

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт инженерной физики и радиоэлектроники
Кафедра экспериментальной физики и инновационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.А.Орлов
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Циркулярная экономика как модель инновационного развития региона

27.04.05 – Инноватика

27.04.05.01 – Управление инновациями

Руководитель	_____	канд. физ.-мат. наук, доцент	<u>А.К. Москалев</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>В.А. Юсупова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	канд. физ.-мат. наук, зав. лаб. ФИЦ КНЦ СО РАН Института леса им. В.Н. Сукачева	<u>А.В. Шашкин</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Диссертация содержит пояснительную записку, состоящую из 76 страниц, 21 рисунка, 18 таблиц, 40 источников.

ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ, КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ, ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ЗАКУПКИ, АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ, АНАЛИЗ РИСКОВ.

Объект исследования - концепция циркулярной экономики.

Предмет исследования - перспективы применения модели циркулярной экономики и циркулярных процессов для экономики Красноярского края (на примере использования отходов производства АО «Русал-Ачинск»).

Целью работы является разработка модели циркулярных бизнес-процессов и оценка уровня их эффективности на примере Красноярского края.

В ходе выполнения магистерской диссертации было систематизировано теоретико-методологическое представление о концепции циркулярной экономики, проанализировано современное экономическое и экологическое состояние Красноярского края; обоснована роль государства в развитии концепции, выявлены потенциальные области (отрасли) внедрения бизнес-моделей циркулярной экономики; оценена эффективность разработанных предложений с применением системного подхода к оценке эффективности, а также определены основные виды рисков в процессе реализации концепции.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Концепция циркулярной экономики. Основные положения	6
1.1 Экономико-экологическое окружение.....	6
1.2 Принципы и бизнес-модели циркулярной экономики.....	13
2 Циркулярная экономика как экономическая модель.....	20
2.1 Логико-структурный подход. Анализ заинтересованных сторон.....	20
2.2 Роль государства в формировании циркулярной экономики	26
2.3 Процессный подход	33
2.4 Системный поход.....	38
3 Циркулярная экономика как модель инновационного развития региона	44
3.1 Использование отходов глиноземного производства в строительстве автодорог как пример внедрения процессов циркулярной экономики в регионе	44
3.2 Комплексная оценка эффективности проекта	55
3.3 Анализ рисков.....	61
Заключение	69
Список использованных источников	72

ВВЕДЕНИЕ

Достижение устойчивого экономического роста является одним из ключевых вопросов для экономики любой страны. При этом в современном представлении в понятие устойчивого роста вкладывают не только положительную динамику экономических показателей, в также социальную стабильность и экологическое равновесие, которым в последнее время уделяется все большее внимание. Трансформация традиционной модели экономики с учетом экологических задач становится общемировым трендом. В рамках этой тенденции одной из моделей достижения устойчивого развития является циркулярная экономика.

В последние годы концепция циркулярной экономики привлекает все больше внимания. Эта концепция характеризуется экономичностью, которая является регенеративной и регенеративной по своей природе и направлена на то, чтобы товары, компоненты и материалы всегда были максимально пригодными для использования и имели ценность. Циркулярная экономика задумана как непрерывный позитивный цикл развития, который защищает и увеличивает природный капитал, оптимизирует рентабельность ресурсов и сводит к минимуму системный риск за счет управления конечными запасами и возобновляемыми потоками. Модель эффективно работает в любом масштабе, и в конечном итоге предназначена для отделения последствий глобального экономического развития от конечного потребления ресурсов.

Практический переход к циркулярной экономике для России является особенно актуальным. Острота вопроса обусловлена значительными объемами образующихся отходов, ухудшающейся экологической ситуацией и проблемой истощения ресурсной базы. Наряду с перечисленными проблемами, в России отсутствует необходима инфраструктура для внедрения более экологических и эффективных моделей управления ресурсами и отходами, не уделяется необходимого внимания таким инструментам циркулярной экономики, как

экологический дизайн продукции, инновационные циркулярные бизнес-модели, глобальные замкнутые цепи поставок [1].

Актуальность модели циркулярной экономики для Красноярского края обусловлена концентрацией промышленных предприятий в регионе, и, как следствие, стремительно ухудшающемся состоянии окружающей среды.

Таким образом, в качестве объекта исследования в данной магистерской диссертации рассматривается концепция циркулярной экономики. Предмет исследования - перспективы применения модели циркулярной экономики и циркулярных процессов для экономики Красноярского края (на примере отходов производства АО «Русал-Ачинск»).

Целью работы является разработка модели циркулярных бизнес-процессов для Красноярского края и оценка уровня их эффективности. Для реализации цели поставлены следующие задачи:

- систематизировать теоретико-методологические представления о концепции циркулярной экономики;
- проанализировать современное экономическое и экологическое состояние Красноярского края;
- выявить потенциальные области (отрасли) внедрения бизнес-моделей циркулярной экономики;
- оценить эффективность разработанных предложений;
- определить основные виды отраслевых рисков в процессе реализации концепции экономики замкнутого цикла.

Научная значимость исследования заключается в теоретико-методологическом исследовании модели циркулярной экономики и разработки модели её применения для региона.

1 Концепция циркулярной экономики. Основные положения

1.1 Экономико-экологическое окружение

Тенденцией современного развития общества является осознание необходимости решения проблемы нерационального использования ресурсов и охраны окружающей среды, перехода к более устойчивому развитию экономической системы, а также повышение эффективности использования материальных ресурсов.

Фундаментальным вызовом для долгосрочного создания мирового благосостояния является совокупность негативных экологических последствий, связанных с линейной моделью. Истощение резервов и все большая деградация природного капитала сказываются на производительности экономики. Элементы, способствующие этому экологическому давлению, включают изменение климата, утрату биоразнообразия и природного капитала, деградацию земель и загрязнение океана.

Изменение климата оказывает значительное влияние на мировую экономику, а также ускоряет негативные изменения во многих отраслях хозяйственной деятельности. Нехватка пресной воды, вызванная потеплением, проблемы продовольствия, стихийные бедствия, миграция являются причинами изменений в ключевых отраслях, таких как энергетика, транспорт, строительство, сельское хозяйство и ведут к трансформации глобальных экономических процессов.

Хозяйственная деятельность человечества, сопровождаемая выбросом парниковых газов, является одним из основным факторов, влекущих за собой изменение климата. К парниковым газам относятся прежде всего углекислый газ (CO₂) и метан (CH₄), доли которых в общих выбросах парниковых газов в России в 2018 году составили 63,1% и 32,4% соответственно [2]. Интенсификация сжигания угля, нефти, газа и других видов ископаемого топлива, а также развитие сельского хозяйства обуславливают увеличение концентрации

углекислого газа и метана в атмосфере. Рост содержания парниковых газов в атмосфере влечет за собой наращение парникового эффекта и, как следствие, повышение приземной температуры воздуха (рисунок 1).

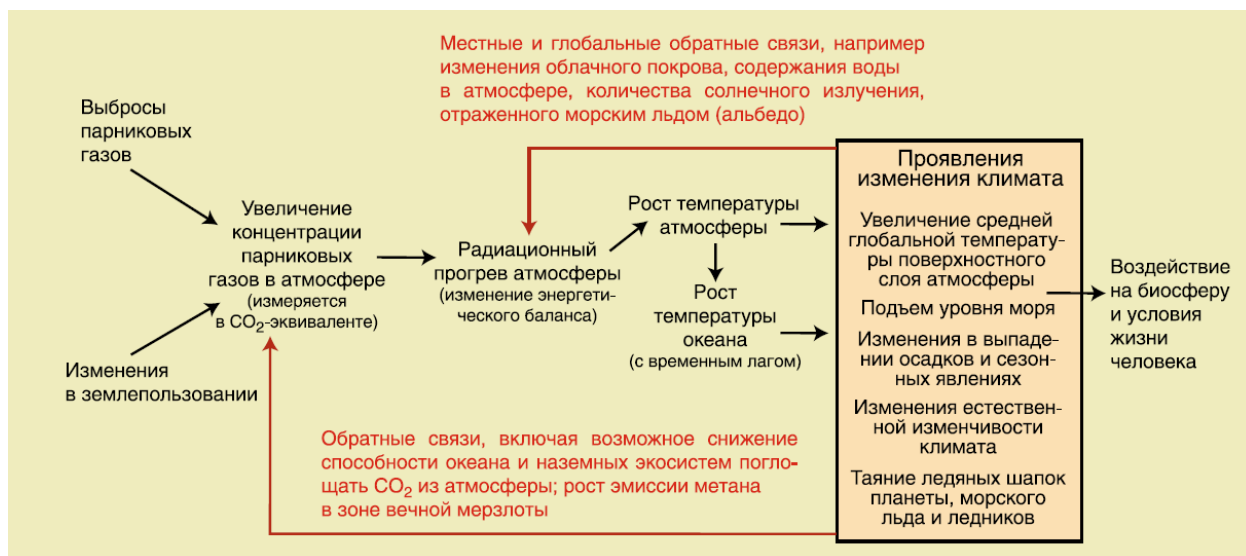


Рисунок 1 - Сводная схема взаимодействий и обратных связей изменения климата

Наиболее актуальные данные по объемам образования углекислого газа в межстрановом разрезе представлены в ежегодном отчете транснациональной нефтегазовой компании British Petroleum (далее — BP) «BP Statistical Review of World Energy». По данным BP, общий объем CO₂ в мире в 2018 году достиг 33,9 млрд т, увеличившись на 2,0% (максимальный прирост показателя за последние семь лет) [3]. Наибольший вклад в увеличение объема выбросов внесли развивающиеся экономики, в то время как страны Европейского союза сократили выбросы. Россия — четвертая страна в мире по выбросам углекислого газа. Как показано на рисунке 2, в 2018 году Китай по-прежнему демонстрировал наибольшие объемы выбросов CO₂ в мире (27,6% от совокупного объема), на втором месте остаются США (15,2%), далее Индия (7,0%), Россия (4,6%) и Япония (3,5%).

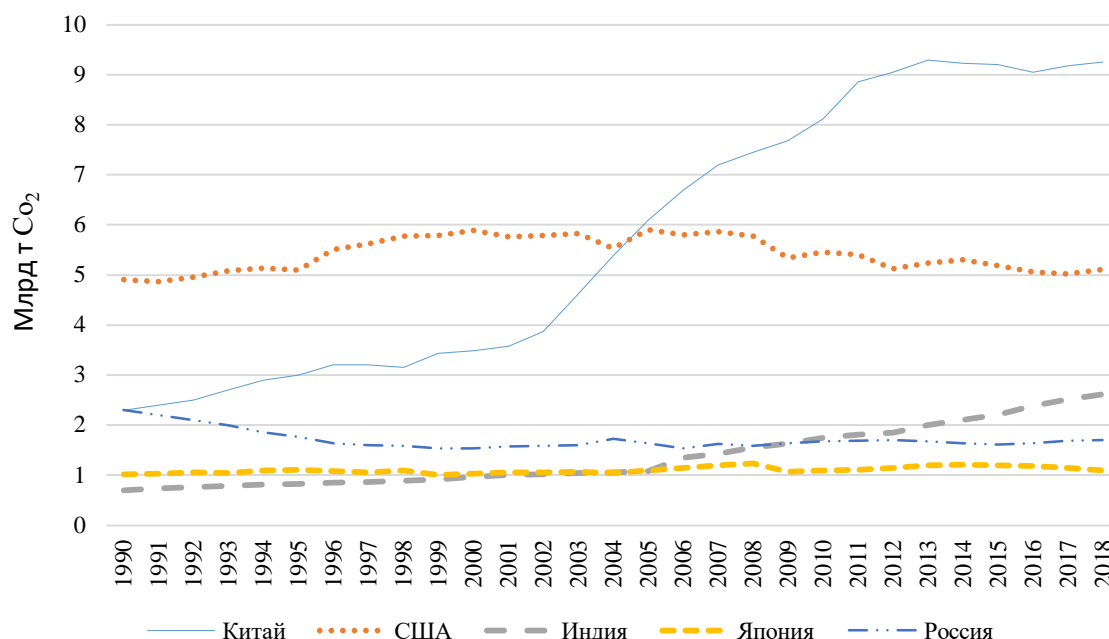


Рисунок 2 – Выбросы CO₂ по ведущим странам и регионам мира, млрд т CO₂ [4]

По данным Росгидромета, за последние 100 лет на территории России среднее значение температуры возросло на 1,29°С, а в некоторых арктических районах рост температуры зафиксирован около 3–4°С, тогда как среднемировое потепление составило примерно 0,8°С [5].

Согласно докладу Николаса Стерна, британского экономиста, специалиста по экономике развития и изменению климата, наибольшая доля выбросов образуется за счет сжигания ископаемого топлива. Стоит отметить, что свой вклад в этот процесс сносит не только энергетическая отрасль, но также промышленность, строительство, транспорт. В условиях отсутствия целенаправленных мер по ограничению и снижению выбросов углекислого газа, то его рост, особенно в энергетическом секторе, может стать угрозой и, следовательно, более чем вероятно, что к 2050 году температура будет повышаться не на безопасные 2-3°С к 2050 г., а на 5-6°С и выше, что повлечет за собой катастрофические последствия для всех отраслей экономики [6].

Около 60% выбросов углекислого газа в России осуществляется в секторе электро- и теплоэнергетики. За 2000-2015 годы объем выбросов в данном секторе сократился на 50 млн т CO₂-экв., или на 5% при росте физических показателей производства отрасли [7]. Именно в производстве электро- и теплоэнергии заключается наибольший потенциал повышения энергоэффективности и сокращения выбросов (рисунок 3)

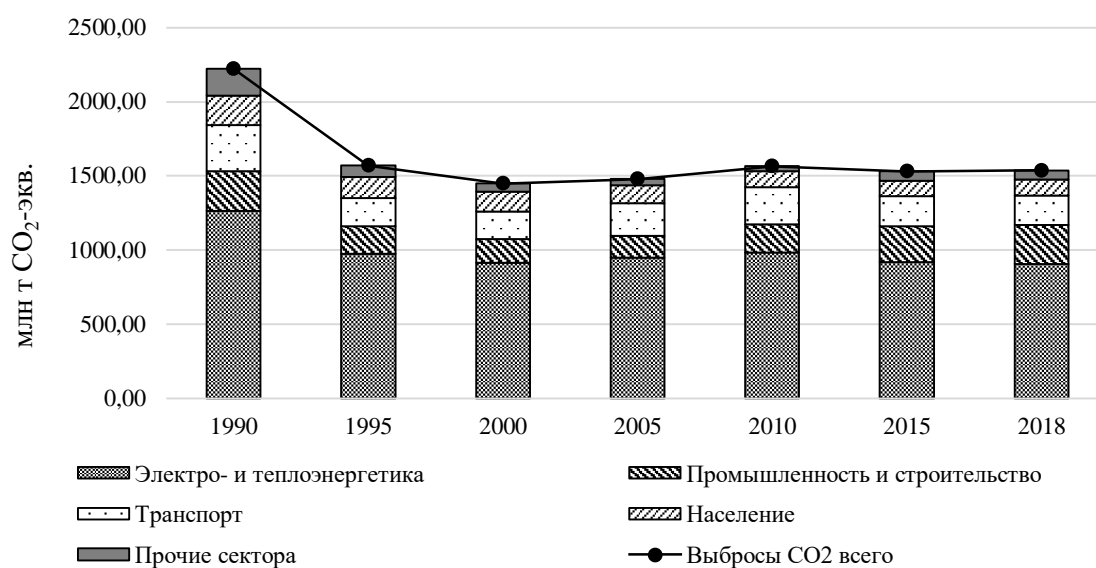


Рисунок 3 - Выбросы углекислого газа в России и их отраслевая структура [7]

По данным Росстата совокупный объем выбросов загрязняющих атмосферу веществ в 2018 году составил 32,3 млн т, из которых 17,1 млн т выброшено стационарными источниками и 15,3 млн т — передвижными источниками (транспортными средствами). Больше всего выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в 2018 году пришлось на Красноярский край, Кемеровскую область, Ханты-Мансийский автономный округ. Статистические данные по наибольшим объемам выбросов загрязняющих веществ приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Регионы с наибольшим выбросом загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников [8]

Регион	Выбросы, млн т					Удельные выбросы (кг/чел), 2018
	2000	2005	2010	2017	2018	
Красноярский край	2,66	2,54	2,49	2,37	2,32	806,6
Кемеровская область	1,08	1,28	1,41	1,49	1,38	515,6
Ханты-Мансийский автономный округ	1,3	3,02	2,13	1,41	1,38	829,6
Свердловская область	1,47	1,18	1,17	0,93	0,86	198,3
Краснодарский край	0,58	1,07	0,89	0,79	0,74	1373,9

Необходимость внедрения моделей циркулярной экономики для России обоснована высокими объемами образующихся отходов, которые часто значительно превышают параметры, характерные для развитых стран за рубежом. В России ежегодно образуется до 7 млрд т отходов производства и потребления, при этом уровень переработки крайне низок и составляет 5-7%.

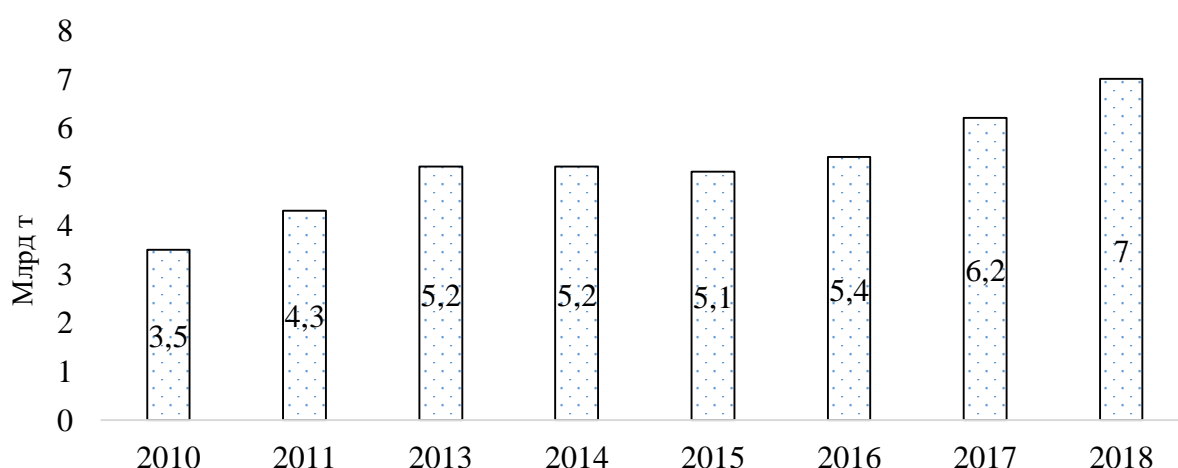


Рисунок 4 - Динамика образования отходов производства и потребления в Российской Федерации, млрд т

Большую часть отходов на сегодняшний день захоранивают на открытых полигонах и свалках, не оборудованных средствами специальной защиты. Более 14 700 мест размещения отходов занимают территорию около 4 млн га.

По уровню воздействия на компоненты природной среды Красноярский край занимает одно из лидирующих мест, как в Сибирском федеральном округе, так и в Российской Федерации. По общей массе выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников (2318,9 тыс. т в 2018 году) Красноярский край занимает первое место среди остальных субъектов Российской Федерации, а по удельной массе (средней массе выбросов в расчете на один источник) значительно опережает все регионы. Пять крупнейших промышленных предприятий края выбрасывают в атмосферный воздух почти 90% (2210 тыс. т) от выбросов всех стационарных источников края. Города — промышленные центры края (Красноярск, Норильск, Ачинск, Лесосибирск, Минусинск) входят в приоритетный список городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха [9].

Красноярский край по количеству образования отходов в год входит в десятку субъектов Российской Федерации — крупнейших производителей отходов.

В 2018 году количество образованных отходов увеличилось на 33% по сравнению с 2017 годом [10]. Современная система нормирования не способствует и не обеспечивает снижение воздействия на окружающую среду в части уменьшения образования отходов. Деятельность по сбору, сортировке, переработке и использованию отходов в качестве вторичного сырья и энергоносителей на территории края развита слабо. В крае практически полностью отсутствуют предприятия по сортировке и переработке твердых бытовых отходов [11].

Количество объектов размещения отходов на территории Красноярского края явно недостаточно, особенно полигонов ТБО. В крае зарегистрировано всего 23 действующих полигона ТБО. Из имеющихся полигонов почти треть не

отвечает действующим требованиям. Отмечается высокая степень заполнения отходами ряда ключевых полигонов.

В 2018 г. общая площадь земель, отведенных под полигоны отходов и свалок, не изменилась и составила 6,2 тыс. га. Они в основном расположены на землях в зонах промышленного производства и землях иного специального назначения (5,1 тыс. га), а также землях населенных пунктов (0,9 тыс. га), землях сельскохозяйственного назначения (0,2 тыс. га) и землях запаса (0,1 тыс. га). Значительная часть земель под полигонами отходов и свалками предоставлена органами местного самоуправления специализированным предприятиям по переработке отходов, расположенных за пределами границ населенных пунктов. Ежегодно в крае выявляется более 300 новых мест несанкционированного размещения отходов [12].

Согласно Концепции экологической политики Красноярского края до 2030 года система управления в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности требует совершенствования, прежде всего, в сфере координации действий органов государственной власти края и органов местного самоуправления; восстановления государственной и общественной экологической экспертизы для проектов экологически опасных объектов и усиления ее роли на региональном (краевом) уровне; осуществления территориального планирования на основе региональных и/или местных нормативов градостроительного проектирования с обязательным учетом загрязнения атмосферного воздуха и других природных сред; совершенствования системы финансирования природоохранных программ и мероприятий [13].

Основной задачей в сфере экологии является обеспечение эффективного государственного управления охраной окружающей среды и использования природных ресурсов, соответствующего демократическому устройству и рыночной экономике.

1.2 Принципы и бизнес-модели циркулярной экономики

Циркулярная экономика (ЦЭ) или экономика замкнутого цикла – это общепринятый термин для инновационной экономики, которая предусматривает сокращение отходов путем их минимизации или повторного возвращения в производство [14]. Циркулярная экономика предусматривает два типа потоков: биологические ресурсы, которые безопасно возвращаются в биосферу, и технические ресурсы, которые циркулируют в системе производства на высоком уровне, не возвращаясь в биосферу. Термин охватывает производство и потребление товаров и услуг, в том числе переход от ископаемого вида топлива к использованию возобновляемой энергии, а также роль разнообразия как характеристики устойчивых и продуктивных систем.

Концепция циркулярной экономики является междисциплинарной по своей сути и представляет собой результаты научных исследований ученых в области индустриальной экологии, экологической экономики, а также общей теории систем, которая определяет принципы построения «циркулярной» экономики: системность, комплексность, организационное развитие, человеческие ресурсы.

Концепция циркулярной экономики не связана с определенной датой разработки или автором, она скорее является синтезом различных школ.

Американский экономист К. Боулдинг выдвинул теорию «Земли как космического корабля». Согласно его исследованиям, круговая экономическая система является необходимым условием для поддержания устойчивости человеческой жизни. «Земля, — утверждал автор, — превратилась в единственный космический корабль, на котором нет неограниченных резервуаров, поэтому человек должен найти свое место в цикличной экологической системе».

Начиная с середины 80-х годов швейцарский промышленный аналитик Уолтер Стахель и немецкий химик Майкл Браунгарт независимо друг от друга предложили новую индустриальную модель, в которой производство и продажа

были замены на получение услуги посредством аренды. Модель была названа сервисной экономикой. Её цель - продать результаты, а не оборудование, эффективность и удовлетворение, а не реальные товары. Согласно модели изделия, подлежат возврату изготовителю для повторного ремонта, многократного использования и усовершенствования, поэтому Стахель назвал это процессом «от колыбели до колыбели».

Модель сервисной экономики, разработанная Браунгартом, сосредотачивается на характере материальных циклов. Браунгарт и признавал потенциал экоэффективных стратегий в краткосрочной перспективе для снижения экологического воздействия деятельности бизнеса (создавая в то же время экономию затрат), но утверждал, что они недостаточны для достижения целей в долгосрочной перспективе. В основном вторичная переработка представляет собой «нисходящий цикл», поскольку продукты изначально не предназначены для повторного использования, а процесс вторичной переработки снижает качество материалов, делая их пригодными для использования только в менее ценных областях применения. Согласно Браунгарту, экологическая эффективность - это получение большего от меньшего.

Важным этапом для разработки концепции циркулярной экономики было развитие такой науки как промышленная экология. Предметом изучения промышленной экологии является взаимосвязь производственной сферы с окружающей средой, в которой обитает человек и животные организмы. Главной задачей данной науки является сокращение загрязнения через модернизацию производственных процессов. В рамках промышленной экологии вводится понятие «промышленная экосистема», которая функционирует как аналог биологических экосистем. При таком подходе потребление энергии и материалов оптимизировано, а производство отходов минимизировано. Промышленная экология была популяризирована в 1989 в статье *Scientific American* Роберта Фроша и Николаса Э. Галлопулоса.

В 1994 году была опубликована книга преподавателя ландшафтной архитектуры в Политехническом университете штата Калифорния Джона Т. Лайла «Регенеративный дизайн для устойчивого развития». Основная идея регенеративного дизайна - не фокусироваться всецело на энергоэффективности, а рассматривать строящиеся здания в контексте экосистем, существующих вокруг, активно восстанавливая их.

В основе регенеративного дизайна лежат следующие принципы: природа как модель (изучает процессы природы и применяет эти формы в моделировании процессов, систем и стратегий для решения проблем человеческого общества), природа как мера (использует экологический стандарт для оценки устойчивости инноваций), природа как наставник (метод просмотра и оценки природы) [15].

Следующим этапом на пути развития концепции циркулярной экономики стала публикация книги Джанин Беньюс в 1997 году под названием «Биомимика: инновации, вдохновленная природой». Идея биомимики (также известная как биомиметика) была придумана Отто Шмидтом в 1950-х годах, разработана и сформирована Джанин Беньюсом. Биомимика - это имитация моделей, систем и элементов природы с целью решения сложных человеческих проблем.

Концепция циркулярной экономики объединяет в себе наиболее широко востребованные практические подходы из различных научных школ. В определенной мере каждая из перечисленных выше концепций входит в циркулярную экономику, где и продолжает развиваться как направление циркулярной экономики.

В настоящее время проблеме циркулярной экономики посвящено множество исследований и научных публикаций в зарубежных изданиях. В России проблемами циркулярной экономики занимаются авторы: Н.В. Пахомова, К.К. Рихтер, М.А. Ветрова, В.Д. Александрова, К. Батова, П. Сачек, И. Точинская, О.И. Сергиенко. Публикации в основном посвящены анализу процесса формирования циркулярной экономики в России, обзору международного опыта и исследованию различных бизнес-моделей экономики

замкнутого цикла. Правовые вопросы реализации модели циркулярной экономики России освещает в своих публикациях Д. Н. Мухлынин [30].

Таким образом, циркулярная экономика – это новый способ создания ценности, основанный на продлении срока службы продукта за счет улучшенного дизайна, обслуживания, а также возвращения отходов из конца цепочки поставок в начало, используя их более эффективно.

Главная задача циркулярной экономики – заменить действующую на данный момент неэффективную модель линейной экономики. Согласно исследованиям, именно широкое распространение линейной экономики и неэффективное управление ресурсами является причиной глобальных экологических проблем, вызывает масштабные выбросы загрязняющих веществ, истощение природных ресурсов, образование больших объемов отходов [16]. Схематично различия между действием линейной и циркулярной моделей изображены на рисунке 4.

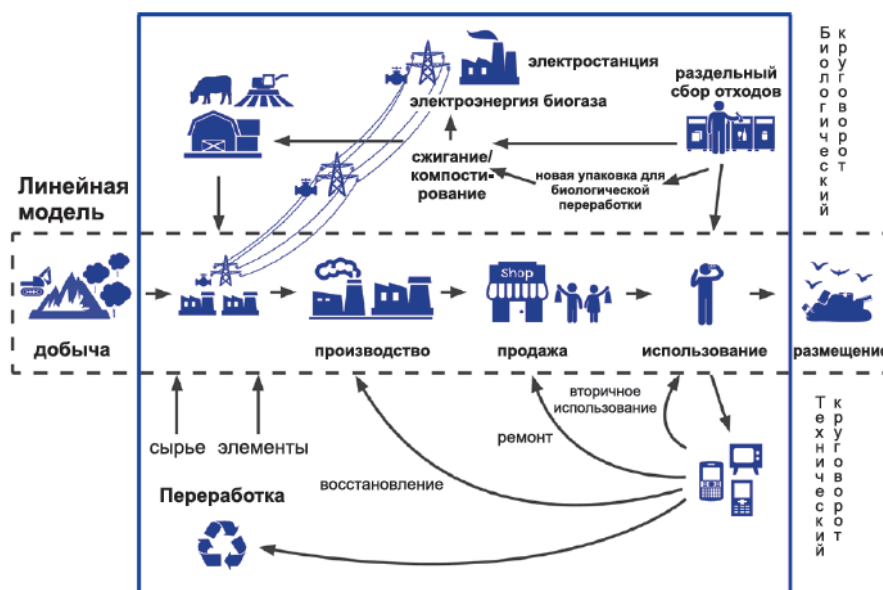


Рисунок 4 - Модель циркулярной экономики

Для соблюдения принципов циркулярной экономики нужно как минимизировать потребление природных ресурсов и источников энергии и

максимизировать их рациональное использование. Таким образом, отходы должны стать новыми ресурсами для создания замкнутого цикла. В конце срока полезного использования товары не выбрасываются, а перерабатываются. Компании, работающие вместе, образуют экосистемы – отходы у одного производителя могут послужить сырьем для другого.

Циркулярные бизнес-процессы отвечают принципам, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Принципы циркулярной экономики [16]

Область	Принцип	Характеристика
Разумное использование и производство продуктов	R ₀ Refuse Отказ	Сохранение ресурсов посредством отказа от их использования или замены на аналог
	R ₁ Rethink Переосмысление	Интенсификация использования (например, путем совместного использования продуктов или вывода на рынок многофункциональных продуктов)
	R ₂ Reduce Сокращение	Повышение эффективности производства или использования продукции за счет потребления меньшего количества природных ресурсов и материалов
Продление сроков жизни продукции и её частей	R ₃ RE-use Повторное использование	Повторное использование другим потребителем продукта, бывшего в употреблении, который все еще находится в хорошем состоянии и выполняет свою первоначальную функцию
	R ₄ Repair Ремонт	Ремонт и техническое обслуживание продукта с дефектом, чтобы он мог использоваться с его первоначальной функцией
	R ₅ Refurbish Обновление	Восстановление, реставрация и обновление старого продукта
	R ₆ Remanufacture Производственная переработка	Использование частей продукта в новом продукте с той же функцией
	R ₇ Repurpose Перепрофилирование	Использование бывшего в употреблении продукта или его частей в новом продукте с другими функциями

Окончание таблицы 2

Область	Принцип	Характеристика
Полезное применение материалов	R ₈ Recycle Переработка	Обработка материалов, чтобы получить то же самое или более низкое качество
	R ₉ Recover Восстановление	Повторное использование части материалов или энергии том же технологическом процессе

С научной и теоретической точки зрения следует отметить, что концепция круговой экономики - это не только обработка отходов. В развитых странах экономика замкнутого цикла воспринимается как инновационная модель, которая формирует основу для технологических, организационных и экологических нововведений, начиная от экодизайна, охватывая всю производственную цепочку и заканчивая проблемами, связанными с переработкой и возвратной логистикой. Циркулярная экономика предназначена не для максимизации переработки отходов, а для минимизации их производства. Она основана на принципиально новых бизнес-моделях, описанных в таблице 3 [1], которые характеризуются не только высокими конечными результатами, но и низкими затратами на материалы, энергию и окружающую среду.

Таблица 3 - Бизнес-модели циркулярной экономики [17]

Разновидности бизнес-моделей	Описание и назначение	Примеры компаний
Циркулярные поставщики (Circular suppliers)	Обеспечивает доставку поставщиком полностью перерабатываемых или биоразлагаемых ресурсов, которые лежат в основе циркулярной системы	Ford, Fairphone, 3D Hubs, Desso, Toyota, Cisco
Восстановление ресурсов (Resources recovery)	Способствует устранению потерь ресурсов ввиду образования отходов и повышает рентабельность производства продукции от возвратных потоков	Coca-Cola, Maersk, Michelin, Philips, Walt Disney World Resort
Платформы для совместного использования (Sharingplatforms)	Служит продвижению платформ для взаимодействия между пользователями продукта, отдельными лицами или организациями	Patagonia, BlaBlacar, Nearly New Car, BMW, Drivy, Daimler, Lyft

Окончание таблицы 3

Разновидности бизнес-моделей	Описание и назначение	Примеры компаний
Продление жизненного цикла продукции (Productlifeextension)	Обеспечивает сохранение или улучшение бывшего в употреблении продукта за счет его ремонта, модернизации, реконструкции или восстановления	Bosch, Caterpillar, Volvo, Renault, Apple, BMA Ergonomics, Michelin
Продукт как услуга (Product as a service)	Служит альтернативой покупке продукта, предоставляя его в пользование, например, через договор аренды, лизинга и т. п., что повышает стимулы для создания долговечной продукции, продления ее жизненного цикла	Rolls-Royce, Mud Jeans, De Kledingbibliotheek

Для реализации концепции циркулярной экономики необходима реорганизация бизнес-процессов, связанных с управлением материальными ресурсами, а также переосмысление цепочки создания стоимости. Переход к более циркулярной по характеру экономике требует действий на протяжении всего жизненного цикла продукта: от производства до создания рынков «вторичного» (т.е. извлечённого из отходов) сырья.

С исследовательской точки зрения наибольший интерес представляет модель «циркулярных поставщиков», поскольку для построения полного цикла необходимо внедрять бизнес-модели циркулярной экономики, начиная с этапа производства. Согласно концепции, «циркулярные поставщики» являются агентами, обеспечивающими процесс ресурсами, полностью поддающимися рециклингу или восстановлению и отвечают за их возвращение в производство. Циркулярные поставщики создают условия для бизнес-модели восстановления ресурсов, согласно которой продукты в конце жизненного цикла рассматриваются не как отходы, а как потенциальные ресурсы, которые могут быть получены путем переработки [18].

Следовательно, циркулярная экономика рассматривается как модель хозяйственной деятельности, направленная на решение проблемы ухудшения состояния окружающей среды посредством циклического производства и потребления.

2 Циркулярная экономика как экономическая модель

2.1 Логико-структурный подход. Анализ заинтересованных сторон

Процесс разработки и реализации стратегии должен включать подробный анализ всех сфер реализации проекта, в том числе необходимо учитывать требования, предъявляемые представителями и членами групп, вовлеченными в проект. Данные группы являются заинтересованными сторонами или стейкхолдерами (от англ. stakeholders) [19].

Заинтересованные стороны – это лица, группы или учреждения, заинтересованные в программе или проекте. Их участие может иметь решающее значение для реализации проектных решений, они также могут представлять собой возможный барьер или угрозу.

Анализ заинтересованных сторон представляет собой метод систематического сбора и анализа количественной и качественной информации с целью определения того, чьи интересы необходимо учитывать в течение проекта [20].

Анализ заинтересованных сторон – это первостепенный шаг в анализе модели. Он помогает инициаторам проекта оценить социальную среду, в которой они будут работать. В частности, анализ заинтересованных сторон может использоваться для следующих целей:

- выявление и определение характеристик ключевых заинтересованных сторон;
- выявление интересов заинтересованных сторон;
- выявление конфликтов интересов между заинтересованными сторонами;
- оценка способности различных заинтересованных сторон и групп заинтересованных сторон участвовать в проекте.

Анализ заинтересованных сторон обычно проводится в соответствии с шагами, описанными ниже:

- выявление всех потенциальных участников проекта, сбор необходимой информации о них, например, их роль, интересы, знания, ожидания и уровни влияния;
- определение степени потенциального воздействия или поддержки, которую может предоставить каждый участник;
- моделирование поведения и реакций заинтересованных сторон в различных ситуациях, разработка стратегий воздействия на них с целью усиления их поддержки и снижения потенциальных негативных последствий.

Циркулярная экономика включает в себя различные заинтересованные стороны на разных этапах и требует их тесного сотрудничества на протяжении всей цепочки создания ценности.

Таблица 4 - Заинтересованные стороны

Группа заинтересованных сторон	Интерес в проекте	Условия заинтересованности в проекте	Возможное участие
Население (гражданское общество)	Снижение экологической нагрузки на местную экосистему Снижении стоимости готовой продукции (за счет увеличения ЖЦТ) Оптимизация процессов потребления	Наличие инфраструктуры	1. Формирование спроса на энергоэффективное и экологическое производство, общественный запрос.

Продолжение таблицы 4

2	3	4	
Государство	<p>Обеспечение технологического лидерства</p> <p>Снижение экологического следа от производства</p> <p>Устойчивое развитие страны и производства</p> <p>Сокращение расходов на содержание полигонов и складов с отходами</p> <p>Снижение выбросов CO₂</p> <p>Снижение экологической нагрузки на местную экосистему</p>	Снижение экологической нагрузки без вреда для ВВП	<ol style="list-style-type: none"> 1. Интегрирование ЦЭ в стратегию в области изменения климата 2. Поддержка исследований и инноваций (субсидии, дотации и т.д.) 3. Снижение риска инвестиций (через государственно-частное партнерство) 4. Фискальная политика (снижение налогов на использование вторичного сырья, увеличение налогов на нежелательные отходы) 5. Обустройство инфраструктуры (раздельный сбор мусора, очистные сооружения и т.д.) 6. Экологический мониторинг
Производители	<p>Снижение себестоимости готовой продукции</p> <p>Снижение налогового бремени за экологический ущерб</p> <p>Экологизация и ресурсоэффективность производства</p> <p>Повышение лояльности клиентов</p>	<p>Перемещение спроса потребителей на продукцию, подвергшуюся переработке, реконструкции и т.д. Рост прибыли</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Интеграция ЦЭ в стратегию развития фирмы
Инвесторы	Получение прибыли	Вложенные инвестиции рентабельны	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мобилизация капитала в сторону ЦЭ 2. Финансовый консалтинг 3. Оценка рисков 4. Инвестиции 5. Информирование покупателя 6. Формирование доверия к вторичным продуктам и материалам

Окончание таблицы 4

1	2	3	
Образовательные учреждения и научно-исследовательские организации	Развитие НИОКР Формирование тренда на осознанное потребление Вклад в социальное и экономическое развитие общества	Поддержка со стороны государства и общественности	1. Обучение экологической модели поведения потребителя 2. Стимулирование НИОКР в области ЦЭ 3. Внедрение моделей на территории кампусов
Экологическая общественность	Повышение уровня социальной ответственности за бережное использование ресурсов Сокращение выбросов углекислого газа Снижение экологической нагрузки на местную экосистему	Реальный экологический эффект Формирование экологического сознания потребителя	1. Пропаганда экологического образа жизни и стиля потребления
Международные организации	Устойчивое развитие	Экономический, социальный и экологический эффект	1. Внедрение принципов ЦЭ в международные стандарты 2. Стимулирование торговли переработанными материалами и ресурсами 3. Мобилизация капитала в сторону ЦЭ 4. Координация политики в области климата 5. Поддержка взаимодействия между другими заинтересованными сторонами (бизнес, государство, инвесторы, научные круги)

Население является неотъемлемой частью формирования циркулярной экономики. Интерес граждан направлен на улучшение экологического окружения и качества жизни, которые становятся все более обсуждаемой темой в Красноярском крае. Красноярский край занимает одно из лидирующих мест по

уровню воздействия на компоненты природной среды, как в Сибирском федеральном округе, так и в Российской Федерации. По общей массе выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников (8830,4 тыс. т в 2017 году) Красноярский край занимает одно из первых мест среди остальных субъектов Российской Федерации, а по удельной массе (средней массе выбросов в расчете на один источник) значительно опережает все регионы [12].

Возможное участие данной группы заинтересованных сторон проявляется в новых моделях потребления, снижающим давление на окружающую среду, таких как, совместное потребление, переход на потребление органически чистых продуктов, отказ от пластика, переход на отдельный сбор мусора и модели сознательного потребления. Однако, барьером для принятия обществом новых моделей потребления является отсутствие инфраструктуры.

Роль научных организаций заключается в первую очередь в увеличении числа НИОКР и публикаций на тему развития циркулярной экономики и ее элементов. Также важным аспектом является взаимодействие с бизнесом и государственными органами по вопросам формирования институциональных условий для развития производств с замкнутым циклом.

Ускорение процессов урбанизации приводит к появлению стимула для государства содействовать развитию циркулярной экономики. Стратегической целью государства является решение задач социально-экономического характера, обеспечивающих экологически ориентированный рост экономики. Циркулярная экономика является экологически ориентированной моделью роста, благодаря сокращению выбросов CO₂, сокращению потребления ограниченных ресурсов и уменьшению площади свалок и полигонов с отходами.

Анализ заинтересованных сторон требует привлечение к анализу различных инструментов, позволяющих классифицировать стейкхолдеров. Одним из таких инструментов является матрица власти/интересов, позволяющая разделить заинтересованные стороны на основе их власти (уровня полномочий) и интереса (уровня заинтересованности) в отношении результатов проекта. Эта матрица позволяет идентифицировать заинтересованные стороны, которые

будут в наибольшей степени влиять на реализацию проекта, а также предварительно определить области потенциальных конфликтов интересов. Такая матрица имеет типичную форму в четыре квадранта (рисунок 5)

Власть	Большая	Поддерживать удовлетворенность	Активно управлять
	Малая	Наблюдать	Поддерживать информированность
		Низкий	Высокий

Интерес

Рисунок 5 – Модель матрицы власть/интерес

Таким образом для модели циркулярной экономики матрица власть/интерес будет выглядеть следующим образом (рисунок 6)

Власть	Большая	- Инвесторы	- Государство - Международные организации - НИИ
	Малая	- Население	- Экологическая общественность
		Низкий	Высокий

Интерес

Рисунок 6 – Матрица власть/интерес для заинтересованных сторон в модели циркулярной экономики

Максимальное внимание нужно обеспечить стейкхолдерам с большими полномочиями и значительным интересом, так как данная группа заинтересованных сторон способна оказать наибольшую поддержку проекту. Государство, как институт, способный обеспечить как законодательную, так и финансовую поддержку, является ключевым заинтересованным лицом.

2.2 Роль государства в формировании циркулярной экономики

Международный опыт также свидетельствует, что государство играет ведущую роль в процессе формирования циркулярной экономики посредством установления комфортной регуляторной среды, создания экономических стимулов для предприятий, внедряющих замкнутую модель производства. Выгоды от внедрения модели включают как внутренние факты, влияющие на экономические процессы внутри страны, так и внешние, обеспечивающие конкурентоспособность на международном уровне [21].

Таблица 5 - Выгоды от государственной поддержки циркулярной экономики

Тип выгод	Выгоды	Влияние на конкурентоспособность
Внутренние	Модернизация производства: перестроение промышленности на использование энерго- и ресурсоэффективных технологий	Обеспечивает технологическое лидерство (новый технологический виток) странам, внедрившим циркулярную экономику
	Экологизация продукции: применение в качестве сырья материалов с низкой стоимостью утилизации оказывает положительное влияние на экономический рост на только на выпускающем предприятии, а также при ремонте	Обеспечивает обновление ассортимента продукции и экономическую безопасность
	Экологизация и ресурсоэффективность производства: применение более экологичных материалов, а также материалов, которые не надо утилизировать, снижает экологический след от производства (уменьшаются промежуточные отходы, высвобождаются площади на предприятиях)	Обеспечивает низкую экологическую нагрузку на местную экосистемы, позволяя развивать кластеры: размещать больше предприятий на ограниченной территории без увеличения выбросов и отходов

Окончание таблицы 5

Тип выгод	Выгоды	Влияние на конкурентоспособность
Внешние	Снижает зависимость от изменения цен при импорте первичных ресурсов	Обеспечивает защиту экономики страны от волатильности на рынках ресурсов
	Переключает переработчиков ресурсов с потребления первичных ресурсов, поступающих по импорту, на внутреннее потребление вторичных ресурсов.	Экономия валютных ресурсов, т.к. деньги за ресурсы оборачиваются (и остаются) внутри страны
	Обеспечивает увеличение экспорта продукции в натуральном и стоимостном выражении	Переориентирует логистику поставок на продукцию с меньшим содержанием ресурсов: более легкую менее габаритную, более дешевую, чем из первичных ресурсов. Такой продукции можно перевезти больше, и стоимость её доставки снижается.

Фонд Эллиен Мак Артур выделяет десять ключевых политических рычагов для перехода к циркулярной экономике. Эти рычаги сгруппированы распределены на 5 уровней управления.

Таблица 6 – Факторы перехода к циркулярной экономике

Уровень управления	Рычаги управления
Концепция	- Дорожные карты и стратегии
Взаимодействие	- Кооперация и партнерство - Повышение уровня осведомленности - Развитие компетенций (наращивание потенциала)
Государственное управление	- Планирование - Управление активами - Государственные закупки
Экономическое стимулирование	- Финансовая поддержка - Фискальная политика
Регламентирование	- Законодательное регулирование

Дорожные карты и стратегии для экономики замкнутого цикла внедрены уже во многих развитых странах. Таким образом, в Европе с 2014 года действует Пакет циркулярной экономики Европейского союза, который включает в себя общую информацию, предложение о внесении поправок в аспекты шести директив ЕС по отходам, а также предусматривает меры по обеспечению экологической безопасности. Циркулярные основы экономики также закреплены в законодательных актах Финляндии, Нидерландов, Китая и Беларуси [22].

Таблица 7 – Законодательные акты, способствующие развитию модели циркулярной экономики

Год	Страна	Документ
2005	ЕС	Пакет мер по торговле выбросами
2007	Китай	Программа по изменению климата
2008	Китай	Дополнительный Закон КНД об энергосбережении
2009	ЕС	Директива по экодизайну
2009	Китай	Закон о поощрении циркулярной экономики
2012	Германия	Акт о циркулярной экономике
2013	Китай	План действий по стратегии развития циркулярной экономики
2014	ЕС	Рамочная программа 2030 по климату и энергии
2015	ЕС	Пакет мер по циркулярной экономике
2016	Финляндия	Финская дорожная карта циркулярной экономики 2016-2025гг
2016	Нидерланды	Общенациональная программа циркулярной экономики в Нидерландах
2017	ЕС	Европейская платформа для заинтересованных сторон по циркулярной экономике
2017	ЕС	Стандарт BS8001:2017 «Внедрение принципов циркулярной экономики в организации»
2018	ЕС	Европейская стратегия по использованию пластика в циркулярной экономика
2018	Нидерланды	Дорожная карта по циркулярной экономике
2018	Франция	Дорожная карта по циркулярной экономика

Что касается России, прямых законодательных инициатив, касающихся циркулярной экономики на данный момент нет. Есть только законы и акты, регулирующие отдельные сферы экономики и экологии. В качестве первых инициатив в области устойчивого обращения с отходами можно рассматривать Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» (№458-ФЗ от 29.12.2014) [23]. Новая редакция предусматривает ряд мероприятий в сфере обращения с отходами, в том числе стимулирование строительства объектов обработки, утилизации, обезвреживания, захоронения отходов. В этом же законе предусмотрено софинансирование строительства объектов по обработке, утилизации, сбору, транспортировке отходов, выявление место несанкционированного размещения отходов.

В распоряжении Правительства РФ № 2971-р (от 28.12.2017) «Об утверждении нормативов утилизации отходов от использования товаров» утверждены минимальные нормы утилизации [24]. В постановлении Правительства РФ № 1073 (от 08.10.2015) «О порядке взимания экологического сбора» предусмотрено установление ставок экологического сбора по каждой группе товаров, подлежащих утилизации после утраты ими потребительских свойств, уплачиваемого производителями, импортерами товаров, которые не обеспечивают самостоятельной утилизации отходов от использования товаров.

Российской Федерации еще предстоит совершить переход к широкому применению современных методов обращения с отходами и законодательной регламентации экономических взаимодействий на пути трансформации линейной экономики в циркулярную модель. Этому могут способствовать законодательные инструменты, широко применяемые в развитых странах и представленные в таблице 8:

Таблица 8 – Наиболее широко используемые законодательные инструменты стимулирования циркулярной экономики.

Область регулирования	Инструмент регулирования
Сырье	Налог на добычу первичного сырья
	Квоты на добычу и ввоз (или прямой запрет на использование тех или иных материалов)
Производство	Экологический налог
	Взносы на поддержание расширенной ответственности производителя
	Зеленый сертификат (квота на выбросы CO ₂)
Отходы	Залоговый взнос
	Налог на сбор отходов и захоронение
Вторичные материальные ресурсы	Налоговые льготы и вычеты
	Льготирование ставки по кредитам
Товары вторичного использования	Налоговые льготы и вычеты
	Льготирование ставки по кредитам
	Прямая финансовая поддержка фондов (например, инновационных)

Анализ наличия данных инструментов в РФ приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Законодательные инструменты стимулирования циркулярной экономики в Российской Федерации

Область регулирования	Инструмент регулирования	Статус в России	Законодательный акт
Сырье	Налог на добычу первичного сырья	Действует	НДПИ (№117-ФЗ)
	Квоты на добычу и ввоз (или прямой запрет на использование тех или иных материалов)	Действует в ряде отраслей	Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 21 апреля 2015 г. № 30 «О мерах нетарифного регулирования»

Окончание таблицы 9

Область регулирования	Инструмент регулирования	Статус в России	Законодательный акт
Производство	Экологический налог	Действует	Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 №255 (ред. от 27.12.2019) «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду»
	Взносы на поддержание расширенной ответственности производителя	Действует в ряде отраслей	Распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 декабря 2015 г. № 2491-р «Об утверждении нормативов утилизации отходов от использования товаров на 2018-2020 годы»
	Зеленый сертификат (квота на выбросы CO ₂)	Отсутствует	
Отходы	Залоговый взнос	Отсутствует	
	Налог на сбор отходов и захоронение	Действует	№89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»
Вторичные материалы	Налоговые льготы и вычеты	Действуют в ряде отраслей	№89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» п.15 ст. 24.2
	Льготирование ставки по кредитам	Отсутствуют	
Товары вторичного использования	Налоговые льготы и вычеты	Отсутствуют	
	Льготирование ставки по кредитам	Отсутствуют	
	Прямая финансовая поддержка фондов	Отсутствует	

Действующие в РФ нормативы по обращению с отходами и экологические сборы в значительной степени отстают от стандартов, установленных в Европе. Более того, меры наказаний за несоблюдение норм ответственности в Европейском союзе более существенные по сравнению с российскими. Преимущественно именно высокая норма государственных взысканий стимулирует производителей придерживаться законодательных требований, в том числе нормативов применения инновационных подходов.

В перечне мер регулирования внедрения процессов циркулярной экономики отдельно выделяют циркулярные государственные закупки.

Под государственными закупками понимается процесс, посредством которого государственные органы, такие как государственные ведомства, региональные и местные органы власти осуществляют приобретение работ, товаров или услуг у компаний [25].

Циркулярные государственные закупки определяются как процесс, посредством которого государственные органы организуют закупки на основе принципов наименьшего негативного влияния на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла товара по сравнению с товарами, услугами и работами с той же основной функцией.

Для того чтобы закупки были экологически чистым, необходимо выходить за рамки краткосрочных потребностей и учитывать долгосрочные последствия каждой сделки, включая анализ её целесообразности и эффективности. Циркулярные государственные закупки - это подход к экологизации закупок, который признает ту роль, которую государственные органы могут играть в поддержке перехода к круговой экономике, включая вклад в замкнутые энергетические и материальные циклы в рамках цепочек поставок, минимизацию, а в лучшем случае полное исключение негативного воздействия на окружающую среду и образование отходов на протяжении всего жизненного цикла товара.

Государственные расходы на товары, работы и услуги составляют около 25% ВВП России (из них 7% по 44-ФЗ, 18% по 223-ФЗ), или около 23 трлн руб. в год. Направляя свою покупательную способность на выбор товаров, услуг и работ с меньшим воздействием на окружающую среду, государство может внести важный вклад в достижение местных, региональных, национальных и международных целей устойчивого развития. С этой точки зрения циркулярные закупки могут стать основным двигателем инноваций, предоставляя промышленности реальные стимулы для развития экологически чистых продуктов и услуг, особенно в тех секторах экономики, где государство, как

покупатель, составляет значительную долю рынка (например, в отраслях строительства, здравоохранения или транспорта).

2.3 Процессный подход

Круговая экономика является предпосылкой и в то же время двигателем новой промышленной революции. В основе концепции лежит две основных цели. Согласно первой цели, стоимость используемых продуктов должна обеспечивать максимальную ценность через процесс восстановления, ремонта. Вторая цель подразумевает, что восстановление этой ценности ведет к снижению негативного воздействия на окружающую среду, следовательно, к соблюдению социально-экономических и экологических требований устойчивого развития [26].

Ниже приведена подготовленная нами контекстная диаграмма процесса в нотации IEDF формирования экономики нового типа.



Рисунок 7 - Контекстная диаграмма процесса внедрения циркулярной экономики

В основу циркулярной экономики заложен поэтапный замкнутый цикл, начинающийся этапа проектирования или экологического дизайна (Ecodesing), который подразумевает экологические улучшения продуктов или услуг до того, как они вступают в фазу производства и потребления. Экодизайн включает учет всех воздействий продукта на окружающую среду с самого раннего этапа проектирования [27].

Продукция, в также её элементы, произведенные согласно принципам экологического дизайна, являются безотходными как в самом производственном процессе, так и в конце жизненного цикла. Таким образом, экологический дизайн способствует удлинению жизненного цикла продукции и является важным элементом системы экономики замкнутого цикла. Далее приведена декомпозиция первого уровня в части внедрения циркулярной экономики.

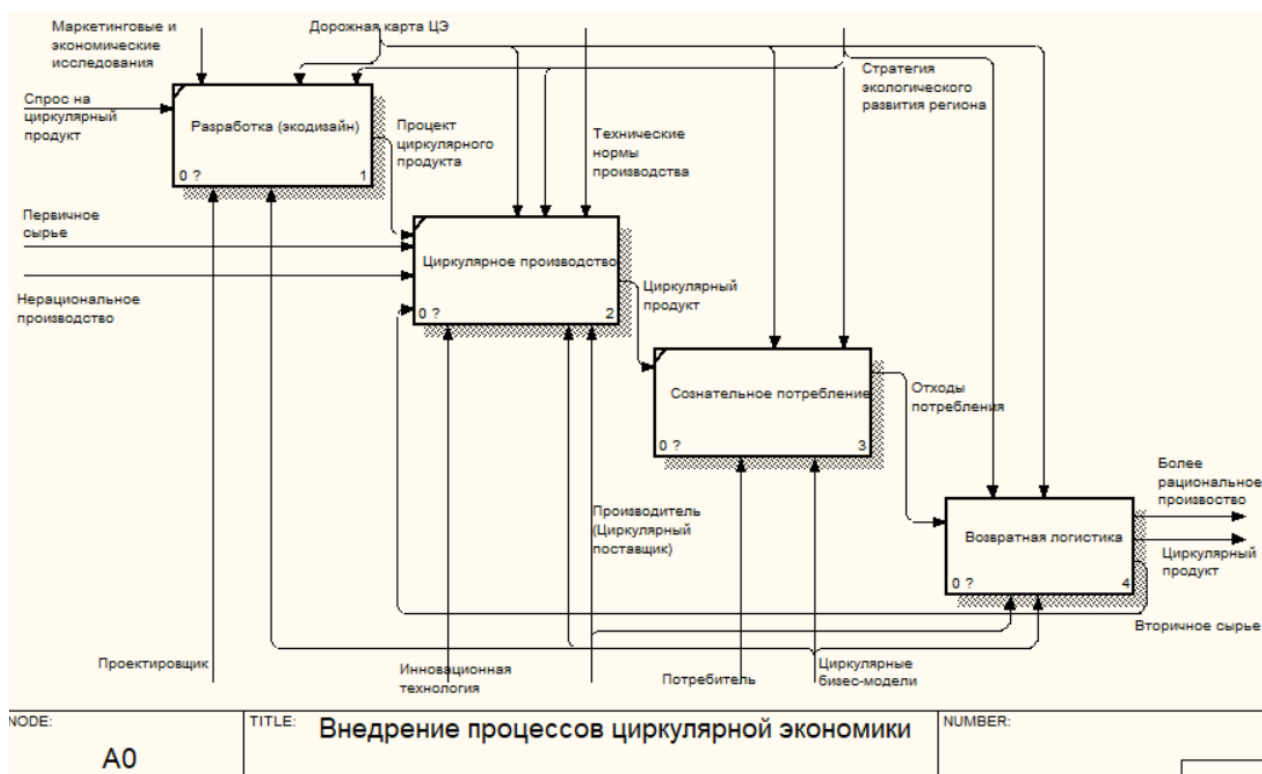


Рисунок 8 - Диаграмма декомпозиции процесса внедрения циркулярной экономики

Система экологического дизайна состоит из трех принципов:

- определение требований к конструкции изделия для эффективного демонтажа;
- использование материалов и компонентов для повторного использования, восстановления или переработки;
- отсутствие в продукте опасных веществ, которые могут препятствовать возможности повторного использования или переработки.

Схема декомпозиции циркулярного производства будет отличаться в зависимости от отрасли внедрения и особенностей производственного процесса фирмы, однако оно неизменно будет описаться на принципы циркулярной экономики (9R), описанные в пункте 1.2 данной диссертации.

Потребление и потребители должны иметь первостепенное значение для компаний и экономик, пытающихся расширить свое участие в циркулярной экономике. Отсутствие рыночной поддержки или спроса со стороны потребителей является одним из основных барьеров для малых и средних компаний в реализации циклических проектов. Предполагается, что, если потребители должны быть ответственными или рациональными. Однако рациональный потребительский подход обширно критикуется в современной научной литературе, например, в таких теориях, как поведенческая экономика. Однако уже сейчас на практике мы видим реализацию сознательного отношения потребителя к постпотребительскому поведению, которое выражается в раздельном сборе мусора, переходе на перерабатываемую упаковку, использование сервисов экономики совместного потребления (шеринговой экономики) и т.д. Стоит отметить, что все эти инициативы реализуются в основном посредством создания внешней инфраструктуры со стороны производителей, государства, местных властей. Для того чтобы циклическая экономика стала реальностью или нормой, необходимо дальнейшее изучение ее последствий для потребления и потребителей и взаимосвязи этих процессов с остальными стадиями внедрения модели.

Актуальным аспектом экономики замкнутого цикла является возвратная логистика, занимающаяся вопросами формирования и управления возвратными потоками (рисунок 9).

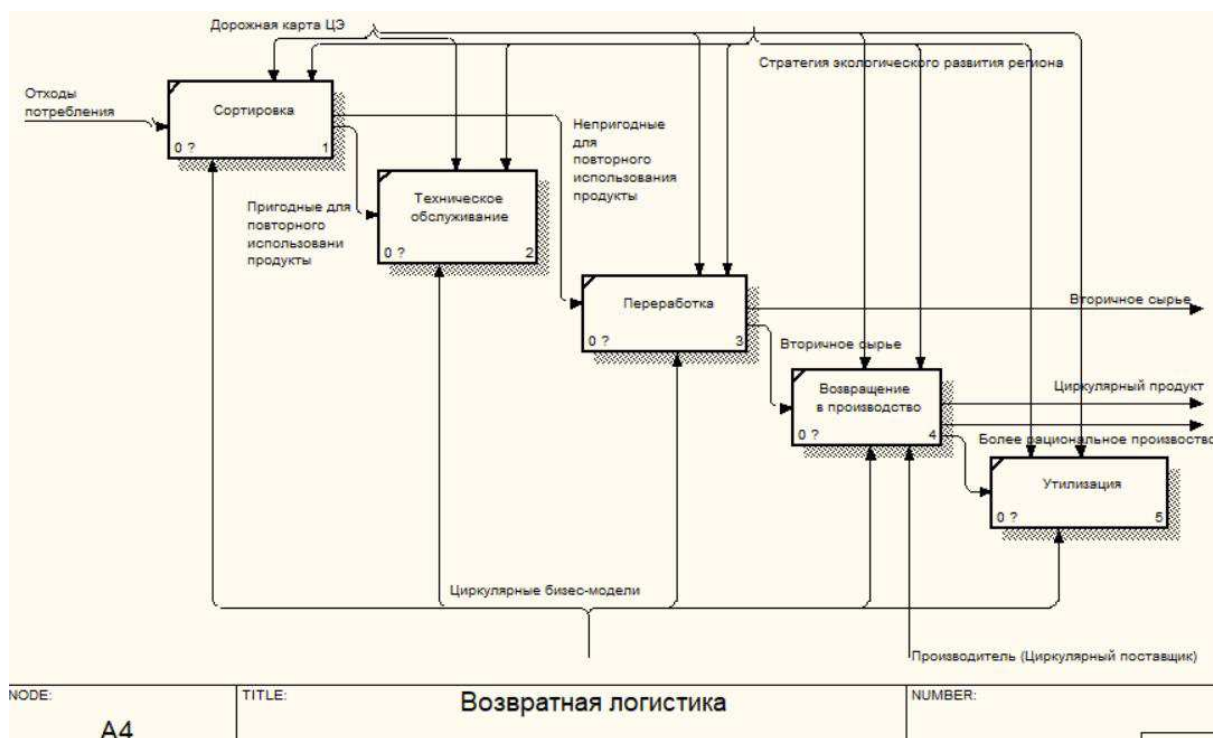


Рисунок 9 - Диаграмма декомпозиции возвратной логистики

Возвратная логистика - это процесс планирования, реализации и контроля перемещения сырья, материалов, незавершенного производства, готовой продукции и потока информации, который обслуживает их от места потребления до места происхождения с целью дальнейшего использования полезных свойств и материальных ресурсов. Возвратные логистические процессы в значительной степени зависят от налаженности реверсивной цепочки поставок и открывают для компаний новые возможности для получения дополнительного дохода [28].

В промышленности возвратная логистика формируются на базе следующих основных подходов:

1) техническое обслуживание (maintain) - сохранение или восстановление товара до необходимого уровня производительности с целью его защиты от дальнейшего повреждения и продления жизненного цикла;

2) повторное использование продукции (reuse of goods): продукт используется повторно для первоначальных или новых целей в своем первоначальном виде, либо с некоторыми изменениями и улучшениями;

3) переработка отходов и отслужившей продукции (recycling): любые восстановительные операции, при которых отходы и отслужившая продукция перерабатываются в материалы и ресурсы для первоначальных или иных целей.

Переработанные материалы возвращаются в производства, замыкая производственный цикл.

Так как не все продукты и их компоненты пригодны для переработки и повторного использования, часть из них являются отходами и подвергаются в конце своего жизненного цикла захоронению или сожжению. Однако данные методы управления отходами не относятся к процессам формирования экономики замкнутого цикла, поскольку они не обеспечивают сохранение сырьевых и энергетических ресурсов. Цель модели экономики замкнутого цикла – минимизировать объемы отходов, проходящие через стадию утилизации.

В обобщенном виде схему процессов циркулярной экономики можно представить следующим образом (рисунок 10):

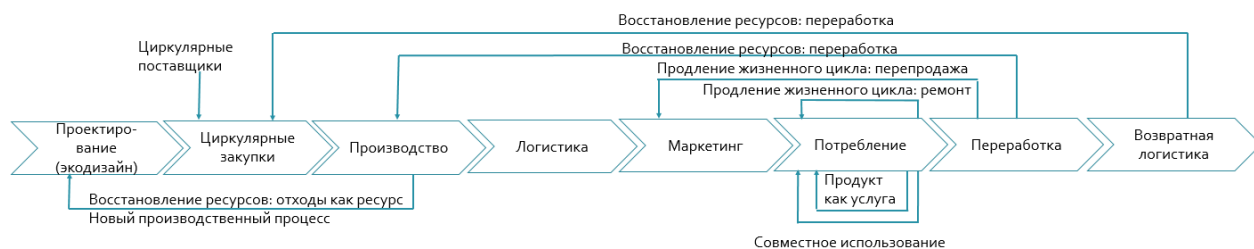


Рисунок 10 – Обобщенная схема модели циркулярной экономики

Таким образом, внедрение принципов экономики замкнутого цикла требует трансформации производственных и потребительских моделей и ведет к необходимости инвестирования в разработку эффективного циклического процесса, в том числе эффективной возвратной логистики, сортировки, демонтажа и разборки продукта. Внедрение процессов циркулярной экономики влечет за собой инновации технологического и организационного характера, а также реализацию стимулов для возврата продукции от потребителей назад в производственный процесс [28].

2.4 Системный подход

Системный подход — это подход, при котором любая система (объект) рассматривается как совокупность взаимосвязанных элементов (компонентов), имеющая выход (цель), вход (ресурсы), связь с внешней средой, обратную связь.

Внешняя среда проекта может оказывать благоприятное и неблагоприятное воздействие на нормальное функционирование предприятия. Это связано со сложной структурой организации внешней среды (наличием большого числа факторов), подвижностью (многогранность взаимодействия этих факторов и скорость их изменения) и неопределенностью (дефицитом информации об этих процессах).

Одним из наиболее распространенным анализом внешней среды является PEST-анализ (от аббревиатуры P-politics, E-economics, S-society, T-technology), который объединяет в себе анализ четырех основных областей внешней среды: политика, экономика, общество и технологии. PEST-анализ можно считать вариантом системного анализа, потому что факторы, относящиеся к рассматриваемым четырем аспектам, как правило, тесно связаны и характеризуют различные иерархические уровни системы общественного устройства.

Таблица 10 - PEST - анализ

Политика	Экономика
<ul style="list-style-type: none"> - стратегический курс на переход к ресурсоэффективным технологиям; - ужесточение налоговой политики в области экологии; - реализация целей устойчивого развития. 	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие мер финансового стимулирования процессов циркулярной экономики; - высокий риск внедрения проектов ЦЭ в связи с их инновационным характером; - увеличение рисков, связанных с линейной моделью (линейные риски).
Общество	Технологии
<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие системы общественного информирования о вопросах циркулярной экономики; - низкая развитость системы подготовки кадров в области циркулярной экономики; - низкая активность среди населения в вопросах раздельного сбора мусора, минимизации отходов. 	<ul style="list-style-type: none"> - Увеличение количество разработок в области повторного использования, возвращение в производство отходов.

Переход России на принципы циркулярной экономики в политическом плане находится на ранней стадии. Так, лишь в 2014 г. правительство РФ приступило к реализации масштабных мер по внедрению изменений в экологическое законодательство, в том числе принятию Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» № 458-ФЗ, что связано со значительной модернизацией действующей системы управления отходами в стране. Ключевая роль в этой модернизации была отведена ряду новых инструментов управления и созданию требуемой инфраструктуры, включая строительство объектов для переработки и стимулирования процесса удаления отходов. В соответствии с постановлением Правительства РФ № 2491-р, были установлены нормативы утилизации, а также введены ставки экологического сбора на охрану окружающей среды в случае отказа от утилизации. Федеральный закон № 219 от 21 июля 2014 года «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» имел большое влияние на создание цивилизованной системы обращения с отходами и повышение уровня ресурсоэффективности и экологической безопасности

производства. В нем предусмотрено комплексное предотвращение и минимизация негативного воздействия на окружающую среду путем постепенного перехода предприятий к принципам наилучших доступных технологий. В то время как европейские предприятия, а также правительственные и неправительственные организации, представители бизнеса и ученые активно участвуют в формировании институциональной среды для развития циркулярной экономики, в России степень внедрения моделей циркулярной экономики остается низкой, а высокий уровень производства отходов указывает на доминирование линейных моделей экономики. Этот вывод подтверждают также расчеты уровня развития экономики замкнутого цикла на основе индекса, специально разработанного фондом Эллен Мак Артур. Так, в России уровень развития круговой экономики в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами составил 8%, в то время как расчеты в Германии определили уровень развития циркулярной экономики на уровне 37%.

Необходимо подчеркнуть, что переход к новой экономической модели требует квалифицированного экономического обоснования, так как характеризуется высокими затратами в инвестиционной фазе, а также продолжительным периодом окупаемости, которые нуждаются в квалифицированном обосновании. Это обстоятельство также является существенной преградой перехода российского бизнеса на принципы ресурсоэффективного производства и потребления.

Циркулярная экономика действует на всех этапах цепочки производства и потребления, поэтому модель, основанная на системном подходе, должна учитывать концепцию жизненного цикла товара (ЖЦТ). Концепция жизненного цикла рассматривает продукты или услуги на протяжении всего периода их обращения, начиная с этапа проектирования и производства. ЖЦТ рассматривается как современный инструмент для анализа потенциальных воздействий и является необходимым элементом системного подхода к устойчивому развитию.

В ходе выполнения магистерской диссертации бизнес-модели ЦЭ были разделены на три блока (циркулярные инновационные модели, модели замкнутого использования и циклические модели вывода) в соответствии со стадиями жизненного цикла.

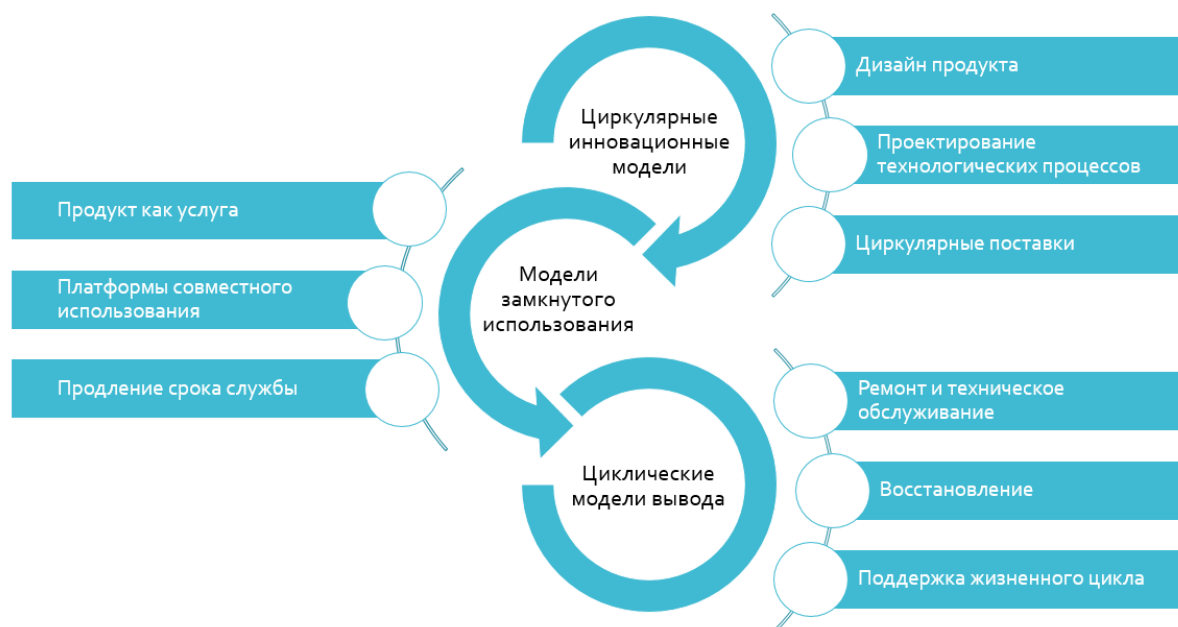


Рисунок 11 – Схема системного подхода в модели циркулярной экономики

Циркулярные инновационные модели сосредоточены на стадии разработки. Продукты предназначены для того, чтобы прослужить дольше и/или быть простыми в обслуживании, ремонте, модернизации, реконструкции, восстановлении или переработке. Кроме того, разрабатываются и/или получают новые материалы, например, био-основанные, менее ресурсоемкие или полностью перерабатываемые материалы.

Модели замкнутого использования: эти бизнес-модели фокусируются на фазе использования, оптимально используя продукт и поддерживая добавленную стоимость.

Циклические модели вывода: эти бизнес-модели фокусируются на выпуске и добавленной стоимости продукта после его использования. В этих бизнес-

моделях доход генерируется путем преобразования продуктов после использования в новые продукты или полезные ресурсы с целью увеличения стоимости, снижения затрат или сокращения отходов. Развитие реверсивной логистики имеет важное значение для этой модели.

Таблица 11 – Характеристика бизнес-моделей циркулярной экономики согласно системному подходу

Циркулярные инновационные модели	Модели замкнутого использования	Циклические модели вывода
<p>Дизайн продукта: разработка продуктов, которые предназначены для обеспечения их длительного и полезного срока службы и / или просты в обслуживании, ремонте, модернизации, реконструкции или восстановлении.</p>	<p>Продукт как услуга: реализуется не через продажу продукта, а через предоставление услуги по его использованию. Право собственности на продукт сохраняется за поставщиком услуг. Первичный поток доходов формируется от платежей за поставленную продукцию.</p>	<p>Ремонт и техническое обслуживание: ремонт и техническое обслуживание бывших в употреблении продуктов с целью их продажи.</p>
<p>Проектирование технологических процессов: Разработка процессов, повышающих потенциал повторного использования и переработки промышленных и других продуктов, побочных продуктов и потоков отходов.</p>	<p>Платформы совместного использования: обеспечивают увеличение коэффициента использования продуктов путем включения или предложения совместного использования/доступа/владения..</p>	<p>Восстановление: поставщик предоставляет системы возврата и сбора для восстановления полезных ресурсов из утилизированных продуктов или побочных продуктов.</p>

Окончание таблицы 11

Циркулярные инновационные модели	Модели замкнутого использования	Циклические модели вывода
Циркулярные поставки: обеспечивает входные материалы, такие как возобновляемые источники энергии, био-основанные, менее ресурсоемкие или полностью перерабатываемые материалы	Продление срока службы: продлевает срок полезного использования продуктов и компонентов за счет ремонта, технического обслуживания или модернизации.	Поддержка жизненного цикла: продажа расходных материалов, запасных частей и дополнения для поддержки жизненного цикла долгосрочных продуктов.

Принятие одной из этих циркулярных бизнес-моделей не обязательно гарантирует циркулярный бизнес. Экономическое окружение, а также комплексное сотрудничество всегда должны приниматься во внимание. Чтобы быть «полностью циклическими», все три категории бизнес-моделей должны быть реализованы по всей цепочке поставок. Это невозможно без сотрудничества по всей цепочке: проектировщики и поставщики, а также поставщики услуг и компании по переработке должны сотрудничать, чтобы достичь циклического состояния экономики, обмениваясь не только материалами и энергией, но также информацией и услугами.

3 Циркулярная экономика как модель инновационного развития региона

3.1 Использование отходов глиноземного производства в строительстве автодорог как пример внедрения процессов циркулярной экономики в регионе

Руководствуясь принципами циркулярной экономики, технический прогресс может создавать все более широкие возможности для общества. Стремление заменить продукты товарами «циркулярного дизайна» и создать обратные логистические сети и другие системы для поддержки экономики замкнутого цикла является мощным стимулом для инноваций. Преимущества более инновационной экономики включают высокие темпы технологического развития, улучшение материалов, рабочей силы и энергоэффективности, а также более широкие возможности для получения прибыли компаниями.

В то же время вовлечение вторичной промышленной продукции в производство в Российской Федерации развивается низкими темпами, что приводит к увеличению объема накопленных отходов. Так, например, на свалках предприятий металлургической отрасли Урала и Сибири, а также центральной России скопилось более 400 миллионов тонн доменного шлака.

Красноярский край лидирует среди регионов России по образованию отходов. Это связано с преимущественно промышленным характером производства. Около 60% валового регионального продукта в Красноярском крае составляют доходы от промышленного производства (рисунок 12).



Рисунок 12– Динамика структуры ВРП Красноярского края, % [11]

Основными отраслями промышленности в Красноярском крае являются чёрная и цветная металлургия, машиностроение, топливно-энергетический комплекс, металлообработка, химическая, горнодобывающая, деревообрабатывающая, лесная, пищевая промышленность и сельское хозяйство.

Основные объемы отходов в крае образуются в результате деятельности крупных промышленных предприятий. В таблице 12 приведен список предприятий с наибольшим объемом образования отходов в Красноярском крае.

Таблица 12 – Предприятия – основные источники образования отходов в 2017-2018 гг, тыс. т [13]

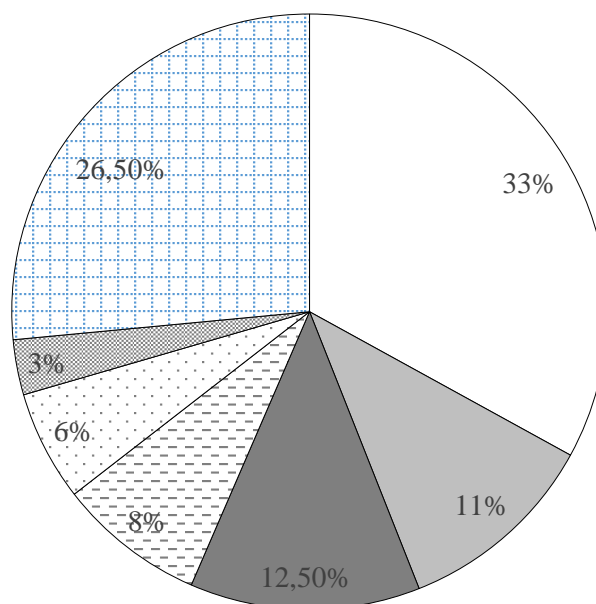
№	Наименование предприятия	Объемы образования отходов, тыс. т	
		2017	2018
1	АО «Полюс Красноярск2	149097	201374
2	ОАО «СУЭК-Красноярск»	62955	74066
3	ООО «Соврудник»	23409	37210
4	ОАО «Горевский ГОК»	28075	36528
5	АО «Красноярсккрайуголь»	н/д	29785
6	ООО АС «Прииск Дразный»	17154	16877
7	ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»	23261	15711
8	АО «РУСАЛ Ачинск»	6688	12092
9	ООО «Новоангарский обогатительный комбинат»	2776	3047
10	АО «Лесосибирский ЛДК №1»	198	326

В связи с нарастающей антропогенной нагрузкой на окружающую среду особую значимость приобретает вопрос внедрения технологий использования отходов различных производств в новом производственном цикле.

Этой тематике посвящены различные исследования, в том числе исследования в Сибирском Федеральном университете. К таким исследованиям относятся труды Бурученко А.Е [31]., посвященные использованию отходов металлургического производства в керамическом производстве, работы Кулагиной Т.А., посвященные вопросам управления отходами радиотехнических производств, и др.

Однако в рамках рассмотрения концепции циркулярной экономики было выявлено, что основным стейкхолдером, способным на данном этапе развития экономики предоставить возможности для внедрения инновационных бизнес-моделей является государство. Этот факт стратегически обуславливает необходимость выбора технологии, которая могла бы быть внедрена на рынке B2G посредством циркулярных гос. закупок.

Для этого необходимо рассмотреть структуру государственных закупок (рисунок 13) Красноярского края и определить потенциальные отрасли внедрения.



- Работы по строительству, реконструкции и ремонту зданий, автодорог и других построек
- Разработка проектной документации, инженерные услуги
- Исследования и разработки
- Медицинская аппаратура, её производство и ремонт
- Финансовое посредничество
- Автотранспорт, запчасти
- Иное

Рисунок 13 – Структура государственных закупок
Красноярского края в 2018 г.

В 2018 году закупки Красноярского края в денежном выражении составили 123 млрд руб. (5% от ВРП), из них наибольшая часть (33%) в сфере строительства. 17 млрд руб. было потрачено на строительство, реконструкцию и содержание автодорог. С точки зрения циркулярной экономики автодорожное строительство является перспективной отраслью для внедрения циркулярных бизнес-моделей.

В последние годы при строительстве дорог в России и за рубежом все чаще используются фундаменты из грунта и каменных материалов, армированные различными связующими. Это связано с тем, что высокая интенсивность

движения в настоящее время на дорогах оказывает существенное разрушающее воздействие на дорожные основания, которые, с отсутствием укрепления, не могут обеспечить необходимую однородность, прочность и несущую способность дорожного покрытия.

Одним из возможных для использования отходов в Сибири является нефелиновый шлак АО «Русал Ачинск». Ежегодно на данном предприятии образуется около 6 млн. т. нефелинового шлама, который размещается в хранилище площадью 451 га, что приводит к загрязнению прилегающих территорий и необходимости отчуждения земель под шламохранилища (рисунок 14) [32].

В состав нефелинового шлама входит большое количество гидравлически активного компонента – силиката кальция, пригодного для использования в качестве вяжущего материала для укрепления местных почв в дорожных основаниях.

В исследовании, проведенном в Сибирском Федеральном университете, была предложена технология использования нефелинового шлама и гипсоангидритовых отходов в качестве компонентов твердеющих смесей для основания дорожного полотна [33]. Экспериментальные испытания показали, что прочность разработанных асфальтированных дорожных смесей в среднем в 1,5 раза выше, чем в образцах, изготовленных с использованием текущей технологии.

Согласно заключению Аккредитованной лаборатории АНО «Экспертно–аналитическим центром по проблемам окружающей среды «ЭКОТЕРРА», производившей изучение состава нефелинового шлама с целью установления его токсических свойств и определения класса опасности для окружающей среды, нефелиновый шлак относится к 5 опасности, то есть является нетоксичным и неопасным отходом производства.

АО «РУСАЛ Ачинск»

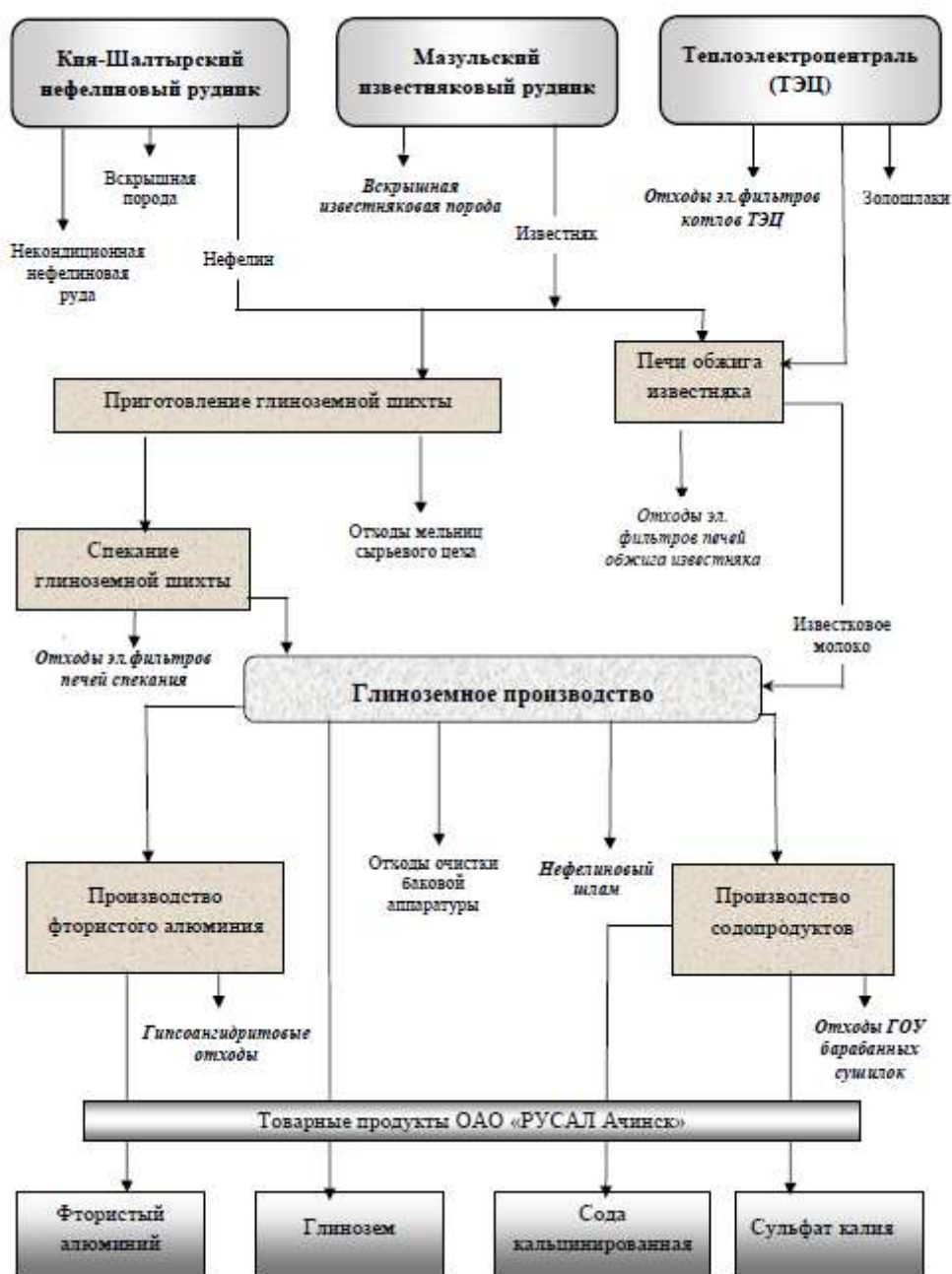


Рисунок 14 – Схема образования производственных отходов АО «Русал Ачинск» при комплексной обработке нефелиновой руды

Для оценки возможности использования гипсоангидритовых отходов (далее добавки) и нефелинового шлама для устройства нижнего слоя основания дорожного покрытия были приготовлены образцы из песчано-нефелитовой смеси следующего состава, % по массе:

- Песок – 60-67,5%;
- Нефелиновый шлам – 30%
- Гипсоангидритовые отходы АО «РУСАЛ Ачинск» - 2,5-10%.

Результаты исследования прочностных свойств образцов, приготовленных из указанных смесей, выявили увеличение прочности образцов в 1,8-2,2 раза при использовании нефелинового шлама и порошкообразных гипсоангидритовых отходов в количестве от 5 до 30%.

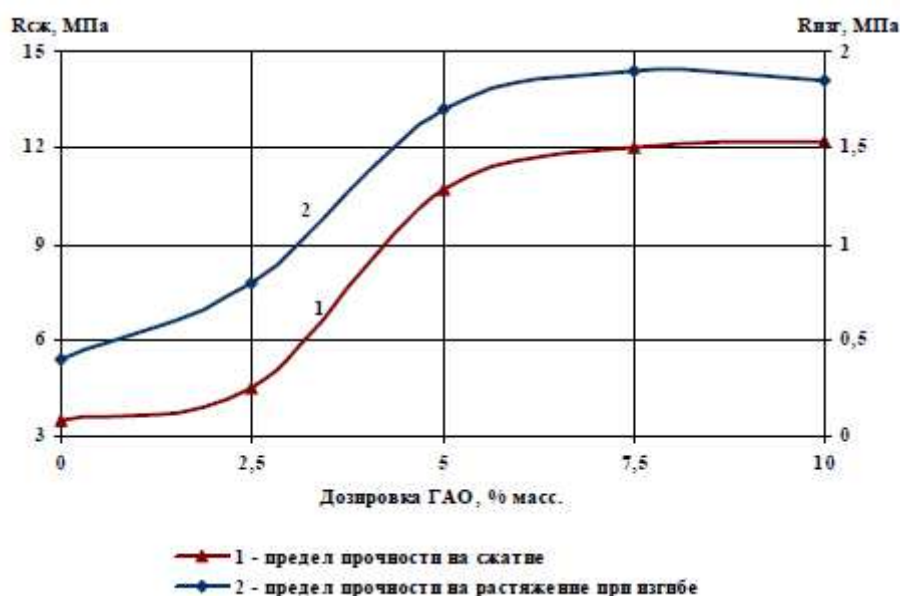


Рисунок 15 - Изменение предела прочности на сжатие и предела прочности на растяжение при изгибе образцов песчано-нефелиновой смеси с гипсоангидритовыми добавками

Так, при введении в смесь 5 % гипсоангидритовых отходов в 28-суточном возрасте предел прочности на растяжение при изгибе образцов составил 1,8 МПа, в то время как контрольные образцы нефелиново–песчаной смеси без добавок гипсоангидритовых отходов имели прочность при изгибе 0,4 МПа.

Морозостойкость дорожно-строительных материалов является одним из факторов, способствующих увеличению долговечности покрытий для дорожного строительства. При низких температурах открытые поры

затвердевшей смеси из щебня и нефелинового шлама насыщаются водой, а при замерзании вода увеличивается в объеме на 9 %, превращаясь в лед, что приводит к возникновению напряжения внутри материала до 10-20 МПа и разрушению дорожного покрытия.

По результатам анализа на морозоустойчивость образцов дорожно-строительного смесей, приготовленных из щебеночно-нефелиновой смеси с добавкой гипсоангидритовых отходов, коэффициент морозостойкости составляет 0,73-0,88, что позволяет отнести полученный дорожно-строительный материал к I классу прочности.

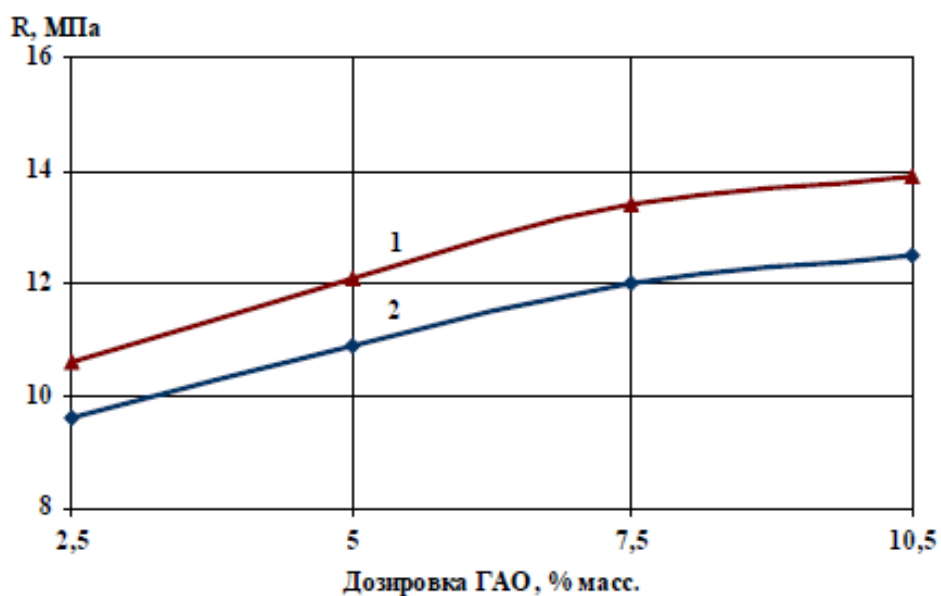


Рисунок 16 – Прочность водонасыщенных образцов из щебеночно-нефелиновой смеси (65:30) с гипсоангидритовой добавкой после испытания на морозостойкость: 1 - прочность при сжатии водонасыщенных образцов, $R_{во}$; 2 – прочность при сжатии образцов после замораживания - оттаивания, $R_{мрз}$, МПа.

Для оценки технико-экономической эффективности строительства автодороги были рассмотрены два варианта конструкции дорожной одежды, описанные в таблице 13:

Таблица 13 – Состав дорожной одежды согласно двум вариантам технологии

Вариант 1	Вариант 2
слой покрытия из щебеночно мастичного асфальтобетона марки 20 из горячей щебеночно–мастичной асфальтобетонной смеси толщиной 0,04 м по ГОСТ 31015–2002	слой покрытия из щебеночно–мастичного асфальтобетона марки 20 из горячей щебеночно–мастичной асфальтобетонной смеси толщиной 0,04 м по ГОСТ 31015–2002 с добавкой активированного минерального порошка
нижний слой покрытия из горячей пористой крупнозернистой асфальтобетонной смеси марки П толщиной 0,06 м по ГОСТ 9128-2013	нижний слой покрытия из горячей пористой крупнозернистой асфальтобетонной смеси марки П толщиной 0,06 м по ГОСТ 9128–2013
верхний слой основания из черного щебня фракций 20–40 мм и 10–20 мм, толщиной 0,08 м по ВСН 123–77	верхний слой основания из черного щебня фракций 20–40 мм и 10–20 мм, толщиной 0,08 м по ВСН 123–77
нижний дополнительный слой основания из щебня, фракционированного 40–80 мм с заклинкой фракционированным мелким щебнем толщиной 20 см;	нижний дополнительный слой основания из смеси щебня фракции 0–40 мм (65%), нефелинового шлама (30%) и измельченных гипсоангидритовых отходов (5 %) толщиной – 0,15 м по ГОСТ 23558-94
рабочий слой из гравийно–песчаной смеси С6 толщиной 0,51м по ГОСТ 25607–2009	рабочий слой из гравийно–песчаной смеси С6 толщиной 0,51м по ГОСТ 25607–2009
Присыпные обочины из щебеночно–песчаной смеси толщиной 0,13м см по ГОСТ 25607–2009 с укреплением верха асфальтобетоном ЩМА – 20 толщиной 4 см по ГОСТ 31015–2002	Присыпные обочины из щебеночно–песчаной смеси толщиной 0,13 м см по ГОСТ 25607–2009 с укреплением верха асфальтобетоном ЩМА – 20 толщиной 4 см по ГОСТ 31015–2002

Нами выполнена оценка рентабельности проекта произведена на основе следующей калькуляции (таблица 14):

Таблица 14 – Расчет стоимости 1 км дорожного полотна шириной 3,5 м по двум схемам строительства

Статьи калькуляции	цена за м3 (включая НДС (20%))	толщина, м (норма расхода)	объем, м3	Стоимость на 1 км однополосной дороги, руб
Вариант 1				
Щебеночно-мастичная смесь ЦМА - 20	4250	0,08	280	1190000
Крупнозернистая асфальтобетонная смесь марки П	2000	0,06	210	420000
Черный щебень 20-40мм	791,7	0,08	280	221667
Щебень 40-80мм	1166,7	0,15	700	816667
Гравийно-песчаная смесь С6	650	0,51	1785	1160250
Щебеночно-песчаная смесь	720	0,13	455	327600
Асфальтобетон ЦМА	2150	0,04	140	301000
Итого по варианту строительства 1				4437183
Вариант 2				
Щебеночно-мастичная смесь ЦМА - 20	4250	0,08	280	1190000
Крупнозернистая асфальтобетонная смесь марки П	2000	0,06	210	420000
Черный щебень 20-40мм	79	0,08	280	221667
Щебень 0-40 мм (65%)	785	0,0975	341,25	267881
Нефелиновый шлам (30%)	433	0,045	157,5	68240
Измельченные гипсоангидритовые отходы (5%)	375	0,0075	26,25	9844
Гравийно-песчаная смесь (30%)	650	0,51	1785	1160250
Щебеночно-песчаная смесь	720	0,13	455	327600
Асфальтобетон ЦМА	2150	0,04	140	301000
Итого по варианту 2				3966482

Таким образом, строительство 1 км дороги с основанием из щебня фракции 0-40мм, нефелинового шлама и измельченных гипсоангидритовых отходов обеспечивает снижение себестоимости строительства на 10,6% или на 470 тыс. руб на 1 км дорожного покрытия [34].

С точки зрения концепции циркулярной экономики, производственная модель будет выглядеть следующим образом:



Рисунок 17 – Модель циркулярной экономики для проекта использования отходов глиноземного производства при строительстве дорог.

Модель включает в себя несколько циклов. Первый цикл отражает передачу отходов глиноземного производства в новый производственный процесс (посредством бизнес-модели циркулярных поставщиков) и непосредственно связан с эффектом от внедрения технологии. В модели отдельно выделены циркулярные государственные закупки как инструмент стимулирования внедрения инноваций. Дополнительные три цикла сосредоточены по стадии использования. Они непосредственно связаны с техническими характеристиками внедряемой технологией (увеличение прочности и срока службы дорожного полотна) и способствуют продлению жизненного цикла, что является одной из основных моделей ЦЭ.

Возвращаясь к системному подходу, в данной модели внедрены такие процессы как: разработка (дизайн) циркулярного продукта и циркулярные поставщики, соответствующие стадии инновационные модели, продление срока службы (стадия циркулярного использования), ремонт и техническое обслуживание, а также поддержка жизненного цикла (модели вывода). Таким образом, можно сделать вывод, что предлагаемая модель включает в себя принципы циркулярной экономики, реализуемые на всех этапах жизненного цикла и цепочки создания ценности.

3.2 Комплексная оценка эффективности проекта

Для комплексной оценки инвестиционных проектов используется следующие критерии эффективности:

- коммерческая эффективность, учитывающая финансовые результаты для непосредственных участников проектов;
- бюджетная эффективность, демонстрирующая финансовые результаты проекта для государственного бюджета;
- экономическая эффективность, включающая комплекс эффектов, обозначенных в таблице 15 [35].

Таблица 15 – Виды сопутствующих результатов инновационных проектов и их характеристика

Виды эффектов	Содержание результатов
Научный (инновационный)	Создание новых методов исследований и измерений. Решение новых научных задач, удовлетворение качественно новых потребностей общества. Внедрение новых технологий, увеличение НИОКР.
Организационный	Разработка проектов новых производств и новых научно-технических организаций, новых форм и методов организации производства и обслуживания, управления и труда, а также проектов рационального размещения производства.
Экологический	Изменение параметров окружающей среды, комплексное использование сырьевых ресурсов, улучшение процессов добычи ресурсов из недр, разработка проектов новых очистных сооружений, новых методов и способов очистки, новых способов переработки отходов, замены дефицитного сырья и материалов.
Социальный	Изменение характера и улучшение условий труда, повышение уровня образования, увеличения средней продолжительности и свободного времени, уменьшение вредного влияния техники и производства, развитие новых форм обслуживания населения.

Окончание таблицы 15

Виды эффектов	Содержание результатов
Политический (внешнеэкономический)	Улучшение технико-экономических показателей продукции отечественного производства, увеличение возможности экспорта научных идей и техники; увеличение уровня диверсификации поставок по странам; Увеличение конкурентоспособности; обеспечение устойчивого развития.

Таким образом, комплексная оценка инвестиционного проекта предполагает оценку финансовой состоятельности проекта и оценку его бюджетной и экономической эффективности. При оценке экономической эффективности необходимо учитывать политические, социальные, технологические, нормативные, культурные и иные факторы [35].

Целью коммерческого анализа является оценка проекта с точки зрения участников бизнеса.

Последствия внедрения экономических и производственных процессов в экологию недостаточно изучены и часто приводят к необратимым изменениям в окружающей среде. Поэтому экологический анализ занимает особое место в анализе проектов. Однако чаще всего экологический анализ проводят путем качественного анализа, поскольку нет объективного и общепринятого подхода к оценке экологических затрат и результатов.

Целью организационного анализа в ходе проектирования является оценка административной, организационной, политической и правовой среды реализации и эксплуатации проекта, а также разработка необходимых рекомендаций в области планирования, менеджмента, координации деятельности.

Цель социального анализа – определение пригодности вариантов проекта для его пользователей. Социальный анализ весьма сложен, прежде всего по

причине затруднительности применения формальных методов и отсутствия стандартных методов и процедур.

Коммерческая эффективность проекта складывается из доходов, полученных от реализации нефелинового шлама и гипсоангидритовых отходов, а также средств, высвобожденных от уплаты экологических налогов.

Нет единого подхода к оценке стоимости отходов производства. Данная оценка признается условной, так как не опирается на стандартный подход определения себестоимости путем калькулирования фактических затрат. С другой стороны, определение доходов от реализации отходов является важной частью оценки проекта, так как позволяет определить его коммерческую эффективность. При оценке производственных отходов необходимо учитывать продажную цену, как того требуют нормативные документы. Тем не менее, оценка деловых отходов также должна обеспечивать необходимый уровень рентабельности.

Компания может сама определить способ исчисления стоимости возвратных отходов – по цене реализации или возможного использования.

В данной работе себестоимость отходов определена по цене реализации пропорционально объемам образованных отходов с наценкой 15%.

Таким образом, что цена 1 тонны нефелинового шлама с гипсоангидритовой добавкой составила 276,3 руб. Учитывая средние объемы образования шлама в размене 6 млн тонн в год [30], выручка от реализации отходов производства составит 1,7 млрд руб. (6,4% от текущей годовой выручки компании) [36].

Высвобождение земель от объемов отходов позволит сократить размеры выплат за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) [37]. Платежная база составляет 6 млн. тонн, ставка для отходов пятого класса опасности в 2020 году составляет 716,04 руб. Таким образом, объем средств, высвобожденных от уплаты сбора составляет 4,3 млрд руб.

Коммерческая эффективность от проекта оценивается в 5954 млн. руб., из которых 27,8% – выручка от реализации отходов производства, 72,2% или 4296 млн руб. - сумма годовой экономии средств на уплате налогов и сборов.

Бюджетная эффективность подразумевает определение эффективности участия государства в проекте с точки зрения расходов и доходов бюджета. Бюджетная эффективность учитывает в первую очередь снижение затрат на материалы в процессе производства (которые составляют 70% от общей себестоимости строительства дорожного полотна), а также в перераспределении денежных затрат за счет увеличения жизненного цикла дорожной одежды в связи с увеличением прочности полотна.

Поскольку строительство дорог – это та деятельность, которая не приносит положительных денежных потоков для государства, а является объектом инвестирования, бюджетную эффективность можно оценить, как экономию на инвестиционных затратах, а также затратах на ремонт и содержание [38]. Как видно на графике, при реализации технологии в расчетном периоде 25 лет экономия для государства составит 16 млн. руб. с 1 км дорожного полотна шириной 3,5 м, а в дисконтированных денежных единицах с учетом фактора времени и премии за риск выгода государства или NPV составит 3,9 млн руб. с 1 км дороги. Ставка дисконтирования рассчитана кумулятивным методом и составляет 15%. График высвободившихся денежных потоков представлен на рисунке 18.

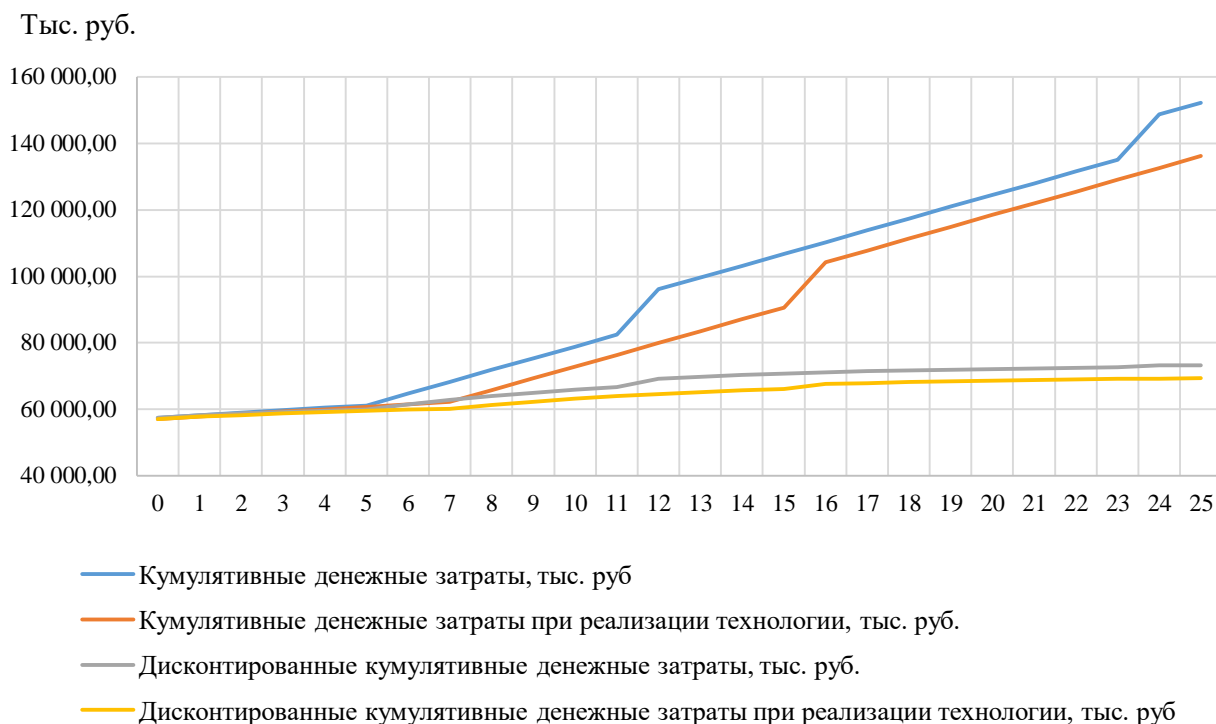


Рисунок 18 – График бюджетной эффективности при внедрении технологии

Ломаный характер графика обусловлен периодичностью реализации ремонтных циклов, которые удлиняются в связи с улучшенными характеристиками дорожного полотна при внедрении новой технологии и увеличением жизненного цикла дороги.

Для сравнения эффективности различных вариантов проектных решений при строительстве дорожных объектов также предлагается использовать удельную стоимость владения (УСВ), которая определяется по формуле (1) [38]:

$$УСВ = \frac{ИЗ}{t} + C_{год} + \frac{ТР + K_{тр}}{t}, \quad (1)$$

где УСВ – удельная стоимость владения сооружением, руб/год;

ИЗ – суммарные инвестиционные затраты, руб.;

t – предполагаемый срок эксплуатации автодороги до капитального ремонта/реконструкции лет;

$C_{\text{год}}$ – затраты на содержание объекта, руб./год;

$K_{\text{тр}}$ – предполагаемое количество текущих ремонтов, раз/год.

Преимущество данной методики расчета обоснования государственных инвестиций в объекты дорожного строительства заключается в учете затрат на всех стадиях жизненного цикла.

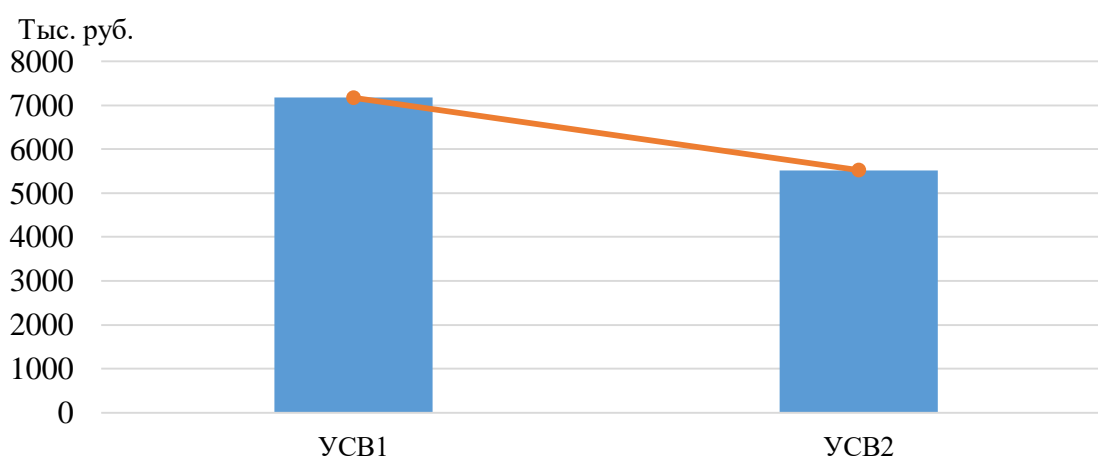


Рисунок 19 – График удельной стоимости владения для двух вариантов реализации технологии строительства

Удельная стоимость владения сооружения при базовом варианте (УСВ₁) составляет 7169 тыс. руб., при этом удельная стоимость владения при внедрении технологии (УСВ₂) составляет 5519 тыс. руб., что на 23% снижает затраты государства на строительство, ремонт и содержание 1 км однополосной дороги.

Данный проект характеризуется как инновационный, направленный на улучшение экологической обстановки. Следовательно, он влечет за собой ряд экономических эффектов (таблица 16).

Таблица 16 – Экономические эффекты при реализации инвестиционных проектов

Виды эффектов	Содержание результатов
Научный (инновационный)	Внедрение новой технологии строительства дорог на основе отходов глиноземного производства; Улучшение технико-экономических показателей строительства дорожного полотна; Создание баз для дальнейших НИОКР в области внедрения отходов производства в повторную производственную деятