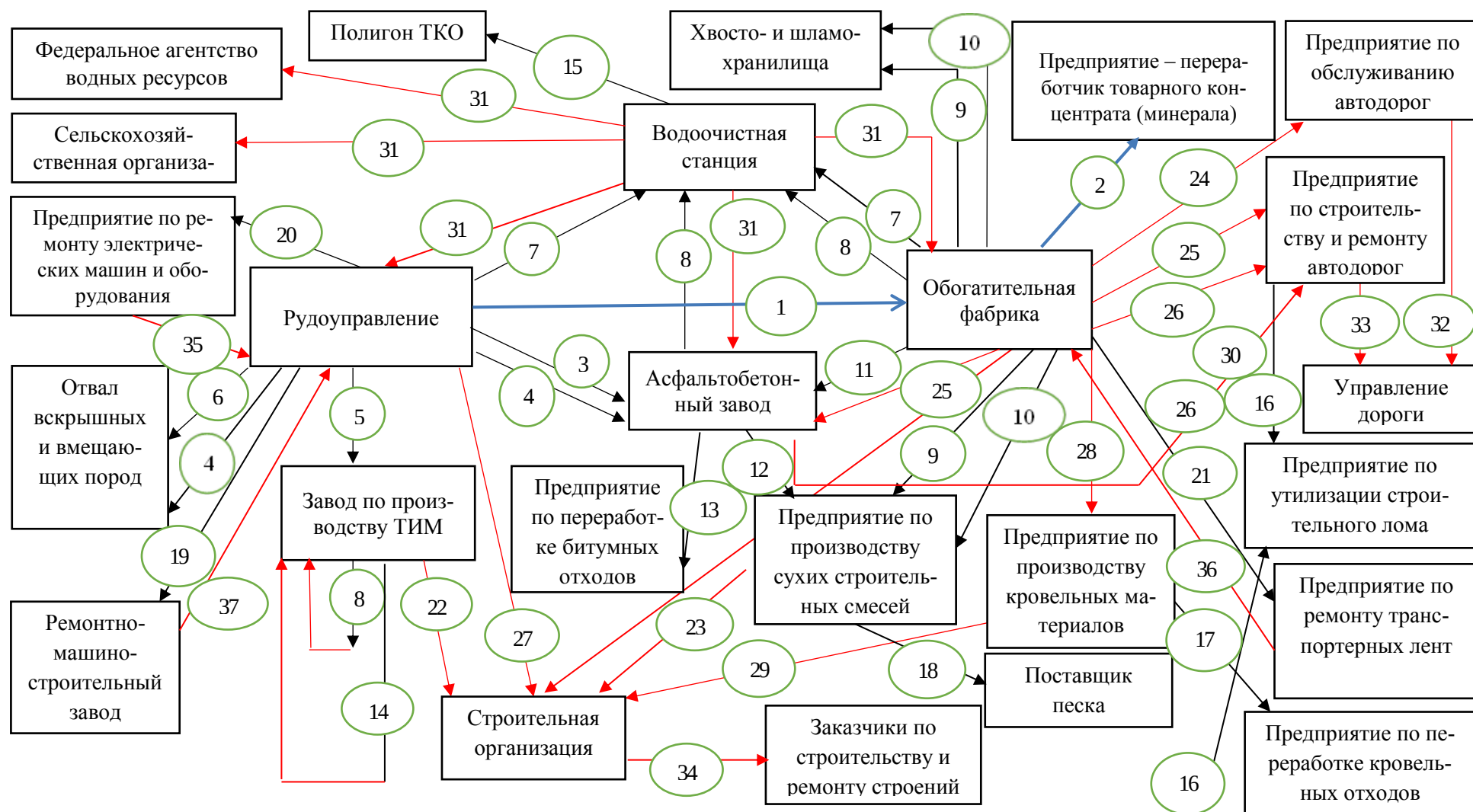


Рис. 3.1. Взаимосвязь участников экопромышленного симбиоза посредством материальных потоков

Рассмотренные организационно-управленческие механизмы обеспечения цикличности производства и потребления вполне согласуются друг с другом и поэтому могут совместно применяться в условиях предприятий минерально-сырьевого комплекса. Результативность использования данных механизмов может быть рассчитана с помощью индекса развития циркулярной экономики, методика расчёта которого представлена в разделе 1.2.

Совместное и согласованное развитие циркулярных бизнес-моделей, схем-иерархий управления цикличностью производства и потребления, а также логистических приемов управления отходами должно способствовать реализации концепции циркулярной экономики на предприятиях минерально-сырьевого комплекса, а также их движению к экологически устойчивому развитию и обеспечению конкурентоспособности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило изучить теоретические основы формирования циркулярной модели экономики. Было выяснено, что циркулярная экономика по своей сути соответствует современным теориям экономического развития. Её принципы базируются на законах развития экономики, общества и природы. В основе циркулярной экономики лежат рациональные модели производства и потребления, обеспечивающие минимальное воздействие на окружающую среду, экономное использование материальных ресурсов и, таким образом, высокий уровень качества жизни населения.

В качестве объекта исследования в работе выступила сфера недропользования, характеризующаяся наличием незамкнутых циклов производства и потребления и, соответственно, значительной отходностью. Авторами были разработаны методологические подходы к реализации концепции циркулярной экономики в условиях недропользования, учитывающие факторы и условия формирования циркулярной экономики в данной сфере, её базовые принципы, а также механизмы и показатели обеспечения цикличности производства и потребления при освоении недр.

Для организации циркулярных моделей на предприятиях минерально-сырьевого комплекса авторами было рекомендовано применять технико-технологические и организационно-управленческие механизмы обеспечения цикличности производства и потребления, которые представлены в нормативно-правовых и справочных документах, а также апробированы в зарубежной и/или отечественной практике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 70 экотехнопарков планируется запустить в России к 2030 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://regnum.ru/news/economy/2736248.html> (дата обращения: 06.03.2020).
2. Баркатунов В. Ф., Дрёмова Л. А. Специальные инвестиционные контракты в механизме модернизации российской экономики // Политика, экономика и инновации. 2016. №2(4). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/spetsialnye-investitsionnye-kontrakty-v-mehanizme-modernizatsii-rossiyskoj-ekonomiki> (дата обращения: 06.03.2020).
3. Батова Н., Сачек П., Точицкая И. На пути к зеленому росту: окно возможностей циркулярной экономики. BEROC Green Economy Policy Paper Series. 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.beroc.by/webroot/delivery/files/PP_GE_1.pdf (дата обращения 01.03.2019).
4. Бегак М. В. Законодательство по НДТ. 219-ФЗ и технологическое нормирование в сфере окружающей среды. Особенности технологического нормирования в сфере охраны окружающей среды для предприятий I категории. Комплексные экологические разрешения // Материалы Вебинара от 26 мая 2016 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.burondt.ru/informacziya/obuchenie/vebinaryi.html> (дата обращения: 17.08.2016).
5. Булыгин С. С. Концепция промышленной революции: от появления до наших дней // Вестник Томского государственного университета. 2017. № 420. С. 91–95. DOI: 10.17223/15617793/420/12.
6. Валько Д. В. Циркулярная экономика: понятийный аппарат и диффузия концепции в отечественных исследованиях // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2019. № 2. С. 42-49. DOI: 10.17586/2310-1172-2019-12-2-42-49
7. Воротников А. М., Баженов И. Н., Лыжин Д. Н. Экотехнопарки: перспективы развития, приоритетные области и особенности финансирования // Проблемы национальной стратегии. 2019. №4(55). С. 144-155.
8. Вусов А. В. Обзор методов стоимостной оценки экологического вреда в России и мире // Экономика и современный менеджмент: теория и практика: сб. ст. по матер. IV междунар. науч.-практ. конф. № 4. Новосибирск: СибАК, 2011. <https://sibac.info/conf/econom/iv/55657>.
9. Геологический отчет о результатах работ по теме: Систематизация материалов по техногенным месторождениям (образованиям) – отходам горнодобывающего, обогащательного, металлургического, химического и энергетического производств с целью пополнения их банка данных, совершенствования системы паспортизации и автоматизированного учета» за 1997-2001 гг.
10. Герасименко Д., Николаева И. Циркулярная экономика в России в контексте Целей устойчивого развития ООН и Года экологии. 9 June 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ictsd.org/bridges-news/%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8B/news/%D1%86%D0%B8%D1%80%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D0%B2-%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8-%D0%B2%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D0%B5-%D1%86%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9-%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B9%D1%87%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%8F-%D0%BE%D0%BE%D0%BD-%D0%B8>
11. Глибко О. Я. Проблемы становления современной теории экологического ущерба // Теоретическая и прикладная экология. 2011. № 3. С. 10-15.
12. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2016 и 2017 годах». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoj_federatsii/2017_doklad_o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoj_federatsii/ (дата обращения: 16.03.2019).

13. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2019 году» (проект). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mprso.midural.ru/article/show/id/1126> (дата обращения: 07.11.2020).
14. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году» // Материалы сайта Минприроды России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (дата обращения: 09.03.2020).
15. Гурьева М. А. Теоретические основы концепта циркулярной экономики // Экономические отношения. 2019. Т. 9, № 3. С. 2311-2335.
16. Дорохина Е. Ю., Харченко С. Г. Экономика замкнутых циклов: проблемы и пути развития // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21, № 3. С. 50-55.
17. Игнатьева М. Н. Оценка и пути достижения экологической чистоты металлургического производства: учебник / под общ. ред. Ю. Г. Ярошенко. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 391 с.
18. Игнатьева М. Н., Литвинова А. А., Логинов В. Г. Методический инструментарий экономической оценки последствий воздействия горнопромышленных комплексов на окружающую среду. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2010. 168 с.
19. Игнатьева М. Н., Литвинова А. А., Игнатьев В. А. Классификация методик оценки экономического ущерба, обусловленного отрицательным воздействием антропогенной деятельности на окружающую среду // Известия вузов. Горный журнал. 2009. № 6. С. 13-19.
20. Кадыров О. Р. Переход к технологическому нормированию. Выгоды и риски для крупных промышленных предприятий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ecoline.ru/bulletin-6-2-k/> (дата обращения: 17.08.2016).
21. Калабина Е. Г. Новая индустриализация, технологические изменения и сфера труда промышленных компаний // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». 2017. № 1(57). С. 72-81.
22. Комплексное устойчивое управление отходами. Горнодобывающая промышленность: учебное пособие / В. И. Петухов и др.; под ред. В. И. Петухова. М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. 638 с.
23. Кондратьев В. Решоринг как форма реиндустриализации // Мировая экономика и международные отношения. 2017. Т. 61, № 9. С. 54-65.
24. Косолапов О. В. Обеспечение эколого-экономической устойчивости при недропользовании: монография. Абакан: Хакас. гос. ун-т им. Н. Ф. Катанова, 2016. 277 с.
25. Макаров А. Б. О классификации техногенно-минеральных месторождений // Известия Уральской государственной горно-геологической академии. Вып. 18. Серия: Геология и геофизика. 2003. С. 158-163.
26. Малышев Ю. Н. Развитие горнопромышленного комплекса в условиях обострения конкуренции на мировых рынках минеральных ресурсов / НП «Горнопромышленники России», 2013 // Горнопромышленный портал России. Режим доступа: <http://www.miningexpo.ru/news/24051?showmonth=11> (дата обращения: 12.10.2019).
27. Мезенцева О. В., Волосатова М. А. Внедрение НДТ в странах Европейского и Таможенного союзов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.burondt.ru/NDT/PublishingFileDownload.php?UrlId=11 (дата обращения: 17.08.2016).
28. Минпромторгом России предложен проект закона, регулирующего деятельность экотехнопарков. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/53028.html/> (дата обращения: 06.03.2020).
29. Мочалова Л. А. Разработка циркулярных бизнес-моделей для предприятий минерально-сырьевого комплекса // Стратегии и инструменты экологически устойчивого развития экономики: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики / под ред. И. М. Потравного, П. И. Сафонова, О. А. Чередниченко, Н. А. Довготько. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2019. С. 273-277.

30. Мочалова Л. А. Экологические аспекты модернизации экономики России // Известия УГГУ. 2016. № 3. С. 105-108.
31. Мочалова Л. А. Экологический менеджмент как инструмент обеспечения устойчивого развития промышленного предприятия: научная монография. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. 456 с.
32. Мочалова Л. А., Игнатьева М. Н., Стровский В. Е. Экологическая модернизация технологий горнопромышленного комплекса: научная монография. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. 177 с.
33. Навстречу циклической экономике. Экономическое обоснование для бизнеса в целях ускоренного перехода к устойчивому развитию. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Exec-Summary-CE_Russian_TCE_Vol1.pdf (дата обращения: 15.07.2019).
34. Новоселов А. Л. Экономическая оценка прошлого ущерба с учетом неопределенности исходных данных // Вестник университета. 2012. № 10.
35. Обзорный доклад о модернизации в мире и Китае (2001–2010) / пер. с англ.; под общей ред. Н. И. Лапина. М.: Изд-во «Весь Мир», 2011. 256 с.
36. Олейник К. А. Экологические риски хозяйственной (предпринимательской) деятельности: сущность, основные виды // Управление риском. 2000. № 3. С. 42-44.
37. Ощепкова А. З. Технологическое нормирование: как определить наилучшие доступные технологии // Экология производства. 2014. № 1 (январь). С. 46-52.
38. Панфилов Е. И. Оценка воздействия на недра и возможные последствия при разработке месторождений полезных ископаемых // Горная промышленность. 2008. № 2. С. 26-32.
39. Паспорт национального проекта «Экология»; утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24.12.2018 г. № 16). [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy_proekt_ekologiya/ (дата обращения: 06.03.2020).
40. Пахомов В. П., Игнатьева М. Н., Литвинова А. А. Методические положения оценки ущерба от техногенных катастроф горнопромышленного характера: научный доклад. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2006. 60 с.
41. Пахомова Н. В. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития / Н. В. Пахомова, К. К. Рихтер, М. А. Ветрова // Вестник СПбГУ. Экономика. 2017. Т. 33. Вып. 2. С. 244-268. DOI:10.21638/11701/spbu05.2017.203.
42. Пахомова Н. В., Рихтер К. К. Экономика природопользования и экологический менеджмент. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 1999. 488 с.
43. Пинаев В. Е., Чернышев Д. А. Ликвидация накопленного экологического ущерба - организационные и правовые аспекты: монография. М.: Мир науки, 2017. Режим доступа: <http://izd-mn.com/PDF/07MNNPM17.pdf>.
44. Промышленная революция. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D0%B8%D1%8F
45. Рациональное использование вторичных минеральных ресурсов в условиях экологизации и внедрения наилучших доступных технологий: монография / коллектив авторов; под науч. ред. д. э. н., проф. Ф. Д. Ларичкина, д. э. н., проф. В. А. Кныша. Апатиты: Изд-во ФИЦ КНЦ РАН, 2019. 252 с.
46. Регулирование влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду // Экология производства. 2012. № 5 (май). С. 36-43.
47. Российский статистический ежегодник. 2019: стат. сб. / Росстат. М., 2019. 708 с.
48. Рюмина Е. В. Оценка экономического ущерба от экологических нарушений при разработке планов и программ // Проведение оценки воздействия на окружающую среду в

государствах-участниках СНГ и странах Восточной Европы: сб. ст. М. Государственный реестр экологических программ, 2004. С. 33-40.

49. Рюмина Е. В. Ущерб от экологических нарушений: больше вопросов, чем ответов // Экономика природопользования. 2004. № 4.

50. Славиковская Ю. О., Рудакова Л. В., Рудаков Р. Б. Оценка последствий техногенного воздействия предприятий горнопромышленного комплекса на окружающую среду // Журнал экономической теории. 2016. № 4. С. 124-135.

51. Смирнова Т. С. Понятийный аппарат экотехнопарков и условия создания сети экотехнопарков в России // Международная конференция «Экологические аспекты промышленного развития». г. Санкт-Петербург, 6-7 июня 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901711591> (дата обращения: 09.04.2020).

52. Соколова Н. Р., Кондратьев А. В. Виды государственной поддержки инвестиционной деятельности в природоохранной сфере // Экология производства. 2019. № 8. С. 26-31.

53. Сочеева В. Е. Циркулярная модель экономики как новый подход к проблеме устойчивого развития // Экономика и бизнес: теория и практика. 2017. № 7. С. 122-124.

54. Счетная палата раскритиковала Минприроды за реализацию нацпроекта «Экология». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/690924> (дата обращения: 06.03.2020).

55. Умнов А. Е. Охрана природы и недр в горной промышленности. М.: 1987. 125 с.

56. Утилизация отходов – проблемы, пути решения: аналитический обзор. ФГБНУ «Научно-исследовательский институт – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы». М., 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.extech.ru/files/anr_2015/anr_5.pdf (дата обращения: 15.07.2020).

57. Филин С. А. Концепция технико-научно-технологических циклов // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 45. С. 29-45.

58. Четвёртая промышленная революция: интернет вещей, циркулярная экономика и блокчейн. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.furfur.me/furfur/changes/changes/216447-4-aya-promyshlennaya-revoljutsiya> (дата обращения: 15.07.2020).

59. Шесть технологических укладов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://general-skokov.livejournal.com/24586.html> (дата обращения: 15.07.2020).

60. Шимова О. С. Бизнес-модели циркулярной экономики как инструменты реализации «зеленого» развития // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании: материалы XI Международной научно-практической конференции, посвященной 112-летию РЭУ им. Г. В. Плеханова / под редакцией В. И. Ресина. М.: Изд-во Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова, 2019. С. 298-303.

61. Экономика природопользования: учебник для вузов / под ред. М. А. Ревазова. М.: Недра, 1994. 351 с.

62. Юков В. А. Минерально-сырьевые потоки некоторых месторождений цветных металлов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. № 10. С. 145-154.

63. Brais Suarez-Eiroaa et al. (2019). 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. p. 952-961. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271> (дата обращения: 06.02.2020).

64. Chris Dedicoat. Circular economy: what it means, how to getthere. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-importance-of-a-circular-economy> (дата обращения: 15.07.2020).

65. Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth / Accenture. 2014. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.accenture.com/t20150523T053139__w__/us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-

Assets/Dot-Com/Documents/Global/PDF/Strategy_6/Accenture-Circular-Advantage-Innovative-Business-Models-Technologies-Value-Growth.pdf (дата обращения: 20.02.2019).

66. D'Amato D. et al. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues // *Journal of Cleaner Production*. № 1. p. 716-734. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053> (дата обращения: 06.02.2020).

67. Efigênia Rossi, Ana Carolina Bertassini, Camila dos Santos Ferreira, Weber Antonio Neves do Amaral, Aldo Roberto Ometto. Circular economy indicators for organizations considering sustainability and business models: Plastic, textile and electro-electronic cases // *Journal of Cleaner Production*. Volume 247, 20 February 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119137> (date of issue: 06.02.2020).

68. Ellen MacArthur Foundation: Towards a Circular Economy: Business Rationale For An Accelerated Transition. 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf (дата обращения: 15.07.2020).

69. GunjanYadav, SunilLuthra, Suresh KumarJakhar, Sachin Kumar Mangla Dhiraj P.Rai. A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case // *Journal of Cleaner Production*. Volume 254, 1 May 2020, 120112. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120112> (дата обращения: 15.07.2020).

70. Heidi Simone Kristensen, Mette Alberg Mosgaard. A review of micro level indicators for a circular economy – moving away from the three dimensions of sustainability? // *Journal of Cleaner Production*. Volume 243, 10 January 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118531> (дата обращения: 06.02.2020).

71. Houshyar A., Hoshyar A., Sulaiman R. Review Paper on Sustainability in Manufacturing System // *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*. 2014. vol. 4(4). pp. 7-11. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.textroad.com/pdf/JAEBS/J.%20Appl.%20Environ.%20Biol.%20Sci.,%204\(4\)7-11,%202014.pdf](https://www.textroad.com/pdf/JAEBS/J.%20Appl.%20Environ.%20Biol.%20Sci.,%204(4)7-11,%202014.pdf) (дата обращения: 15.07.2020).

72. Jose Potting, Marko Hekkert, Ernst Worrell. Circular economy: measuring innovation in the product chain. Policy Report. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. January 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/319314335_Circular_Economy_Measuring_innovation_in_the_product_chain (дата обращения: 15.07.2020).

73. Mochalova, L., Sokolova, O., Yurak, V. Logistics system of waste management at the mining enterprises (2019) *Journal of Environmental Management and Tourism*, 10 (1), pp. 202-209. DOI: 10.14505/jemt.v10.1(33).20.

74. Morteza Ghobakhloo. Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability // *Journal of Cleaner Production*. Volume 252, 10. April 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869> (дата обращения: 15.07.2020).

75. Päivi H.-M. Kinnunen, Anna H. Kaksonen. Towards circular economy in mining: Opportunities and bottlenecks for tailings valorization // *Journal of Cleaner Production*, Volume 228, 10 August 2019, Pages 153-160. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.171> (дата обращения: 06.02.2020).

76. Reduce Reuse, and Recycle Concept (the 3Rs”) and Life-cycle Economy / Governing Council of the United Nations Environment Programme. 2005. UNEP/GC.23/INF/11. [Электронный ресурс]. Режим доступа: wedocs.unep.org/rest/bitstreams/45276/retrieve (дата обращения 12.04.2019).

77. Sânia da Costa Fernandes, Daniela C.A. Pigosso, Tim C. McAloone, Henrique Rozenfeld/ Towards product-service system oriented to circular economy: A systematic review of value proposition design approaches // *Journal of Cleaner Production*, Volume 257, 1 June 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120507> (дата обращения: 06.02.2020).

78. Towards the circular economy. Accelerating the scale-up across global supply chains. Ellen MacArthur Foundation. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Towards-the-circular-economy-volume-3.pdf> (дата обращения: 15.07.2020).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АО – акционерное общество
ВВП – валовой внутренний продукт
ГО – городской округ
ГОСТ Р – Госстандарт России (Государственный стандарт)
ГРОРО – Государственный реестр объектов размещения отходов
ГЧП – государственно-частное партнёрство
ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство
ЗАО – закрытое акционерное общество
ИТС – информационно-технический справочник
КБ – коммерческий банк
МСК – минерально-сырьевой комплекс
МСП – малое и среднее предпринимательство
НВОС – негативное воздействие на окружающую среду
НДТ – наилучшая доступная технология
НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
ОАО – открытое акционерное общество
ОКВЭД – Общероссийский классификатор видов экономической деятельности
ООН – Организация Объединенных Наций
ООО – общество с ограниченной ответственностью
ПАО – публичное акционерное общество
ПП – Постановление Правительства
РАН – Российская академия наук
РФ – Российская Федерация
СРП – соглашение о разделе продукции
СЭЭС – социально-эколого-экономическая система
ТИМ – теплоизоляционные материалы
ТКО – твёрдые коммунальные отходы
ТММ – техногенное минеральное месторождение
ТМО – техногенное минеральное образование
ФККО – Федеральный классификационный каталог отходов
ЭПС – экопромышленный симбиоз
ЭЧП – экологически чистое производство

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Воздействие вида экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» на окружающую среду Свердловской области в 2019 году [13]

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Качество атмосферного воздуха на территории Свердловской области определяется выбросами загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников (автотранспорта). Несколько горнодобывающих предприятий входят в Перечень предприятий, стационарные источники которых вносят основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха на территории Свердловской области (табл. А.1).

Таблица А.1

Перечень горнодобывающих предприятий – основных источников загрязнения атмосферного воздуха на территории Свердловской области в 2019 году

Предприятие	Выброс загрязняющих веществ, тыс. т/год
1. АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат»	80,8
2. ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат»	37,9
3. ОАО «Святогор»	24,0
4. АО «Уралэлектромедь»	26,6
5. ОАО «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат»	5,4
Всего	174,7

В 2019 г. по сравнению с 2018 г. увеличили выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух:

ОАО «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат» (Асбестовский ГО) – на 1,5 тыс. т (на 38,5 %) за счет увеличения часов работы ряда источников выбросов, расхода топлива на котельные, количества перегружаемого через бункер материала.

В 2019 г. по сравнению с 2018 г. сократили выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух:

АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат» (Качканарский ГО) – на 4,8 тыс. т (на 5,6 %) в связи с проведением природоохранных мероприятий;

ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат» (г. Нижний Тагил) – на 4,7 тыс. т (на 11,1 %) за счет выполнения природоохранных мероприятий и консервации Меднорудянского карьера;

ОАО «Святогор» (ГО Красноуральск) – на 0,5 тыс. т (на 2,2 %) в связи с проведением ремонта оборудования;

ЗАО «Золото Северного Урала» (ГО Краснотурьинск) – на 0,3 тыс. т (на 33,3 %) в связи с окончанием работ по добыче руды на Южно-Воронцовском карьере;

ОАО «Севуралбокситруда» (Североуральский ГО) - на 0,19 тыс. т (на 34,5 %) в связи с прекращением деятельности шахты «Красная Шапочка» и снижением объемов добычи и переработки на Петропавловском известняковом карьере;

АО «Сафьяновская медь» - на 0,09 тыс. т (на 25 %) в связи с сокращением объемов производства.

Примеры мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, которые осуществлены горнодобывающими предприятиями Свердловской области, приведены в табл. А.2.

Таблица А.2

Природоохранные мероприятия, направленные на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, которые осуществлены горнодобывающими предприятиями в 2019 году

Наименование мероприятия	Затраты, млн руб.	Снижение выбросов в атмосферу, тыс. т
АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат»: ремонт пылеулавливающих установок и дымососов цеха агломерации и цеха окатышей	56,943	0,143
ОАО «Высокогорский обогатительный комбинат»: поддержание в технически исправном состоянии аспирационных установок обогатительного и агломерационного цехов, дробильно-обогатительного участка шахты «Южная», реконструкция участка дробления №2 обогатительного цеха	11,318	0,055

Отходы производства и потребления.

В 2019 г. 4625 хозяйствующими субъектами Свердловской области было образовано 139,3 млн т отходов производства и потребления, из которых 117,8 млн т – 82 хозяйствующими субъектами по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых».

Обращение с отходами производства и потребления по всем видам экономической деятельности и по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» в 2019 г. представлено в табл. В.3. Основной объем образования, утилизации и накопления отходов сосредоточен у хозяйствующих субъектов, занимающихся добычей полезных ископаемых (84,55 % – образование отходов, 82,44 % – утилизация отходов и 90,6 % – наличие отходов на конец 2019 г.).

Таблица А.3

Обращение с отходами производства и потребления по всем видам экономической деятельности и по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» в 2019 году

Наименование вида экономической деятельности	Образовано отходов, тыс. т	Утилизировано, обезврежено отходов, тыс. т	Наличие отходов на конец года, тыс. т	Удельный вес образования в общем объеме образования, %	Количество хозяйствующих субъектов, предоставивших отчет
Все виды экономической деятельности	139 329,2	52323,9	9 241 626,1	100	4625
Добыча полезных ископаемых, из них:	117 805,1	43 137,1	8 374 680,4	84,55	82
добыча и обогащение железных руд	57 909,1	14 370,4	2 477 061,8	41,56	5
добыча руд цветных металлов	34 157,9	13 710,4	458 747,9	24,52	19
добыча прочих полезных ископаемых	25 738,2	15 056,3	5 648 870,7	18,47	58

Основной объем отходов, образованных, утилизированных и накопленных на территории области, приходится на отходы добычи полезных ископаемых (вскрышные и вмещающие породы и отходы обогащения) (табл. А.4).

Таблица А.4

Удельный вес отходов добычи полезных ископаемых в общем объеме образования, утилизации, обезвреживания и накопления отходов за 2015–2019 годы

Номер строки	Год	Образовано		Утилизировано, обезврежено		Наличие отходов на конец года*	
		количество, тыс. т	%	количество, тыс. т	%	количество, тыс. т	%
1.	Отходы производства и потребления, всего						
1.1.	2015	179 463	100	83 730	100	9 065 111	100
1.2.	2016	176 959	100	79 369	100	9 125 178	100
1.3.	2017	166 910	100	69 653	100	9 125 757	100
1.4.	2018	154 920	100	62 203	100	9 164 664	100
1.5.	2019	139 329	100	52 324	100	9 241 626	100
2.	Отходы добычи полезных ископаемых						
2.1.	2015	155 120	86,4	65 484	78,2	8 416 651	92,8
2.2.	2016	156 733	88,6	66 254	83,5	8 461 038	92,7
2.3.	2017	147 536	88,4	59 299	85,1	8 462 554	92,7
2.4.	2018	135 949	87,8	53 022	85,2	8 508 178	92,8
2.5.	2019	120 256	86,3	43 423	83	8 581 067	92,9

*Наличие отходов на конец года не включает количество отходов, накопленных на бесхозных объектах, и на объектах, эксплуатирующие организации которых не представили в установленные сроки Технический отчет.

В 2019 г. удельный вес отходов добычи полезных ископаемых в образовании, утилизации и наличии на конец года составил соответственно 86,3, 83 и 92,9 % от всех образованных, утилизированных и накопленных отходов производства и потребления по области в целом.

Объем образования отходов данной группы по сравнению с 2018 г. уменьшился на 15,7 млн т (11,5 %) и составил 120,3 млн т. Уменьшение объемов образования отходов произошло по следующим основным причинам:

ОАО «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат» уменьшило объемы образования на 5,7 млн т (20,5 %);

АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат» уменьшило образование отходов на 2,9 млн т (на 5,1 %) в основном за счет уменьшения образования скальных вскрышных пород кремнистых практически неопасных (на 2,5 млн т);

АО «Золото Северного Урала» уменьшило объемы образования вскрышных (скальных и глинистых) пород на 1,8 млн т (43 %) в связи с уменьшением объемов вскрышных и добычных работ на карьере «Воронцовский»;

ОАО «Святогор» в ходе выполнения планового этапа горных работ на Волковском руднике и Ново-Шемурском месторождении Северного медно-цинкового рудника уменьшило образование отходов на 2,1 млн т (13,4 %);

ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат» на шахте «Южная» уменьшило образование отходов на 0,9 млн т (37,2 %).

Наряду с этим ООО «Артель старателей «Фарта» увеличило на 0,51 млн т (15,4 %) образование отходов промывки песков золотосодержащих в связи с увеличением объемов добычи на территории Березовского городского округа.

Объем утилизации отходов добычи полезных ископаемых по сравнению с 2018 г. уменьшился на 9,6 млн т (на 18,1 %) и составил 43,4 млн т (36,1 % от объемов образования

данной группы отходов), основными причинами является уменьшение объемов утилизации следующими предприятиями:

ОАО «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат» уменьшило объемы использования отходов добычи асбестовой руды на 5,7 млн т (20,5 %), всего в 2019 г. было утилизировано 55,8 % от суммарного объема образования отходов в целом по предприятию (в 2018 г. – 68,9 %);

ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат» на шахте «Южная» уменьшило объемы использования отходов на 0,9 млн т (37,2 %).

Артель старателей «Нейва» (Невьянский ГО) уменьшила объемы использования отходов на 0,9 млн т (на 51,5 %).

ОАО «Святогор» в целом увеличило объем утилизации отходов на 0,72 млн т (на 87,4 %), в основном за счет увеличения объемов утилизации отходов, образованных на Волковском руднике и Ново-Шемурском месторождении Северного медно-цинкового рудника при производстве щебня и бутового камня, для отсыпки технологической автодороги при строительстве трубопровода подачи сточных вод Шемурского месторождения на очистные сооружения Шемурского и Ново-Шемурского месторождений.

Перечень хозяйствующих субъектов с максимальным объемом образования отходов по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» в 2019 г. представлен в табл. А.5.

Таблица А.5

Перечень хозяйствующих субъектов с максимальным объемом образования отходов по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» в 2019 году

Номер строки	Вид экономической деятельности, наименование хозяйствующего субъекта, наименование муниципального образования	Объем образования отходов, тыс. т	% от объема образования отходов по виду экономической деятельности
	Добыча полезных ископаемых, из них:		
1.	1) добыча и обогащение железных руд		
1.1.	АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат», Качканарский ГО	54 812,5	94,7
1.2.	ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат», город Нижний Тагил, Кушвинский ГО	3095,9	5,3
2.	2) добыча руд цветных металлов		
2.1.	ОАО «Святогор», Североуральский ГО, Кушвинский ГО, Ивдельский ГО	18 512,5	54,2
2.2.	ООО Артель старателей «Фарта», Березовский ГО	3156,7	9,2
3.	3) добыча прочих полезных ископаемых		
3.1	ОАО «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат», Асбестовский ГО	22 322,9	86,7

Сравнительные данные по объемам образования, утилизации и размещения отходов по основным хозяйствующим субъектам – источникам образования, утилизации и размещения отходов, относящихся к виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых», за 2018 и 2019 гг. представлены в табл. А.6.

Таблица А.6

Хозяйствующие субъекты – основные источники образования, утилизации и размещения отходов, относящихся к виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых», за 2018–2019 годы, тыс. т

Номер строки	Наименование хозяйствующего субъекта	2018 год			2019 год			% к 2018 году		
		образовано	утилизировано, обезврежено	размещено*	образовано	утилизировано, обезврежено	размещено*	образовано	утилизировано, обезврежено	размещено
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат»	57 733,26	11 650,58	46 015,89	54 812,46	11 271,2	43 478,79	94,9	96,74	94,49
2.	ОАО «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат»	28 062,28	19 330,93	8773,89	22 322,9	12 467,33	9852,55	79,55	64,49	112,3
3.	ОАО «Святогор»	22 762,56	828,10	21 935,49	21 047,16	1551,52	19 621,46	92,46	187,36	89,45
4.	ООО «Артель старателей «Фарта»	2735,32	2735,28	0	3156,67	3156,66	0	115,4	115,4	0
5.	ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат»	3955,01	3945,47	6,04	3095,89	3099,19	0	78,28	78,55	0
6.	АО «Золото Северного Урала»	4289,54	1167,22	3122,06	2445,58	1149,91	1295,22	57,01	98,52	41,49
7.	Артель старателей «Нейва»	2323,53	2322,65	0	2185,05	1643,84	540,32	94	70,77	0
8.	Производственный кооператив - Артель старателей «Невьянский прииск»	1930,2	1930,17	0	1560,8	1560,75	0	80,86	80,86	0

* С учетом временно складированных отходов.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9.	ООО «Вторичные драгоценные металлы»	1556,13	1556,07	0	1560,14	1560,14	0	100,26	100,26	0
10.	Производственная артель старателей «Южно-Заозерский прииск»	1541,74	1541,66	0	1351,77	1351,74	0	87,68	87,68	0
11.	ЗАО «Косьвинский камень»	1465,92	1465,92	0	1327,04	1327,04	0	90,53	90,53	0
12.	Артель старателей «Урал-Норд»	907,61	907,6	0	770,43	770,4	0	84,88	84,88	0
13.	АО «Севурал-бокситруда»	778,54	91,83	691,48	702,80	179,13	519,60	90,27	195,07	75,14
14.	Всего по хозяйствующим субъектам области	154 920,4	62 203,2	93 045,5	139 329,17	52 323,88	87 322,92	89,94	84,12	93,85

**Отходы добычи полезных ископаемых
в Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО)⁴**

Код отходов	Название отходов
2 00 000 00 00 0	ОТХОДЫ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (за исключением вод, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд при разведке и добыче углеводородного сырья, удаление которых производится путем их размещения в пластах горных пород, и вод, удаление которых производится путем очистки на очистных сооружениях с последующим направлением в систему оборотного водоснабжения или сбросом в водные объекты)
2 00 100 00 00 0	Отходы проведения вскрышных работ при добыче полезных ископаемых
2 00 110 00 00 0	Скальные вскрышные породы
2 00 110 01 20 5	скальные вскрышные породы силикатные практически неопасные
2 00 110 02 20 5	скальные вскрышные породы карбонатные практически неопасные
2 00 110 03 20 5	скальные вскрышные породы кремнистые практически неопасные
2 00 110 04 20 5	скальные вскрышные породы сульфатные практически неопасные
2 00 110 99 20 5	скальные вскрышные породы в смеси практически неопасные
2 00 120 00 00 0	Рыхлые вскрышные породы
2 00 120 01 40 5	гравийно-галечные вскрышные породы практически неопасные
2 00 120 02 40 5	песчаные вскрышные породы практически неопасные
2 00 120 03 40 5	супесчаные вскрышные породы практически неопасные
2 00 120 99 40 5	рыхлые вскрышные породы в смеси практически неопасные
2 00 130 00 00 0	Связные вскрышные породы
2 00 130 01 39 5	глинистые вскрышные породы практически неопасные
2 00 130 02 39 5	суглинистые вскрышные породы практически неопасные
2 00 130 99 39 5	связные вскрышные породы в смеси практически неопасные
2 00 161 21 39 5	вскрышная порода рыхлая при проведении вскрышных работ гидромеханизированным способом
2 00 190 00 00 0	Прочие вскрышные породы
2 00 190 99 39 5	вскрышные породы в смеси практически неопасные
2 10 000 00 00 0	ОТХОДЫ ДОБЫЧИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
2 11 000 00 00 0	Отходы добычи и обогащения угля
2 11 100 00 00 0	Отходы добычи угля открытым способом
2 11 111 11 20 5	вскрышная порода при добыче угля открытым способом
2 11 116 11 39 5	отходы извлечения угля из разубоженной породы противоточно-гравитационным методом
2 11 200 00 00 0	Отходы добычи антрацита, коксующегося, бурого и других видов угля подземным способом
2 11 211 01 20 5	вскрышная пустая порода при проходке стволов шахт добычи угля
2 11 221 11 20 5	вмещающая порода при добыче угля подземным способом
2 11 280 00 00 0	Отходы очистки шахтных вод и иных вод при добыче и обогащении угля
2 11 280 01 33 4	шлам угольный от механической очистки шахтных вод малоопасный
2 11 281 11 39 5	осадок механической очистки карьерных вод при добыче угля
2 11 282 11 20 5	отходы очистки флотацией шахтных вод при добыче угля
2 11 288 11 39 5	осадок механической очистки сточных вод с отвала вскрышных пород при

⁴ ФККО – Федеральный классификационный каталог отходов (утв. приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242).

Код отходов	Название отходов
	добыче угля
2 11 289 11 39 5	осадок механической очистки смеси шахтных, карьерных, ливневых вод
2 11 289 21 39 4	осадок (ил) биологической очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод при добыче угля
2 11 300 00 00 0	Отходы обогащения антрацита, коксующегося, бурого и других видов угля
2 11 310 00 00 0	Отходы при дроблении и переработке угольного сырья
2 11 310 01 49 5	отсев каменного угля в виде крошки
2 11 310 02 42 4	пыль газоочистки каменноугольная
2 11 320 00 00 0	Отходы обогащения угольного сырья флотационным методом
2 11 322 11 40 5	остаток обезвоживания шламовой пульпы при флотационном обогащении угольного сырья
2 11 330 00 00 0	Отходы обогащения угольного сырья гравитационными методами
2 11 331 11 20 5	отходы породы при обогащении рядового угля
2 11 332 01 39 5	отходы (шлам) мокрой классификации угольного сырья
2 11 333 01 39 5	отходы породы при обогащении угольного сырья в тяжелосредних сепараторах и отсадочных машинах
2 11 380 00 00 0	Отходы очистки оборотной воды при обогащении угольного сырья
2 11 381 21 20 5	отходы (осадок) флокуляционной очистки оборотной воды при обогащении угольного сырья обезвоженный
2 11 390 00 00 0	Прочие отходы обогащения антрацита, коксующегося, бурого и других видов угля
2 11 392 21 20 4	отходы зачистки отсадочных машин при обогащении угля
2 11 711 21 42 4	пыль газоочистки при проведении буровых работ для добычи угля
2 11 900 00 00 0	Прочие отходы при добыче и обогащении угля
2 11 971 31 72 5	отходы (мусор) при уборке горных выработок добычи угля, содержащие преимущественно древесину
2 12 000 00 00 0	Отходы добычи сырой нефти и природного газа
2 12 100 00 00 0	Отходы добычи сырой нефти и нефтяного (попутного) газа
2 12 101 01 31 3	конденсат газовый нефтяного (попутного) газа
2 12 109 11 39 3	отходы сепарации природного газа при добыче сырой нефти и нефтяного (попутного) газа
2 12 111 24 21 4	отходы комовой серы при очистке нефтяного (попутного) газа
2 12 121 11 31 4	пластовая вода при добыче сырой нефти и нефтяного (попутного) газа (содержание нефти менее 15 %)
2 12 171 11 39 3	отходы зачистки сепарационного оборудования подготовки попутного нефтяного газа
2 12 200 00 00 0	Отходы добычи природного газа и газового конденсата
2 12 201 11 31 3	эмульсия нефтесодержащая при очистке и осушке природного газа и/или газового конденсата
2 12 203 11 39 4	отходы очистки природного газа от механических примесей
2 12 209 11 39 4	отходы сепарации природного газа при добыче природного газа и газового конденсата
2 12 211 11 31 3	сорбент на основе жидких углеводородов, метанола, формальдегида и третичных аминов, отработанный при очистке природного газа и газового конденсата от сераорганических соединений
2 12 800 00 00 0	Отходы очистки вод перед закачкой их в пласт при добыче сырой нефти и природного газа
2 12 801 11 39 3	отходы механической очистки пластовой воды перед закачкой ее в пласт при добыче сырой нефти и природного газа (содержание нефтепродуктов 15 % и более)

Код отходов	Название отходов
2 12 801 12 39 4	отходы механической очистки пластовой воды перед закачкой ее в пласт при добыче сырой нефти и природного газа (содержание нефтепродуктов менее 15 %)
2 12 811 11 39 4	отходы механической очистки сеноманской воды перед закачкой ее в пласт при добыче сырой нефти и природного газа
2 20 000 00 00 0	ОТХОДЫ ДОБЫЧИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД
2 21 000 00 00 0	Отходы добычи и обогащения железных руд
2 21 100 00 00 0	Отходы добычи железных руд подземным способом
2 21 111 11 20 5	вмещающая (пустая) порода при добыче железных руд подземным способом
2 21 200 00 00 0	Отходы добычи железных руд открытым способом
2 21 300 00 00 0	Отходы обогащения и агломерации железных руд
2 21 310 00 00 0	Отходы (хвосты) обогащения железных руд
2 21 310 01 39 5	отходы (хвосты) мокрой магнитной сепарации железных руд
2 21 310 02 39 5	отходы (хвосты) сухой магнитной сепарации железных руд
2 21 312 11 20 4	отходы (хвосты) обогащения обожженного сидерита методом сухой магнитной сепарации
2 21 320 00 00 0	Отходы агломерации железных руд
2 21 321 02 40 4	отходы (осадок) мокрой очистки газов агломерационного производства от соединений серы известковым молоком
2 21 322 03 20 4	осадок отстоя воды гидроуборки оборудования агломерации железных руд
2 21 631 11 60 4	ткань фильтровальная из синтетических волокон, отработанная при фильтрации и обезвоживании железорудного концентрата
2 21 711 21 42 4	пыль газоочистки при агломерации железных руд
2 21 711 31 39 4	осадок мокрой газоочистки при обогащении железных руд
2 21 721 11 33 5	отходы мокрой газоочистки при обогащении титаномагнетитовых железных руд
2 21 811 11 39 5	отходы (осадок) механической очистки шахтно-рудничных вод при добыче железных руд
2 21 821 11 39 5	отходы (осадок) механической очистки сточных вод дробления и обогащения железных руд
2 22 000 00 00 0	Отходы добычи и обогащения руд цветных металлов
2 22 100 00 00 0	Отходы добычи и обогащения медных руд
2 22 111 11 20 5	вмещающая (пустая) порода при добыче медноколчеданных руд
2 22 111 21 20 5	вскрышная порода слабоминерализованная при добыче медноколчеданных руд открытым способом
2 22 120 00 00 0	Отходы обогащения медных руд
2 22 120 01 39 5	отходы (хвосты) обогащения медных руд практически неопасные
2 22 120 51 39 5	отходы (хвосты) обогащения медно-цинковых и медноколчеданных руд
2 22 123 11 39 5	отходы (хвосты) флотации молибденово-медных руд
2 22 129 11 20 4	отходы обогащения медных руд и шлака медеплавильного производства в смеси
2 22 161 23 61 4	ткань фильтровальная на основе полиэфирного волокна, отработанная при флотационном обогащении медно-порфировых руд
2 22 171 11 42 4	пыль газоочистки с преимущественным содержанием диоксида кремния при обогащении медно-цинковых руд
2 22 171 13 42 3	пыль газоочистки при обогащении медно-цинковых руд
2 22 176 11 42 5	пыль газоочистки при проходке подземных горных выработок дроблением скальных пород, не содержащих полезные ископаемые, при добыче медно-цинковых руд

Код отходов	Название отходов
2 22 181 11 39 4	осадок нейтрализации карьерных и подотвальных сточных вод известковым молоком при добыче медных руд
2 22 182 11 39 4	отходы флокуляционной очистки подотвальных вод при добыче медноколчеданных руд
2 22 182 21 39 4	отходы (осадок) электрофлотокоагуляционной очистки карьерных вод при добыче медноколчеданных руд
2 22 183 11 61 4	ткань фильтровальная из полипропиленовых волокон фильтр-пресса очистки подотвальных вод методом флокуляции при добыче медноколчеданных руд
2 22 200 00 00 0	Отходы добычи и обогащения никелевых и кобальтовых руд
2 22 210 00 00 0	Отходы добычи и обогащения никелевых руд
2 22 211 99 20 5	вскрышные, скальные породы, отсев песчаника при добыче медно-никелевых сульфидных руд полуострова Таймыр практически неопасные
2 22 212 11 39 5	отходы (хвосты) флотационного обогащения медно-никелевых руд
2 22 212 99 39 5	отходы (хвосты) обогащения добывающей промышленности медно-никелевых сульфидных руд полуострова Таймыр практически неопасные
2 22 220 00 00 0	Отходы добычи и обогащения кобальтовых руд
2 22 290 00 00 0	Прочие отходы добычи и обогащения никелевых и кобальтовых руд
2 22 298 11 41 2	отходы кобальто-никелевого концентрата с повышенным содержанием мышьяка
2 22 300 00 00 0	Отходы добычи и обогащения алюминийсодержащего сырья (бокситов и нефелин-апатитовых руд)
2 22 310 00 00 0	Отходы добычи алюминийсодержащего сырья подземным способом
2 22 311 11 20 5	вмещающая (пустая) порода при проходке подземных горных выработок при добыче алюминийсодержащего сырья
2 22 320 00 00 0	Отходы добычи алюминийсодержащего сырья открытым способом
2 22 330 00 00 0	Отходы обогащения нефелин-апатитовых руд
2 22 400 00 00 0	Отходы добычи руд и песков драгоценных металлов и руд редких металлов
2 22 410 00 00 0	Отходы добычи руд и песков драгоценных металлов (золота, серебра и металлов платиновой группы)
2 22 411 00 00 0	Отходы обогащения руд серебряных и золотосодержащих
2 22 411 01 39 5	отходы (хвосты) цианирования руд серебряных и золотосодержащих
2 22 411 02 20 5	отходы (хвосты) цианирования руд серебряных и золотосодержащих обезвоженные
2 22 411 08 39 5	отходы (хвосты) флотации руд серебряных и золотосодержащих
2 22 411 11 20 5	отходы (хвосты) флотации руд золотосодержащих
2 22 411 21 20 5	отходы кучного выщелачивания руд серебряных и золотосодержащих
2 22 411 25 20 5	отходы (хвосты) сорбционного выщелачивания руд и концентратов золото-содержащих обезвреженные
2 22 411 28 20 5	отходы (хвосты) гравитационного обогащения и сорбционного выщелачивания золотосодержащих руд в смеси
2 22 411 31 20 5	отходы (хвосты) гравитационного обогащения руд драгоценных металлов
2 22 411 35 20 5	отходы (хвосты) магнитной сепарации промпродукта при обогащении руд и песков драгоценных металлов
2 22 411 41 39 5	отходы (осадок) физико-химического обезвреживания технологических растворов кучного выщелачивания руд серебряных и/или золотосодержащих обезвоженные
2 22 411 51 61 4	ткань фильтровальная из полипропиленовых волокон, отработанная при обезвреживании концентрата руд серебряных и/или золотосодержащих

Код отходов	Название отходов
2 22 411 61 42 4	пыль газоочистки при дроблении, измельчении и цианировании руд серебряных и золотосодержащих
2 22 411 64 42 4	пыль газоочистки при дроблении, измельчении и флотации руд серебряных и золотосодержащих
2 22 411 81 39 5	отходы (осадок) механической очистки дождевых, талых и дренажных вод при добыче руд серебряных и золотосодержащих
2 22 411 83 39 4	отходы (осадок) механической очистки карьерных и подотвальных вод при добыче руд серебряных и/или золотосодержащих
2 22 411 85 39 5	отходы (осадок) реагентной очистки сточных вод цианирования руд серебряных и золотосодержащих
2 22 412 00 00 0	Отходы добычи золота из россыпных месторождений
2 22 412 11 40 5	отходы промывки песков золотосодержащих
2 22 412 21 20 5	отходы дражной разработки россыпных месторождений золота
2 22 420 00 00 0	Отходы добычи и обогащения руд редких металлов (циркония, тантала, ниобия и т. п.)
2 22 500 00 00 0	Отходы добычи и обогащения свинцово-цинковых руд
2 22 520 00 00 0	Отходы обогащения свинцово-цинковых руд
2 22 522 11 39 5	отходы (хвосты) флотации свинцово-цинковых руд
2 22 580 00 00 0	Отходы очистки сточных вод при добыче и обогащении свинцово-цинковых руд
2 22 581 31 39 5	отходы (осадок) механической очистки карьерных вод при добыче свинцово-цинковых руд
2 22 600 00 00 0	Отходы добычи и обогащения оловянных руд
2 22 650 00 00 0	Отходы обогащения оловянных руд
2 22 651 11 40 4	отходы (хвосты) обогащения оловянных руд гравитационным осаждением
2 22 651 51 40 3	отходы (хвосты) обогащения оловянных руд с повышенным содержанием свинца, цинка и марганца гравитационным осаждением
2 22 700 00 00 0	Отходы добычи и обогащения титаномagneзиевого сырья
2 22 800 00 00 0	Отходы добычи и обогащения вольфрам-молибденовых руд
2 22 900 00 00 0	Отходы добычи и обогащения руд прочих цветных металлов
2 22 910 00 00 0	Отходы добычи и обогащения сурьмяно-ртутных руд
2 22 920 00 00 0	Отходы добычи и обогащения марганцевых руд
2 22 930 00 00 0	Отходы добычи и обогащения хромовых (хромитовых) руд
2 22 980 00 00 0	Отходы добычи и обогащения полиметаллических руд
2 22 984 00 00 0	Отходы обогащения полиметаллических руд
2 22 984 11 39 5	отходы (хвосты) флотационного бесцианидного обогащения полиметаллических руд
2 22 987 00 00 0	Изделия, утратившие потребительские свойства при добыче и обогащении полиметаллических руд
2 22 987 21 61 4	ткань фильтровальная из полипропиленовых волокон, загрязненная медью, свинцом и цинком при фильтровании обводненного концентрата полиметаллических руд (суммарное содержание металлов менее 10 %)
2 22 988 21 39 5	отходы (осадок) механической очистки шахтных вод при добыче полиметаллических руд
2 22 990 00 00 0	Прочие отходы добычи и обогащения руд цветных металлов, не вошедшие в другие группы
2 30 000 00 00 0	ОТХОДЫ ДОБЫЧИ ПРОЧИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
2 31 000 00 00 0	Отходы добычи камня, песка и глины
2 31 100 00 00 0	Отходы добычи декоративного и строительного камня, известняка, гипса, мела и сланцев

Код отходов	Название отходов
2 31 110 00 00 0	Отходы добычи и первичной обработки известняка, доломита и мела
2 31 111 00 00 0	Отходы добычи известняка, доломита и мела
2 31 111 11 42 5	пыль вскрышных пород при добыче известняка, доломита и/или мела
2 31 112 00 00 0	Отходы первичной обработки известняка, доломита и мела
2 31 112 01 21 5	отходы известняка, доломита и мела в кусковой форме практически неопасные
2 31 112 02 40 5	отсев известковых, доломитовых, меловых частиц с размером частиц не более 5 мм практически неопасный
2 31 112 03 40 4	отходы известняка, доломита и мела в виде порошка и пыли малоопасные
2 31 112 04 40 5	щебень известняковый, доломитовый некондиционный практически неопасный
2 31 112 05 42 4	пыль газоочистки щебеночная
2 31 112 21 39 5	отходы промывки глинистых известняков при их обогащении
2 31 117 21 39 4	осадок мокрой газоочистки при первичной обработке известняка малоопасный
2 31 117 22 39 5	осадок мокрой газоочистки при первичной обработке известняка влажностью 90 % и более
2 31 118 21 39 4	отходы (осадок) при отстаивании подотвальных и карьерных сточных вод при добыче известняка
2 31 120 00 00 0	Отходы добычи и первичной обработки гипса и ангидрита
2 31 121 00 00 0	Отходы добычи гипса и ангидрита
2 31 122 00 00 0	Отходы первичной обработки гипса и ангидрита
2 31 122 01 21 5	отходы гипса в кусковой форме
2 31 122 02 42 4	пыль газоочистки гипсовая
2 31 130 00 00 0	Отходы добычи и первичной обработки сланцев
2 31 150 00 00 0	Отходы добычи и первичной обработки декоративного и строительного камня
2 31 151 71 42 4	пыль газоочистки установок бурения взрывных скважин при добыче декоративного и строительного камня буровзрывным методом, содержащая преимущественно диоксид кремния
2 31 152 11 21 5	отходы резки и пиления мрамора при его добыче поуступно-открытым методом
2 31 155 71 42 4	пыль системы аспирации воздуха при дроблении и сортировке декоративного и строительного камня, содержащая преимущественно диоксид кремния
2 31 157 11 39 5	осадок отстаивания (осветления) карьерных и/или подотвальных вод при добыче декоративного и/или строительного камня
2 31 157 23 39 5	отходы (осадок) при механической очистке карьерных вод при добыче мрамора
2 31 200 00 00 0	Отходы разработки гравийных и песчаных карьеров, добычи глины и каолина
2 31 210 00 00 0	Отходы разработки гравийных и песчаных карьеров
2 31 211 21 40 5	отсев песчаных частиц крупностью более 5 мм при добыче песка
2 31 218 01 39 4	осадок механической очистки вод промывки песка и гравия
2 31 220 00 00 0	Отходы добычи глины и каолина
2 31 228 31 39 5	отходы (осадки) механической и биологической очистки карьерных вод при добыче глины и каолина
2 32 000 00 00 0	Отходы добычи минерального сырья для химической промышленности и производства минеральных удобрений
2 32 100 00 00 0	Отходы добычи природных фосфатов

Код отходов	Название отходов
2 32 110 00 00 0	Отходы добычи и обогащения апатит-нефелиновых руд
2 32 110 01 39 5	отходы (хвосты) обогащения апатит-нефелиновых руд
2 32 111 21 62 4	ткань фильтровальная из полиэфирных волокон, отработанная при обезвоживании апатитового и/или нефелинового концентрата
2 32 200 00 00 0	Отходы добычи и обогащения калийных солей
2 32 210 00 00 0	Отходы обогащения сильвинитовой и карналлитовой руд
2 32 210 01 49 5	галитовые отходы
2 32 210 02 39 5	глинисто-солевые шламы
2 32 300 00 00 0	Отходы добычи природной серы
2 32 400 00 00 0	Отходы добычи и обогащения серного и магнитного колчеданов
2 32 500 00 00 0	Отходы добычи природного сульфата бария (барита) и карбоната бария (витерита), природных боратов, природных сульфатов магния (кизерита)
2 32 600 00 00 0	Отходы добычи минеральных красителей, плавикового шпата и прочих полезных ископаемых, служащих сырьем для химической промышленности
2 32 700 00 00 0	Отходы добычи гуано
2 33 000 00 00 0	Отходы добычи и агломерации торфа
2 33 100 00 00 0	Отходы добычи торфа
2 33 181 11 71 5	мусор с защитных решеток сооружений механической очистки дренажных вод при добыче торфа, содержащий материалы природного происхождения
2 33 200 00 00 0	Отходы агломерации торфа
2 33 211 11 20 4	отсев древесный при агломерации торфа
2 33 211 12 20 5	отходы древесины (древесные включения) при добыче и агломерации торфа
2 33 211 21 23 5	отсев растительных остатков (очес) при агломерации торфа
2 33 711 11 42 4	пыль газоочистки при добыче и/или агломерации торфа
2 33 821 11 39 5	отходы (осадок) механической очистки дренажных вод осушительной сети при добыче торфа
2 34 000 00 00 0	Отходы добычи соли
2 34 100 00 00 0	Отходы добычи поваренной соли из подземных месторождений, в том числе методом растворения и выкачивания
2 34 111 11 32 4	отходы реагентной очистки рассолов поваренной соли при добыче поваренной соли из подземных источников
2 34 112 11 20 4	грунт, загрязненный хлоридом натрия при добыче рассола хлорида натрия из подземных источников
2 34 200 00 00 0	Отходы при производстве поваренной соли методом выпаривания из морской воды или других соленых вод
2 34 300 00 00 0	Отходы при измельчении, очистке и рафинации поваренной соли
2 34 510 00 00 0	Отходы добычи бишофита из подземных месторождений
2 34 516 11 20 4	грунт, загрязненный хлоридом магния при добыче бишофита
2 39 000 00 00 0	Отходы добычи прочих полезных ископаемых, не вошедшие в другие группы
2 39 100 00 00 0	Отходы добычи природного асфальта, асфальтитов и битумных пород
2 39 200 00 00 0	Отходы добычи абразивных материалов, асбеста, кремнеземистой каменной муки, природных графитов, мыльного камня (талька), полевого шпата и т. д.
2 39 210 00 00 0	Отходы добычи природных абразивов, кроме алмазов
2 39 220 00 00 0	Отходы добычи вермикулита
2 39 230 00 00 0	Отходы добычи асбеста
2 39 231 11 20 5	вскрышные и вмещающие породы при добыче асбестовой руды
2 39 233 51 20 5	отходы дробления и классификации асбестовой руды практически неопасные

Код отходов	Название отходов
2 39 237 31 39 4	осадок отстоя воды гидроуборки помещений при обогащении асбестовой руды
2 39 238 21 42 4	пыль газоочистки при дроблении и классификации асбестовой руды
2 39 300 00 00 0	Отходы добычи драгоценных камней, мусковита, кварца, слюды и т. д.
2 39 310 00 00 0	Отходы добычи драгоценных и полудрагоценных камней, кроме алмазов
2 39 320 00 00 0	Отходы добычи алмазов
2 39 320 01 49 5	отходы промывки песка при добыче алмазов
2 39 328 11 39 5	отходы (осадок) механической очистки карьерных и подотвальных сточных вод при добыче алмазов
2 39 330 00 00 0	Отходы добычи мусковита
2 39 340 00 00 0	Отходы добычи пьезокварца
2 39 350 00 00 0	Отходы добычи гранулированного кварца
2 39 360 00 00 0	Отходы добычи слюды
2 39 370 00 00 0	Отходы добычи карбоната магния (магнезита) природного, магнезии и прочих оксидов магния
2 39 378 00 00 0	Отходы очистки сточных вод при добыче карбоната магния (магнезита) природного, магнезии и прочих оксидов магния
2 39 378 21 39 4	отходы (осадок) механической очистки шахтных вод при добыче магнезита
2 80 000 00 00 0	ОТХОДЫ ОЧИСТКИ ВОД ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
2 81 000 00 00 0	Отходы очистки вод из горных выработок
2 81 321 01 39 5	отходы (осадки) очистки вод из горных выработок при добыче апатит-нефелиновых руд
2 90 000 00 00 0	ОТХОДЫ ПРОЧИХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ВКЛЮЧАЯ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫЕ, ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
2 90 100 00 00 0	Отходы при проведении геолого-разведочных, геофизических и геохимических работ в области изучения недр
2 90 101 11 39 4	шламы буровые при бурении, связанном с геолого-разведочными работами в области изучения недр, малоопасные
2 90 101 12 39 5	шламы буровые при бурении, связанном с геолого-разведочными работами в области изучения недр, практически неопасные
2 91 000 00 00 0	Отходы прочих видов деятельности в области добычи сырой нефти, природного (попутного) газа и газового конденсата
2 91 100 00 00 0	Отходы при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного (попутного) газа и газового конденсата
2 91 110 00 00 0	Растворы буровые при бурении нефтяных, газовых и газоконденсатных скважин отработанные
2 91 110 01 39 4	растворы буровые при бурении нефтяных скважин отработанные малоопасные
2 91 110 11 39 4	растворы буровые при бурении газовых и газоконденсатных скважин отработанные малоопасные
2 91 110 81 39 4	растворы буровые глинистые на водной основе при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, малоопасные
2 91 111 12 39 3	растворы буровые на углеводородной основе при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, отработанные умеренно опасные
2 91 114 11 39 3	растворы буровые глинистые на водной основе с добавлением биоразлагаемых полимеров отработанные при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, умеренно опасные

Код отходов	Название отходов
2 91 115 41 39 3	растворы буровые с добавлением реагентов на основе фенола и его производных, отработанные при проходке разрезов с соляно-купольной тектоникой, умеренно опасные
2 91 120 00 00 0	Шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного (попутного) газа и газового конденсата
2 91 120 01 39 4	шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, малоопасные
2 91 120 11 39 4	шламы буровые при бурении, связанном с добычей природного газа и газового конденсата, малоопасные
2 91 120 81 39 4	шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора глинистого на водной основе малоопасные
2 91 121 11 39 3	шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора на углеводородной основе умеренно опасные
2 91 121 12 39 4	шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата с применением бурового раствора на углеводородной основе малоопасные
2 91 121 22 39 4	шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора на углеводородной основе обезвоженные малоопасные
2 91 124 11 39 4	шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора глинистого на водной основе с добавлением биоразлагаемых полимеров
2 91 124 21 39 4	шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора солевого на водной основе с добавлением биоразлагаемых полимеров
2 91 125 21 39 4	шламы буровые при проходке разрезов с соляно-купольной тектоникой
2 91 129 11 20 5	горная порода, извлеченная при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением естественной водной суспензии
2 91 130 00 00 0	Воды сточные буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата
2 91 130 01 32 4	воды сточные буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, малоопасные
2 91 130 11 32 4	воды сточные буровые при бурении, связанном с добычей природного газа и газового конденсата, малоопасные
2 91 171 11 39 4	отходы (осадок) отстаивания буровых сточных вод
2 91 180 11 39 3	отходы бурения, связанного с добычей сырой нефти, природного (попутного) газа и газового конденсата, в смеси, содержащие нефтепродукты в количестве 15 % и более
2 91 181 12 20 4	отходы бурения, связанного с добычей сырой нефти, природного (попутного) газа и газового конденсата в смеси, отвержденные цементом
2 91 200 00 00 0	Отходы ремонта оборудования, используемого при добыче сырой нефти, природного газа и газового конденсата
2 91 210 00 00 0	Отходы проппанта
2 91 211 01 20 3	проппант керамический на основе кварцевого песка, загрязненный нефтью (содержание нефти 15 % и более)
2 91 211 02 20 4	проппант керамический на основе кварцевого песка, загрязненный нефтью (содержание нефти менее 15 %)

Код отходов	Название отходов
2 91 212 01 20 3	проппант с полимерным покрытием, загрязненный нефтью (содержание нефти 15 % и более)
2 91 212 02 20 4	проппант с полимерным покрытием, загрязненный нефтью (содержание нефти менее 15 %)
2 91 220 00 00 0	Отходы зачистки и мойки нефтепромыслового оборудования
2 91 220 01 29 3	асфальтосмолопарафиновые отложения при зачистке нефтепромыслового оборудования
2 91 220 03 30 4	асфальтосмолопарафиновые отложения при зачистке и мойке нефтепромыслового оборудования малоопасные
2 91 220 11 39 4	песок при очистке нефтяных скважин, содержащий нефтепродукты (содержание нефтепродуктов менее 15 %)
2 91 221 12 31 4	воды от мойки нефтепромыслового оборудования
2 91 221 31 31 3	смесь отходов ингибиторов коррозии, солеотложений, асфальтосмолопарафиновых отложений при мойке нефтепромыслового оборудования
2 91 222 11 33 3	осадок механической очистки оборотных вод мойки насосно-компрессорных труб, содержащий парафиносмолистые отложения
2 91 222 12 39 3	осадок механической очистки оборотных вод мойки нефтепромыслового оборудования
2 91 222 22 39 4	осадок механической очистки вод от мойки нефтепромыслового оборудования малоопасный
2 91 240 00 00 0	Отходы использования блокирующих жидкостей и жидкостей для гидроразрыва пласта
2 91 241 14 31 4	раствор хлорида кальция, отработанный при глушении и промывке скважин
2 91 241 81 31 3	раствор солевой, отработанный при глушении и промывке скважин, умеренно опасный
2 91 241 82 31 4	раствор солевой, отработанный при глушении и промывке скважин, малоопасный
2 91 242 11 39 3	эмульсия водно-нефтяная при глушении и промывке скважин умеренно опасная
2 91 242 12 39 4	эмульсия водно-нефтяная при глушении и промывке скважин малоопасная
2 91 245 11 31 4	отходы деструкции геля на водной основе при освоении скважин после гидроразрыва пласта
2 91 247 11 30 3	кислотная стимулирующая композиция на основе соляной кислоты отработанная
2 91 248 11 39 3	отходы очистки емкостей приготовления солевых растворов для глушения и промывки скважин
2 91 260 00 00 0	Прочие отходы при капитальном ремонте и ликвидации скважин
2 91 261 00 00 0	Отходы бурения при капитальном ремонте скважин (отходы буровых растворов и сточных вод при капитальном ремонте скважин см. группы 2 91 110 и 2 91 130)
2 91 261 11 39 3	шламы буровые при капитальном ремонте скважин с применением бурового раствора на углеводородной основе умеренно опасные
2 91 261 77 39 5	шламы буровые от капитального ремонта скважин при добыче сырой нефти, природного газа и газового конденсата в смеси практически неопасные
2 91 261 78 39 4	шламы буровые от капитального ремонта скважин при добыче сырой нефти, природного газа и газового конденсата в смеси, содержащие нефтепродукты в количестве менее 2 %

Код отходов	Название отходов
2 91 261 79 39 4	шламы буровые от капитального ремонта скважин при добыче сырой нефти, природного газа и газового конденсата в смеси, содержащие нефтепродукты в количестве 2 % и более
2 91 268 21 20 4	отходы цемента при капитальном ремонте и ликвидации скважин
2 91 290 00 00 0	Прочие отходы ремонта нефтепромыслового оборудования
2 91 500 00 00 0	Отходы при разработке рецептур и подготовке материалов, используемых при добыче сырой нефти, природного (попутного) газа и газового конденсата
2 91 511 21 31 2	жидкие отходы разработки рецептур жидкостей для гидроразрыва пласта, содержащие хлорид кальция, бор, поверхностно-активные вещества и биоразлагаемые полимеры
2 91 511 71 31 3	жидкие отходы разработки рецептур жидкостей для глушения и промывки скважин в виде водно-нефтяной эмульсии, содержащей соляную кислоту
2 91 532 13 20 3	отходы проппантов на основе алюмосиликатов, загрязненные хлоридом кальция, при подготовке материалов для гидроразрыва пласта умеренно опасные
2 91 534 11 20 4	твердые минеральные отходы при разработке рецептур тампонажных материалов с преимущественным содержанием силикатов кальция
2 91 611 11 60 4	отходы деревянных конструкций, загрязненных при бурении скважин
2 91 642 11 20 4	утяжелитель бурового раствора на основе сидерита, утративший потребительские свойства
2 91 642 13 20 4	утяжелитель бурового раствора на основе барита, утративший потребительские свойства
2 91 643 15 39 3	пеногаситель бурового раствора спиртовой, содержащий нефтепродукты в количестве более 15 %
2 91 671 31 51 4	тара полиэтиленовая, загрязненная органическими реагентами для гидроразрыва пласта
2 91 671 32 51 4	тара полиэтиленовая, загрязненная неорганическими реагентами для гидроразрыва пласта
2 92 000 00 00 0	Отходы прочих видов деятельности в области добычи калийных солей
2 92 100 00 00 0	Отходы при проходке стволов шахт добычи калийных солей
2 92 100 01 20 5	вскрышная пустая порода при проходке стволов шахт добычи калийных солей
2 92 100 02 20 5	вскрышная засоленная порода при проходке стволов шахт добычи калийных солей
2 92 111 11 20 5	отходы галита при проходке подземных горных выработок
2 92 200 00 00 0	Отходы при бурении, связанном с добычей калийных солей
2 92 201 01 32 4	растворы буровые отработанные при бурении, связанном с добычей калийных солей
2 92 202 01 20 4	шлам буровой при бурении, связанном с добычей калийных солей
2 93 000 00 00 0	Отходы прочих видов деятельности в области добычи металлических руд
2 93 200 00 00 0	Отходы при бурении, связанном с добычей металлических руд
2 93 201 21 39 4	осадок бурового раствора на водной основе при бурении, связанном с добычей металлических руд
2 93 611 31 60 4	отходы деревянных конструкций, загрязненных при проходке подземных горных выработок для добычи алюминийсодержащего сырья
2 99 000 00 00 0	Отходы прочих видов деятельности при добыче прочих полезных ископаемых
2 99 100 00 00 0	Отходы при проходке подземных горных выработок для добычи прочих полезных ископаемых

Код отходов	Название отходов
2 99 101 01 20 5	скальные породы силикатные при проходке подземных горных выработок, не содержащие полезные ископаемые
2 99 101 02 20 5	скальные породы карбонатные при проходке подземных горных выработок, не содержащие полезные ископаемые
2 99 101 03 20 5	скальные породы кремнистые при проходке подземных горных выработок, не содержащие полезные ископаемые
2 99 101 04 20 5	скальные породы сульфатные при проходке подземных горных выработок, не содержащие полезные ископаемые
2 99 101 99 20 5	скальные породы в смеси при проходке подземных горных выработок, не содержащие полезные ископаемые
2 99 200 00 00 0	Отходы при добыче воды
2 99 212 11 39 5	шламы буровые при бурении, связанном с добычей пресных и солоноватых подземных вод

**Сведения о расположенных на территории Свердловской области объектах размещения отходов
горнодобывающего, обогатительного, металлургического и химического производств⁵**

МО расположения объекта разме- щения отходов	Наименование объекта размещения отходов	Год окончания эксплуатации объекта	Площадь фактическая, га	Количество отходов на конец 2018 года, тыс. т	Виды отходов	Наименование хозяйствующего субъекта
1	2	3	4	5	6	7
1. Режевской городской округ	Отвал вскрышных пород Сафьяновского карьера, с. Першино	2037	144,9	53413,46	Отходы проведения вскрышных работ при добыче полезных ископаемых	АО "Сафьяновская медь"
2. То же	Отвал вскрышных пород Хвощевского карьера, г. Реж	2040	10,5	1413,06	Скальные вскрыш- ные породы кремни- стые, практически неопасные	То же
3. Каменский городской округ	Шламоотвал № 3, с. Пирогово	2030	247,71	13347,529	Отходы выщелачивания бокситов при производстве глинозема	Филиал АО "РУСАЛ Урал" в Каменске- Уральском "Объеди- ненная компания РУСАЛ, Уральский алюминиевый завод"
4. Березовский городской округ	Шламонакопитель, пос. Октябрьский	2009	4,2	33	Минеральные шламы	Администрация Березовского город- ского округа
5. Городской округ Первоуральск	Отвал вскрышных пород, пос. Магнитка	2052	125	91557,363	Вскрышные породы в смеси, практически неопасные	ОАО "Уральский трубный завод"

⁵ Сведения содержатся в Свердловском областном кадастре отходов производства и потребления (<https://mprso.midural.ru/article/show/id/1135>), представленном на сайте Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области.

1	2	3	4	5	6	7
6. Городской округ Первоуральск	Шламохранилище, пос. Магнитка	2022	10,5	37,332	Отходы добычи и обогащения железных руд	ОАО "Уральский трубный завод"
7. Серовский городской округ	Отстойник-шламонакопитель, г. Серов		29,58	384,629	Осадок мокрой очистки доменного газа; осадок нейтрализации известковым молоком растворов травления стали на основе серной кислоты	ПАО "Надеждинский металлургический завод"
8. То же	Шлаковый отвал, г. Серов		51,99	318,534	Отходы металлургических производств	То же
9. Городской округ Ревда	Шламонакопитель, г. Ревда (пос. Починок)		0,969	3,303	Отходы (осадки) водоподготовки при механической очистке природных вод	Унитарное муниципальное предприятие "Водоканал" городского округа Ревда
10. Городской округ Краснотурьинск	Склад кека (площадка полусухого складирования хвостов сорбционного выщелачивания), г. Краснотурьинск	2018	39,72	11055,059	Отходы добычи руд и песков драгоценных металлов (золота, серебра и металлов платиновой группы)	АО "Золото Северного Урала"
11. То же	Склад отработанных рудных штабелей, промплощадка, г. Краснотурьинск	2018	54,52	3422,356	Отходы добычи руд и песков драгоценных металлов (золота, серебра и металлов платиновой группы)	То же

1	2	3	4	5	6	7
12. Городской округ Краснотурьинск	Северный отвал пустой породы № 1, участок горных работ карьера "Воронцовский", г. Краснотурьинск	2018	58,6903	43090,435	Отходы проведения вскрышных работ при добыче полезных ископаемых; скальные вскрышные породы силикатные практически неопасные; глинистые вскрышные породы практически неопасные	АО "Золото Северного Урала"
13. То же	Южный отвал пустой породы № 3, южный участок горных работ карьера "Воронцовский", г. Краснотурьинск (пос. Воронцовка)	2018	64,8065	20589,933	Отходы проведения вскрышных работ при добыче полезных ископаемых; скальные вскрышные породы силикатные практически неопасные; глинистые вскрышные породы практически неопасные; глинистые вскрышные породы практически неопасные	То же
14. – // –	Южный отвал пустой породы, участок горных работ карьера "Воронцовский", г. Краснотурьинск	2018	31,984	12051,146	Скальные вскрышные породы силикатные, практически неопасные; глинистые вскрышные породы практически неопасные	– // –
15. Кушвинский городской округ	Отвал рыхлых пород Северо-Западного карьера Волковского месторождения, пос. Баранчинский	2015	15	7982,866	Рыхлые вскрышные породы в смеси, практически неопасные	Горный цех (Волковский рудник), ОАО "Святогор"

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7
16. Кушвинский городской округ	Отвал Лаврово-Николаевского карьера, г. Кушва	2016	48	17636,65641	Скальные вскрышные породы в смеси, практически неопасные	Горный цех (Волковский рудник). ОАО "Святогор"
17. То же	Отвал скальных пород Северо-Западного карьера Волковского месторождения, пос. Баранчинский	2025	93,7	42493,271	То же	То же
18. – // –	Отвал слабоминерализованных пород Северо-Западного карьера Волковского месторождения, пос. Баранчинский	2025	0,99	0	Вскрышные породы в смеси, практически неопасные	– // –
19. Городской округ Первоуральск	Шламонакопитель № 6, г. Первоуральск	1993	12	680,003	Отходы производства солей прочих металлов	АО "Русский хром 1915"
20. То же	Шламоотстойник станции очистки хромосодержащих стоков, г. Первоуральск		9	133,931	Отходы производства солей прочих металлов IV кл. оп	То же
21. – // –	Шламонакопитель № 4, г. Первоуральск		56,4	7598,25	Отходы фильтрации раствора монокромата натрия в производстве монокромата натрия; отходы производства солей прочих металлов	– // –
22. Режевской городской округ	Шлаковый отвал, г. Реж		27,3116	5895,943	Металлургические шлаки, съемы и пыль	ЗАО "Производственное объединение "Режникель"

1	2	3	4	5	6	7
23. Режевской городской округ	Отвал вскрышных пород, д. Першино	2041	2,6	836,382	отходы добывающей промышленности	ЗАО "Производственное объединение "Режникель"
24. Кировградский городской округ	Хвостохранилище, г. Кировград		117,74	36853,109	Отходы (хвосты) обогащения медных руд практически неопасные; отходы производства меди и медных сплавов	Филиал "Производство полиметаллов" АО "Уралэлектромедь"
25. То же	Отвал металлургических шлаков, г. Кировград		39,8044	23379,296	Шлаки плавки медных концентратов в отражательной печи производства черновой меди	То же
26. Кушвинский городской округ	Шлаковый отвал, г. Кушва	2017	11,8357	151,828	Шлаки доменные	ООО "Полиформ"
27. То же	То же	2017	10,065	0	Отходы металлургических производств	То же
28. Городской округ Ревда	Шламонакопитель, г. Ревда	2008	15,92	600,297	Осадок нейтрализации известковым молоком смешанных (кислотно-щелочных и хромосодержащих) стоков гальванических производств обезвоженный с преимущественным содержанием железа	АО "НЛМК-Урал"
29. Полевской городской округ	Отвал (склад) отходов от добычи некондиционных мраморов и вскрышных пород, с. Мраморское	2047	5,3	2876,986	Отходы резки и пиления мрамора при его добыче поуступно-открытым методом	ООО "Уральский мрамор"

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7
30. Березовский городской округ	Хвостохранилище обогатительной фабрики, г. Березовский	2029	83,4	20353,265	Отходы (хвосты) флотации руд серебряных и золотосодержащих	ООО "Березовский рудник"
31. Городской округ "город Лесной"	Хвостохранилище, г. Лесной	2021	382,4	136000	Отходы (хвосты) мокрой магнитной сепарации железных руд	АО "ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат"
32. Полевской городской округ	Отвал вскрышных и вмещающих пород, г. Полевской	2042	0,52	240,847	Глинистые вскрышные породы практически неопасные	ООО "Эверест"
33. Каменский городской округ	Отвал вскрышных пород Походиловского карьера, д. Походилова		1,8	54,989	Рыхлые вскрышные породы	ООО "Мабл"
34. То же	Отвал вскрышных пород Кошкаринского месторождения мрамора, д. Походилова		0,84	0,04	Рыхлые вскрышные породы	То же
35. Кушвинский городской округ	Отвалы вскрышных пород Центрального карьера, в т. ч. отвалы вскрышных пород шахты "Южная", г. Кушва	2006	47,4	30068,226	Скальные вскрышные породы силикатные, практически неопасные	Шахта "Южная" ОАО "Высокогорский горно-обогатительный комбинат"
36. Серовский городской округ	Шлаковый отвал, г. Серов		38, 51	5416,686	Шлаки производства ферросплавов; шлак ферросплавный при производстве феррохрома высокоуглеродистого (передельного); отходы газоочистки при производстве ферросплавов	АО "Серовский завод ферросплавов"

1	2	3	4	5	6	7
37. Городской округ Первоуральск	Шламонакопитель, г. Первоуральск		22,3	425,977	Осадки ванн травления; осадок нейтрализации сернокислотного электролита; отходы при водоподготовке	АО "Первоуральский новотрубный завод"
38. То же	То же	2006	7,5	2,847	Скальные вскрышные породы кремнистые, практически неопасные	То же
39. МО город Каменск-Уральский	Шламонакопитель (карта № 4), г. Каменск-Уральский	1988	0,8	17,881	Осадок механической очистки нефтесодержащих сточных вод, содержащий нефтепродукты в количестве 15 % и более; окалина замасленная прокатного производства с содержанием масла 15 % и более	ПАО "Синарский трубный завод"
40. То же	То же	1988	13,25	927,285	Осадок при обработке воды известковым молоком обезвоженный	То же
41. – // –	Шламонакопитель (карты № 2 и № 3), г. Каменск Уральский	1989	8,66	0,0000001	Скальные вскрышные породы кремнистые, практически неопасные	– // –
42. Качканарский городской округ	Хвостохранилище, г. Качканар	2021	1294, 7	1451219,293	Отходы (хвосты) мокрой магнитной сепарации железных руд	АО "ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат"

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7
43. Качканарский городской округ	Отвал вскрышных пород № 1, г. Качканар	2031	284,8	162612,94	Скальные вскрышные породы кремнистые, практически неопасные	АО "ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат"
44. То же	Отвал вскрышных пород № 4, г. Качканар	2031	375	278649,569	То же	То же
45. – // –	Отвал вскрышных пород № 7, г. Качканар	2017	96,9	44800	– // –	– // –
46. – // –	Отвал вскрышных пород б/н у Зайгоры, г. Качканар	1978	9	3200	– // –	– // –
47. – // –	Отвал вскрышных пород № 2, г. Качканар	2055	144,9	197291,657	– // –	– // –
48. – // –	Отвал вскрышных пород № 6, г. Качканар	1990	25,93	9280	– // –	– // –
49. – // –	Отвал вскрышных пород № 9, г. Качканар	1975	36,1	13120	– // –	– // –
50. – // –	Отвал вскрышных пород № 10, г. Качканар	1975	15,2	5440	– // –	– // –
51. – // –	Отвал вскрышных пород № 11, г. Качканар	1997	28,8	10240	– // –	– // –
52. – // –	Отвал вскрышных пород № 8, г. Качканар	1975	25,8	9280	– // –	– // –
53. – // –	Отвал вскрышных пород № 5, г. Качканар	1983	30,72	4800	– // –	– // –
54. – // –	Отвал вскрышных пород № 3, г. Качканар	1993	13	4800	– // –	– // –
55. Городской округ Первоуральск	Шламоотстойник УДСиО кварцитового рудника, г. Первоуральск		14,4	288,97946	Скальные вскрышные породы в смеси, практически неопасные	ОАО "Первоуральский динасовый завод"

1	2	3	4	5	6	7
56. МО г. Каменск- Уральский	Шламоотвал № 2, г. Каменск-Уральский	2021	205,64	42455,804	Отходы выщелачива- ния бокситов при производстве глинозе- ма	Филиал АО "РУСАЛ Урал" в Каменске- Уральском "Объеди- ненная компания РУСАЛ Уральский алюминиевый завод"
57. То же	Шламоотвал № 1 (карта аварийного слива), г. Каменск-Уральский	2028	15	1339	Отходы производства алюминия	То же
58. Североураль- ский городской округ	Породный отвал № 1 шахты "Кальинская", пос. Калья	2029	25,3	10499,72	Вмещающая (пустая) порода при проходке подземных горных выработок при добыче алюминийсодержащего сырья	АО "Севуралбокситруда"
59. То же	Породный отвал шахты "Красная шапочка" (16-16 бис), г. Североуральск	2008	6,9	3331,107	То же	То же
60. – // –	Породный отвал шахты "Красная шапочка" (14-14 бис), пос. 3-ий Северный	2021	10	7758,545	– // –	– // –
61. – // –	Породный отвал шахты "Черемуховская", пос. Черемухово		0,25	85,02	– // –	– // –

1	2	3	4	5	6	7
62. Североураль- ский городской округ	Породный отвал шахты "Красная шапочка" (15-15 бис), пос. 3-ий Северный		4,1	2368,6	Вмещающая (пустая) порода при проходке подземных горных вы- работок при добыче алюминий содержаще- го сырья	АО "Севуралбокситруда"
63. То же	Породный отвал шахты "Черемуховская", пос. Черемухово		0,16	8,06	То же	То же
64. – // –	То же		0,4	57,72	– // –	– // –
65. – // –	Породный отвал № 2 шахты "Кальинская", пос. Калья		6,7	2929,68	– // –	– // –
66. – // –	Породный отвал № 3 шахты "Кальинская", пос. Калья		3,2	2237,56	– // –	– // –
67. – // –	Породный отвал № 4 шахты "Кальинская", пос. Калья		4,4	2070,64	– // –	– // –
68. – // –	Породный отвал № 5 шахты "Кальинская", пос. Калья		3,24	1005,42	– // –	– // –
69. – // –	Породный отвал № 6 шахты "Кальинская", пос. Калья		1,52	269,88	– // –	– // –
70. – // –	Породный отвал шахты "Красная Шапочка" (14-14 бис), пос. Калья		2,77	400,4	– // –	– // –

1	2	3	4	5	6	7
71. Североуральский городской округ	Породный отвал шахты "Красная Шапочка" (14-14 бис), пос. 3-ий Северный		6	41,6	Вмещающая (пустая) порода при проходке подземных горных выработок при добыче алюминийсодержащего сырья	АО "Севуралбокситруда"
72. То же	Породный отвал шахты "Черемуховская", пос. Черемухово	2030	0,5	157,875	То же	То же
73. – // –	Породный отвал шахты "Ново-Кальинская", пос. Калья	2028	13,17	2400,383	Отходы добычи алюминийсодержащего сырья подземным способом	– // –
74. – // –	Породный отвал № 2 шахты "Красная Шапочка", г. Североуральск	2021	2,7	782,73	То же	– // –
75. – // –	Породный отвал № 1 шахты "Красная шапочка", г. Североуральск	2021	4,7	1109,42	– // –	– // –
76. – // –	Породный отвал Петропавловского карьера, г. Североуральск	2025	12	4972,001	Скальные вскрышные породы карбонатные, практически неопасные; отходы известняка, доломита и мела в кусковой форме, практически неопасные	– // –
77. Городской округ Краснотурьинск	Шламохранилище № 3, г. Краснотурьинск	2005	4,64	4,38	Отходы (хвосты) мокрой магнитной сепарации железных руд	Филиал АО "РУСАЛ Урал" в Краснотурьинске "Объединенная компания РУСАЛ Богословский алюминиевый завод"

1	2	3	4	5	6	7
78. Городской округ Краснотурьинск	Шламохранилище № 2, г. Краснотурьинск	2040	470,349	54657,04	Отходы производства алюминия	Филиал АО "РУСАЛ Урал" в Краснотурьинске "Объединенная компания РУСАЛ Богословский алюминиевый завод"
79. То же	Шламохранилище № 1, г. Краснотурьинск	1982	135,582	29567	То же	То же
80. Городской округ Красноуральск	Хранилище старогодних пиритных хвостов, г. Красноуральск	1965	90	6285,841	Отходы (хвосты) обогащения медных руд, практически неопасные	ОАО "Святогор"
81. То же	Сорьинское хвостохранилище, г. Красноуральск	2025	700	62989,22	Отходы производства суперфосфатов; отходы разложения природных фосфатов серной кислотой (фосфогипс) нейтрализованные при производстве фосфорной кислоты	То же
82. Городской округ Ревда	Хранилище старолежалых отходов ОАО "СУМЗ", г. Ревда	1990	8,74	299,03685	Осадок обводненный при нейтрализации сточных вод производства серной кислоты известковым молоком	ОАО "Среднеуральский медеплавильный завод"
83. То же	Малосернистое хвостохранилище ОАО "СУМЗ", г. Ревда		120,86	9476,263	Отходы обогащения медных руд и шлака медеплавильного производства в смеси	То же

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7
84. Городской округ Ревда	Шламохранилище фосфогипса ОАО "СУМЗ", г. Ревда		82,3	12252,502	Отходы производства суперфосфатов; отходы разложения природных фосфатов серной кислотой (фосфогипс), нейтрализованные при производстве фосфорной кислоты	ОАО "Среднеуральский медеплавильный завод"
85. МО г. Каменск-Уральский	Склад длительного хранения (шламовые карты в составе сооружений станции нейтрализации), г. Каменск-Уральский		0,55	0,004	Осадок (шлам) флоатационной очистки нефтесодержащих сточных вод, содержащий нефтепродукты в количестве 15 % и более	ОАО "Каменск-Уральский завод по обработке цветных металлов"
86. Городской округ Сухой Лог	Шлаковый отвал АО "Суходожское Литье", г. Сухой Лог		5,89	346,341	Шлак печей переплава алюминиевого производства; отходы газоочистки производства алюминия; песок формовочный горелый отработанный малоопасный	АО "Суходожский литейно-механический завод"
87. МО г. Екатеринбург	Шламонакопитель, г. Екатеринбург	1995	2,84	230,96	Вскрышные и вмещающие породы при добыче асбестовой руды	ПАО "Уральский завод тяжелого машиностроения"
88. Муниципальное образование Алапаевское	Площадка для хранения и сжигания шлама, пос. Верхняя Синячиха		2	4,342	Отходы производства угля древесного	ЗАО "Верхнесинячихинский лесохимический завод"

1	2	3	4	5	6	7
89. Горноуральский городской округ	Лайский карьер глиня, ст. Лая			2,34	Грунт, образовавшийся при проведении земляных работ, не загрязненный опасными веществами	АО "Строительная Керамика"
90. МО г. Нижний Тагил	Прудок-накопитель-усреднитель №2 БОС, г. Нижний Тагил	2200	8	0,02	Отходы (осадки) при механической и физико-химической очистке хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод	ПАО "Уралхимпласт"
91. То же	Шламохранилище в пойме р. Тагил, г. Нижний Тагил	2003	66,3	194,476497	Отходы газоочистки при производстве чугуна	АО "ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат"
92. – // –	Отвалы сталеплавильных и доменных шлаков на р. Сухая Ольховка, г. Нижний Тагил	2034	168,6	31831,096	Шлак доменный основной негранулированный; отходы газоочистки при производстве стали; окалина замасленная прокатного производства с содержанием масла менее 15 %; отходы литейных форм от литья черных металлов; отходы при водоподготовке; лом шамотного кирпича загрязненный	То же
93. – // –	Черемшанское шламохранилище, г. Нижний Тагил	1995	258,4	35918,983	Отходы (хвосты) мокрой магнитной сепарации железных руд	ОАО "Высокогорский горно-обогатительный комбинат"

1	2	3	4	5	6	7
94. МО г. Нижний Тагил	Каменский карьер № 1, г. Нижний Тагил		20,4	3205,502	Отходы (хвосты) мокрой магнитной сепарации железных руд	ОАО "Высокогорский горно-обогатительный комбинат"
95. То же	Шламохранилище ЛАЦ, г. Нижний Тагил	1974	22,6	3661,230552	То же	То же
96. – // –	Главный карьер, г. Нижний Тагил		99,6	0,000002	– // –	– // –
97. Верхнесалдинский городской округ	Шламонакопитель, г. Верхняя Салда		427,6444	517,312	Отходы при сборе и обработке сточных вод, вод систем оборотного водоснабжения	ПАО "Корпорация ВСМПО-АВИСМА"
98. МО г. Каменск-Уральский	Шламонакопитель № 4, внеплощадочных очистных сооружений, г. Каменск-Уральский	2014	0,7	18,213	Скальные вскрышные породы в смеси, практически неопасные	ОАО "Каменск-Уральский металлургический завод"
99. То же	Шламонакопитель № 5, г. Каменск-Уральский		1,75	58,973	Осадок (шлам) флотационной очистки нефтесодержащих сточных вод, содержащий нефтепродукты в количестве менее 15 %	То же
100. Серовский городской округ	Юго-западный отвал вскрышных и вмещающих пород, д. Новая Еловка	2014	84,1	43735,699	Глинистые вскрышные породы, практически неопасные	Серовский рудник ОАО "Уфалейникель"
101. То же	Восточный отвал вскрышных и вмещающих пород, д. Новая Еловка		78,6	37651,264	То же	То же

1	2	3	4	5	6	7
102. Асбестовский городской округ	Восточные отвалы, г. Асбест		998	3559616,444	Вскрышные и вмещающие породы при добыче асбестовой руды	ОАО "Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат"
103. То же	Отвал № 4-Ю, г. Асбест	1987	109,6	163300,385	То же	То же
104. – // –	Отвал № 3, г. Асбест	1987	199,7	414269,001	– // –	– // –
105. – // –	Отвал № 2, г. Асбест		154,8	288232,657	Вскрышные и вмещающие породы при добыче асбестовой руды; отходы дробления и классификации асбестовой руды, практически неопасные	– // –
106. – // –	Северо-Пролетарский отвал, г. Асбест		454	749393,5873	Отходы добычи асбеста	– // –
107. – // –	Отвал № 1, г. Асбест		111	169042,039	То же	– // –
108. – // –	Отвал фабрики № 5, полигон РМЗ, г. Асбест		137	62930,532	– // –	– // –
109. Полевской городской округ	Отвал вскрышных и вмещающих пород, г. Полевской	2020	6,6	705,433	Вскрышные породы в смеси, практически неопасные	АО "Карат", Полевской мраморный карьер

1	2	3	4	5	6	7
110. Горноуральский городской округ	Шлакоотвал, г. Нижний Тагил		27	5611,083	Шлаки сталеплавильные; отходы изготовления стержней и стержневой смеси на основе песка при литье металлов; песок формовочный горелый отработанный малоопасный; пыль газоочистки черных металлов незагрязненная; отходы металлической дробы с примесью шлаковой корки; лом футеровок печей плавки черных и цветных металлов	АО "Научно-производственная корпорация "Уралвагонзавод им. Ф. Э. Дзержинского"
111. Малышевский городской округ	Хвостохранилище, пос. Малышева		86,5	4872,908	Отходы добычи абразивных материалов, асбеста, кремнеземистой каменной муки, природных графитов, мыльного камня (талька), полевого шпата и т. д.	АО "Малышевское рудоуправление"
112. Городской округ Сухой Лог	Отработанный Курьинский карьер трепелов и опок, с. Куры	2052	30,33	7,815	цемент некондиционный пр. отходы	ОАО "Суходоложскцемент"
113. МО г. Алапаевск	Шлакоотвал, г. Алапаевск		5,6	940,902	Шлак доменный основной негранулированный	ООО "АМЗ-Техноген"

1	2	3	4	5	6	7
114. Верхнесалдинский городской округ	Шлаковый отвал, г. Верхняя Салда	2016	3,5	126,354124	Шлаки производства стали	ООО "Верхнесалдинский металлургический завод"
115. Ивдельский городской округ	Отвал слабоминерализованных пород Тарньерского месторождения, пос. Полуночное	2012	13	5328,357	Вскрышные породы в смеси практически неопасные	Северный медно-цинковый рудник, ОАО "Святогор" (Тарньерское месторождение, Шемурское месторождение)
116. То же	Отвал слабоминерализованных пород Шемурского месторождения, г. Ивдель	2025	9	249,278	То же	То же
117. – // –	Отвал скальных, полускальных и рыхлых пород Тарньерского месторождения, пос. Полуночное	2012	58,996	33274,097	Скальные вскрышные породы в смеси, практически неопасные	– // –
118. – // –	Отвал скальных и рыхлых пород № 1 Шемурского месторождения, г. Ивдель	2012	19,8	8491,475	То же	– // –

1	2	3	4	5	6	7
119. Ивдельский городской округ	Отвал скальных и рыхлых пород № 2 Шемурского месторождения, г. Ивдель	2016	42,4	18063,58	Скальные вскрышные породы в смеси, практически неопасные; рыхлые вскрышные породы в смеси, практически неопасные	Северный медно-цинковый рудник ОАО "Святогор" (Тарньерское месторождение, Шемурское месторождение)
120. Березовский городской округ	Отвал скальной и рыхлой вскрыши, пос. Монетный	2037	2,9	639,655	Песчаные вскрышные породы, практически неопасные; скальные вскрышные породы силикатные, практически неопасные	ГУП СО "Монетный щебеночный завод" - структурное подразделение "Монетный щебеночный карьер"
121. Сысертский городской округ	Шлаковый отвал, пос. Двуреченск		13,7	1175,551	Шлаки производства ферросплавов; шлак ферросплавный при производстве феррохрома высокоуглеродистого (передельного); отходы газоочистки при производстве ферросплавов	ООО "Ключевская обогатительная фабрика"
122. То же	Отвал Южно-Шабровского карьера, пос. Шабровский	2029	1,4	426	Отходы известняка, доломита и мела в кусковой форме практически неопасные; скальные вскрышные породы в смеси практически неопасные	ООО "Stone Capital" (карьер Южно-Шабровский)

1	2	3	4	5	6	7
123. Ивдельский городской округ	Отвал вскрышных пород, пос. Старая Сама	2031	15,1	3329,653	Вскрышные породы в смеси практически неопасные	"Марсятское рудоуправление" Филиал АО "Серовский завод ферросплавов"
124. То же	Шламонакопитель (шламохранилище), пос. Старая Сама	2021	55,7	806,423	Отходы первичной обработки известняка, доломита и мела	То же
125. Городской округ Дегтярск	Отвал вскрышных пород Южно-Вязовского карьера известняков, г. Дегтярск	2020	9,6	3981,564718	Скальные вскрышные породы карбонатные, практически неопасные	ООО "Уральское карьероуправление"
126. МО г. Нижний Тагил	Отвал вскрышных пород Соловьевогорского карьера, пос. Уралец	2078	4,42	97,09185	Скальные вскрышные породы кремнистые, практически неопасные	ООО "Соловьевогорский карьер"
127. Муниципальное образование Алапаевское	Отвал вскрышных пород карьера по добыче песка, пос. Бубчиково	2020	4,495	5,777	Глинистые вскрышные породы, практически неопасные	ООО "Карьер "Мысы"
128. Режевской городской округ	Отвал вскрышных пород Режевского месторождения строительного камня, пос. Озерный	2023	3	227,333	Скальные вскрышные породы кремнистые, практически неопасные	ЗАО "Режевской щебеночный завод"
129. МО г. Нижний Тагил	Шлакоотвал, г. Нижний Тагил	1986	31,89	175,162	Отходы при обработке отходов для получения вторичного сырья	ООО Производственно-коммерческое предприятие "Горбуновское"
130. Североуральский городской округ	Отвал рыхлой вскрыши, пос. Покровск-Уральский	2031	4,3	365,9709	Супесчаные вскрышные породы, практически неопасные	Филиал "Североуральский" ООО "Уральский щебень"

1	2	3	4	5	6	7
131. Полевской городской округ	Отвал вскрышных пород № 1 (рыхлая вскрыша) Черновского мраморного карьера, с. Мраморское	2040	0,9	62,28	Глинистые вскрышные породы, практически неопасные	ООО "Черновской мраморный карьер"
132. То же	Отвал вскрышных пород № 2 (скальная вскрыша, трещиноватые мрамора) Черновского мраморного карьера, с. Мраморское	2040	0,2	98,269	Скальные вскрышные породы карбонатные, практически неопасные	То же
133. Режевской городской округ	Шлаковый отвал, г. Реж		15,93	10842,741	Отходы металлургических производств	ООО "Собственность"
134. Муниципальное образование Алапаевское	Шламоотвал, пос. Верхняя Синячиха	2000	2,1	65,3	Шлам минеральный от газоочистки	ООО "НИГМАС"
135. То же	То же	2013	3	101,58	Отходы металлургических производств	То же
136. Городской округ Дегтярск	Отвал № 1 вскрышных пород месторождения Дегтярское, г. Дегтярск	2012	6,26	1253,197	Вскрышные породы	ООО "Уральское геологоразведочное предприятие"
137. Новолялинский городской округ	Шламонакопитель, г. Новая Ляля		7,3	1,0771	Отходы производства целлюлозы	ООО "Новолялинский целлюлозно-бумажный комплекс"
138. Городской округ Краснотурьинск	Хвостохранилище, г. Краснотурьинск	2017	162,8	10117,612	Отходы добычи металлических руд	ООО "Валенторский медный карьер"
139. Городской округ Ревда	Отвал рыхлых вскрышных пород, г. Ревда		24	232,5	Рыхлые вскрышные породы в смеси, практически неопасные	ООО "ИнвестПроект"

1	2	3	4	5	6	7
140. Сысертский городской округ	Отвал вскрышных пород Черемшанского участка Сысертского месторождения талька, пос. Первомайский	2025	1,4985	0,0000001	Отходы проведения вскрышных работ при добыче полезных ископаемых	ОАО "Сплав-1"
141. Городской округ Красноуральск	Система шламонакопителей станции нейтрализации, пос. Пригородный		2,31	67,454619	Отходы (осадки) при механической и биологической очистке сточных вод	ООО "Красноуральский химический завод"
142. Городской округ Нижняя Салда	Шлакоотвал, г. Нижняя Салда		7,8	455,058	Шлак доменный основной негранулированный	ООО "АМЗ-Техноген"
143. МО г. Алапаевск	Шламоотвал, г. Алапаевск	2012	7,1	180,67104	Отходы газоочистки при производстве чугуна	ОАО "Алапаевский металлургический завод"
144. Североуральский городской округ	Отвал № 2 скальных и рыхлых пород Ново-Шемурского месторождения, г. Североуральск	2031	73,2	31583,299	Рыхлые вскрышные породы в смеси, практически неопасные	Северный медно-цинковый рудник, ОАО "Святогор" (Ново-Шемурское месторождение)
145. То же	Отвал № 1 скальных пород Ново-Шемурского месторождения, г. Североуральск	2031	138	68753,279	Скальные вскрышные породы в смеси, практически неопасные	То же
146. Муниципальное образование Алапаевское	Отвал № 1 гравийно-галечных вскрышных пород, практически неопасных (дезинтегрированных габбро), пос. Ясашная	2099	18, 83	8,889	Гравийно-галечные вскрышные породы, практически неопасные	ООО "Горнодобывающие технологии"

1	2	3	4	5	6	7
147. Режевской городской округ	Отвал вскрышных пород (карьер Восточно-Хвощевского месторождения), г. Реж	2033	7,24	329,79	Глинистые вскрышные породы, практически неопасные	ООО "Карьер Глинский"
148. Городской округ Верх-Нейвинский	Пруд-накопитель отходов очистки сточных вод на оз. Глухое, пос. Нейво-Рудянка	1998	177,7	1,403	Отходы (осадки) от реагентной очистки сточных вод	МКУ "Служба Единого Заказчика"
149. Городской округ Ревда	Отвалы вскрышных пород, г. Ревда		95,2	26044,674	Скальные вскрышные породы кремнистые, практически неопасные	ОАО "Первоуральский динасовый завод" (карьер "Южный")
150. Малышевский городской округ	Отработанный карьер "М", пгт. Малышева		45,3	6168,015	Отходы добычи драгоценных и полудрагоценных камней, кроме алмазов	АО "Мариинский прииск"
151. То же	Склад длительного хранения отходов добывающей промышленности (галечника), пгт. Малышева		2,9	234,665	То же	То же

Перечень наилучших доступных технологий в соответствии с ИТС 49-2017 Добыча драгоценных металлов⁶

1 Перечень НДТ при добыче драгоценных металлов из россыпных месторождений

НДТ 1. Оптимизация технологии снятия талого слоя песков

Снятие талого слоя песков бульдозером с формированием бурта талых пород, предназначенных для отгрузки на промывку при дальности транспортирования талого слоя в бурт не более чем на 15–30 м со снижением общих затрат на транспортировку и расхода дизельного топлива.

НДТ 2. Замена бульдозерной транспортировки песков и торфов на автотранспортную

Замена дорогостоящей бульдозерной транспортировки песков в направлении к промывочной установке при разработке техногенных и целиковых запасов на автотранспортную транспортировку с загрузкой автосамосвалов из временных буртов.

НДТ 3. Выемка песков электрическими карьерными экскаваторами

Выемка песков высокопроизводительным выемочным оборудованием – электрическими карьерными экскаваторами (типа ЭКГ) с погрузкой и транспортировкой золотосодержащих песков автосамосвалами

2 Перечень НДТ при добыче драгоценных металлов из коренных (рудных) месторождений

2.1 Перечень НДТ при разработке коренных (рудных) месторождений драгоценных металлов открытым способом

НДТ 4. Применение современной горнотранспортной техники

Применение горнотранспортной техники с современными низкотоксичными двигателями, соответствующими требованиям Евро 3.

НДТ 5. Использование современных систем инициирования

Использование при ведении взрывных работ современных систем инициирования (например, неэлектрических систем инициирования СИНВ с индивидуальным замедлением взрывания каждого заряда), благодаря которым достигается низкий сейсмический эффект и слабая интенсивность воздушных ударных волн, малый разлет кусков горной массы при взрыве.

2.2 Перечень НДТ при разработке коренных (рудных) месторождений драгоценных металлов подземным способом

НДТ 6. Закладка выработанного пространства

Применение систем разработки с закладкой выработанного пространства породами от проходческих работ со снижением количества складированных пустых пород на поверхности, ликвидацией формирования подземных полостей и отрицательных гравитационных процессов. Использование современных маневренных погрузочно-доставочных машин (ПДМ), в ковше которых транспортируется порода, позволяет добиться высокого уровня производительности закладочных работ.

НДТ 7. Увеличение доли селективной добычи руды

Увеличение удельного соотношения систем разработки с селективной добычей полезного ископаемого позволяет, особенно при отработке тонких и маломощных рудных тел, снизить разубоживание руды пустыми породами и грузооборот как внутри рудника, так и на поверхности, уменьшить затраты на ГСМ при транспортировании и перегрузке руды, уменьшить удельные расходы применяемого ВВ при очистных работах на единицу объема

⁶ ИТС 49-2017 Добыча драгоценных металлов. М.: Бюро НДТ, 2017. 151 с.

полезного ископаемого. При этом сокращается расход воздуха на проветривание рудника, снижается объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и уменьшаются затраты на электроэнергию при вентиляции рудников.

НДТ 8. Оборудование двигателей современными каталитическими нейтрализаторами

Использование современного подземного самоходного оборудования с дизельными двигателями класса не ниже Евро 3 и оборудованного современными каталитическими нейтрализаторами.

НДТ 9. Использование новых эффективных взрывчатых веществ и передовых технологий взрывания

Использование передовых технологий при производстве буровзрывных работ с применением наиболее эффективных взрывчатых веществ, в том числе с минимальным (нулевым) кислородным балансом, и новых технологий взрывания.

2.3 Перечень НДТ по снижению выбросов взвешенных веществ в атмосферный воздух при разработке россыпных и коренных (рудных) месторождений драгоценных металлов

НДТ 10. Организация хранения, перегрузки и транспортировки горной массы

Организация хранения, погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки горной массы осуществляется с применением следующих технологических подходов:

- организация хранения, перегрузок и перевозок, обеспечивающих минимизацию попадания пылящих материалов в окружающую среду;
- сокращение числа промежуточных узлов и мест перегрузок;
- использование устройств, установок для выравнивания и уплотнения верхнего слоя пылящих грузов в железнодорожных вагонах.

НДТ позволяет сократить количество выбросов взвешенных веществ в атмосферный воздух от процессов хранения, перегрузки и транспортировки пылящих материалов.

НДТ 11. Орошение пылящих поверхностей

С целью сокращения пыления поверхностей дорожного полотна, складов, породных отвалов, сухих пляжей хвостохранилищ, земель, подлежащих рекультивации, сдувания и уноса материала при перевозке в открытых вагонах, из экскаваторных забоев и др. в теплый сухой период года осуществляется их орошение и укрепление внешнего слоя пылящих поверхностей путем применения:

- систем пылеподавления водяным орошением с использованием поливочных машин, установок, распылителей;
- систем пылеподавления, если применимо, пылесвязывающими жидкостями (растворами неорганических и органических веществ, ПАВ, полимерными веществами, эмульсиями и другими химическими реагентами), создающими на поверхности обрабатываемого материала утолщенную эластичную и долговременную корку.

НДТ 12 Рекультивация пылящих поверхностей

Озеленение пылящих поверхностей (откосов породных отвалов, терриконов) – посев трав и саженцев на неиспользуемых территориях с целью закрепления внешнего слоя пылящих поверхностей, сокращения площади неорганизованных источников пыления.

Применение НДТ способствует защите пылящих поверхностей от ветровой эрозии, сокращению площади неорганизованных источников пыления.

В качестве технологических показателей при применении НДТ в области снижения выбросов взвешенных веществ в атмосферный воздух при разработке россыпных и коренных (рудных) месторождений драгоценных металлов устанавливается концентрация загрязняющих (маркерных) веществ, которая определяется в атмосферном воздухе на границе СЗЗ предприятия, согласно программе производственного экологического контроля.

2.4 Перечень НДТ при первичной переработке минерального сырья процессами обогащения

НДТ 13 Применение предварительной рентгенорадиометрической или фотометрической сепарации

Применение предварительной сепарации (рентгенорадиометрической, фотометрической) для выделения обогащенной рудной фракции с ее последующей переработкой методами обогащения и/или гидрометаллургии.

НДТ 14 Обогащение гравитационными методами

Процесс гравитационного обогащения минерального сырья с применением отсадочных машин, шлюзов, центробежных концентраторов и концентрационных столов, получение гравитационного концентрата с его реализацией или первичной переработкой цианированием (интенсивным цианированием), направлением хвостов гравитации на первичную переработку методами цианирования или в отвал, на полигон или в хвостохранилище.

НДТ 15 Обогащение флотационными методами

Процесс флотационного обогащения минерального сырья с получением флотационного концентрата, его реализацией или первичной переработкой цианированием, направлением хвостов обогащения в отвал или на первичную переработку методами цианирования.

НДТ 16 Применение комбинированных схем гравитационно-флотационного обогащения

Применение комбинированных схем обогащения минерального сырья гравитацией и флотацией хвостов гравитации с получением гравитационного и флотационного концентратов, их реализацией в качестве готового продукта или первичной переработкой отдельно методами интенсивного и сорбционного цианирования или совместно методом сорбционного цианирования.

НДТ 17 Флотационное обогащение со складированием хвостов в наливное (намывное) хвостохранилище

Флотационное обогащение минерального сырья с применением бутилового ксантогената калия, сернистого натрия и других флотационных реагентов, получением флотационного концентрата, его реализацией или первичной переработкой цианированием, направлением хвостов обогащения в наливное или намывное хвостохранилище или на первичную переработку методами цианирования, возврат осветленной оборотной воды из хвостохранилища в технологический цикл предприятия.

НДТ 18 Флотационное обогащение с фильтрацией хвостов и складированием кеков на полигоне (хвостохранилище)

Флотационное обогащение минерального сырья с применением бутилового ксантогената калия, сернистого натрия и других флотационных реагентов, получением флотационного концентрата, его реализацией или первичной переработкой цианированием, фильтрации хвостов обогащения с использованием фильтрата в технологическом цикле предприятия, складирование кеков фильтрации на полигоне (хвостохранилище).

НДТ 19 Применение скоростной флотации в цикле измельчения

Применение скоростной флотации из циркуляционной нагрузки мельниц, объединение полученного концентрата с конечным концентратом традиционного контура обогащения, дальнейшей переработкой объединенного концентрата по гидрометаллургическим схемам или реализацией в качестве готового продукта.

2.5 Перечень НДТ при первичной переработке минерального сырья процессами гидрометаллургии

НДТ 20. Бактериальное вскрытие минерального сырья

Вскрытие минерального сырья с применением биологических методов разрушения сульфидов с последующим цианированием (сорбционным цианированием). Технология включает измельчение материала до крупности менее 0,2 мм, обработку пульпы в биореакторах с нейтрализацией кислоты и отмывкой (фильтрация или декантация), цианирование в

агитационном сорбционном режиме при концентрации NaCN 0,2–3 г/л, складирование хвостов цианирования.

НДТ 21. Автоклавное вскрытие минерального сырья

Автоклавное вскрытие минерального сырья (руд, концентратов) при повышенной температуре и давлении с окислением сульфидов и последующим цианированием (сорбционным цианированием). Технология включает измельчение материала до крупности менее 0,1 мм, обработку пульпы в автоклавах, нейтрализацию кислоты, отмывку (фильтрация или декантация), цианирование в агитационном сорбционном режиме при концентрации NaCN 0,2–3 г/л, складирование хвостов цианирования.

НДТ 22. Цианирование со складированием хвостов в наливное (намывное) хвостохранилище

Цианирование минерального сырья со складированием хвостов в хвостохранилище и оборотом цианидсодержащих растворов. Технология включает измельчение материала до крупности менее 0,2 мм, цианирование измельченного продукта в агитационном сорбционном режиме при концентрации NaCN 0,2–3 г/л, складирование хвостовой пульпы в наливное или намывное хвостохранилище и возврат осветленных цианидсодержащих растворов из хвостохранилища в технологический цикл.

НДТ 23. Цианирование с фильтрацией хвостов и складированием кеков на полигоне-хвостохранилище

Цианирование минерального сырья (руд, концентратов, хвостов обогащения) с полусухим складированием хвостов и внутрифабричным оборотом цианистых растворов (фильтрата). Технология включает измельчение материала до крупности менее 0,2 мм, цианирование измельченного продукта в агитационном сорбционном режиме при концентрации NaCN 0,2–3 г/л, фильтрацию хвостов цианирования до остаточной влажности кека 10 – 30 %, использование цианистых фильтратов в технологическом цикле предприятия, складирование хвостов в виде кеков фильтрации на полигоне/хвостохранилище.

НДТ 24. Цианирование, фильтрация, осаждение драгоценных металлов цинковой пылью

Цианирование минерального сырья с получением фильтрата и осаждением из него драгоценных металлов цинковой пылью. Технология включает измельчение материала до крупности менее 0,2 мм, цианирование измельченного продукта в агитационном режиме при концентрации NaCN 0,2–3 г/л, фильтрацию хвостов цианирования с промывкой, осаждение золота из фильтратов цинковой пылью.

НДТ 25. Переработка лежалых хвостов амальгамации

Технология включает гравитационное обогащение хвостов амальгамации с получением концентратов с содержанием золота не менее 20 г/т и возвратом хвостов обогащения в хвостохранилище на место изъятия лежалых хвостов. Полученный гравиоконцентрат доизмельчают до крупности менее 0,1 мм, фильтруют, распульповывают обратным цианистым раствором и цианируют в агитационном сорбционном режиме. Хвосты цианирования фильтруют, цианистый фильтрат направляют на распульповку кека питания цианирования. Кек от фильтрации хвостов цианирования распульповывают водой из хвостохранилища и хлорируют с применением гипохлорита кальция и извести до полного разрушения растворимых цианидов. Обезвреженные хвосты цианирования возвращают в хвостохранилище на место изъятия.

НДТ 26. Переработка упорных золотосодержащих концентратов с применением сверхтонкого помола

Переработка упорных золотосодержащих концентратов с применением сверхтонкого помола. Технология включает бисерный помол золотосодержащих концентратов до крупности 5–20 мкм, снижающий их упорность, цианирование в агитационном сорбционном режиме при концентрации NaCN 0,5–3 г/л, фильтрацию хвостов цианирования (без промывки) до остаточной влажности кека 30 – 50 %, складирование кеков фильтрации на полигоне/хвостохранилище, кондиционирование жидкой фазы пульпы и обратное использование кондиционированной жидкой фазы в цикле выщелачивания.

НДТ 27. Интенсивное цианирование золотосодержащих гравеоконцентратов

Интенсивное цианирование богатых золотосодержащих гравеоконцентратов, получаемых при добыче драгоценных металлов из руд или россыпей, на малотоннажных гравитационных обогатительных фабриках. Технология включает гравитационное обогащение материала с доводкой и получением концентратов с содержанием золота не менее 50 г/т, интенсивное цианирование гравеоконцентратов при концентрации NaCN 3–20 г/л с добавкой реагентов-ускорителей, направление хвостов цианирования в цикл фабричного цианирования (руда) или обезвреживание цианистых отходов и их складирование совместно с хвостами обогащения (россыпи).

2.6 Перечень НДТ по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при первичной переработке минерального сырья

НДТ 28. Применение технологических методов и оборудования для снижения выбросов загрязняющих веществ при первичной переработке минерального сырья

С целью снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при первичной переработке минерального сырья используются технологические методы и приемы, такие как поддержание заданного уровня pH пульпы, контроль расходования растворов реагентов, а также газоочистное оборудование.

В качестве технологических показателей при применении НДТ в области минимизации негативного воздействия на атмосферный воздух при первичной переработке минерального сырья устанавливается концентрация загрязняющих (маркерных) веществ, которая определяется в аспирационном воздухе, выбрасываемом из организованных источников предприятия согласно программе производственного экологического контроля.

3 Перечень НДТ при первичной переработке минерального сырья применением геотехнологий

НДТ 29. Кучное выщелачивание

Формирование из минерального сырья (руды, хвосты обогащения) штабелей с их орошением цианистыми растворами и растворением драгоценных металлов. Технология включает дробление материала, его окомкование (агломерацию), укладку штабеля на гидроизолированном основании, орошение штабеля цианистыми растворами со сбором дренажных вод и извлечением из них металла, повторным использованием обезметалленного цианистого раствора в системе оборотного водоснабжения. Хвосты кучного выщелачивания консервируются на месте либо вывозятся в спецотвал (хвостохранилище).

НДТ 30. Подземное выщелачивание

Прокачивание раствора, содержащего растворитель драгоценных металлов, через рудное тело, залегающее в недрах, с помощью закачных и откачных скважин. Технология включает организацию, при необходимости, подземных взрывов в рудном теле для его дробления и создания проницаемости, оконтуривание рудного тела системой закачных и откачных скважин, прокачку с помощью этих скважин выщелачивающего раствора, содержащего растворитель драгоценных металлов (гипохлорит, цианид и др.), обезметалливание продуктивного раствора с его последующим доукреплением и повторной закачкой, получение после обезметалливания лигатурного металла.

4 Перечень НДТ по обращению с вскрышными и вмещающими породами

НДТ 31. Использование вскрышных и вмещающих пород

Использование вскрышных пород, образующихся в процессе производства горных работ на россыпях и карьерах, для обратной закладки выработанного пространства, рекультивация нарушенных земель с применением вскрышных пород позволяет снизить количество складироваемых пустых пород на поверхности и /предотвращает изъятие земель под склады для размещения отходов производства.

НДТ 32 Применение специальных систем складирования вскрышных и вмещающих пород

Применение специальных систем складирования вскрышных пород, предотвращающих образование поверхностных потоков дренажных вод с использованием складированного материала (вскрышных пород) для строительства оснований соответствующих породных складов.

НДТ 33. Формирование месторождений общераспространенных полезных ископаемых из складированных вскрышных пород

Формирование месторождений общераспространенных полезных ископаемых (ОРПИ) вскрышных пород в местах их складирования

5 Перечень НДТ по оборотному водоснабжению, очистке сточных вод, обезвреживанию и складированию хвостов

НДТ 34. Кондиционирование медьсодержащих цианистых растворов

Кондиционирование медьсодержащих цианистых технологических растворов с извлечением меди в ликвидный концентрат, регенерацией свободного цианида и организацией полного оборотного водоснабжения предприятия.

НДТ 35. Оптимизация конструктивных параметров площадок россыпной добычи

Оптимизация конструктивных параметров площадок россыпной добычи драгоценных металлов с проходкой нагорных канав, временным отводом русел рек за пределы площади горных работ строительством руслоотводных дамб и плотин илоотстойников, строительством отстойников оборотной воды и организацией системы полного оборотного водоснабжения.

НДТ 36. Организация прудов-отстойников карьерных и шахтных вод

Организация прудов-отстойников карьерных и шахтных вод с использованием фильтрующих дамб и методов первичной водоподготовки, реализация максимально возможного использования воды прудов-отстойников для внутренних целей, в том числе пылеподавления и полива внутренних технологических дорог и сбросом излишков вод в поверхностные водоемы.

НДТ 37. Очистка сбрасываемых карьерных и шахтных вод

Применение для очистки сбрасываемых сточных вод отстойников, илоотстойников, биологических прудов, установок по эффективной очистке от техногенных загрязнений с механической, реагентной, физико-химической, мембранной технологиями.

В качестве технологических показателей при применении НДТ в области минимизации негативного воздействия на водные объекты при извлечении минерального сырья из недр открытым и подземным способами устанавливается средний уровень концентраций загрязняющих (маркерных) веществ, которые определяются в воде, сбрасываемой в принимающий водный объект согласно программе производственного экологического контроля.

НДТ 38. Обезвреживание цианидсодержащих хвостовых пульп реагентами

Обезвреживание хвостов, сбрасываемых в хвостохранилища, с применением в качестве обезвреживающих реагентов гипохлоритов, диоксида серы, метабисульфита, растворов альдегидов (формальдегида) и других.

НДТ 39. Доизвлечение металла в хвостохранилище

Использование гидротехнических сооружений в качестве технологических емкостей для осуществления процесса дополнительного растворения (довыщелачивания) драгоценных металлов из хвостов цианирования путем их длительного контактирования с цианидсодержащей жидкой фазой хвостохранилища. Дополнительно растворенные драгоценные металлы, содержащиеся в жидкой фазе хвостохранилища, могут быть извлечены либо в отдельных аппаратах (сорбционных колоннах), либо подачей обогащенного дорастворенным металлом раствора в качестве оборотной воды в фабричную технологию.

НДТ 40. Формирование техногенных месторождений драгоценных металлов в местах складирования хвостов

Формирование техногенных месторождений драгоценных металлов в местах складирования хвостов обогащения и гидрометаллургической переработки руд, вскрышных пород. Организация учета количества укладываемых хвостов и вскрышных пород, содержания в них ценных веществ для объемного моделирования формируемого техногенного месторождения.

НДТ 41. Применение сезонных технологий обезвреживания хвостовых пульп

Применение сезонных технологий обезвреживания хвостовых пульп с использованием в качестве обезвреживающего реагента растворов альдегидов (формальдегида).

НДТ 42. Обработка хвостов цианирования в центробежных сепараторах с извлечением недорастворенного золота

Обработка хвостов цианирования в центробежных сепараторах с извлечением недорастворенного золота в виде гравитационного концентрата и возвратом его в цикл рудоподготовки (операции измельчения).

НДТ 43. Обратное водоснабжение процессов первичной переработки минерального сырья, содержащего драгоценные металлы

Первичная переработка минерального сырья, содержащего драгоценные металлы, при оборотном (повторном) использовании технологических вод и растворов в процессах рудоподготовки, обогащения, гидрометаллургии, обезвреживания хвостов. Образование и использование оборотных вод может быть организовано внутри технологических процессов, например на операциях сгущения, фильтрации и т. п. (внутрифабричный водооборот), так и при осветлении хвостов в хвостохранилищах, полигонах (внешний водооборот). При необходимости подготовки вод к повторному использованию могут быть применены процессы их кондиционирования с удалением (обезвреживанием) веществ, снижающих эффективность извлечения драгоценных металлов.

Научное издание

Людмила Анатольевна Мочалова
Ольга Геннадьевна Соколова

ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА
ПЕРЕХОДА К ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКЕ
В СФЕРЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Научная монография

Редактор изд-ва Л. В. Устьянцева
Компьютерная верстка Л. А. Мочаловой
Дизайн обложки И. А. Крестьяниновой

Подписано в печать 24.12.2020 г.
Бумага офсетная. Формат 60 x 84 1/16. Гарнитура Times New Roman.
Печать на ризографе. Печ. л. 9,25. Уч.-изд. л. 8,25. Тираж 50. Заказ

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30,
Уральский государственный горный университет.
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ.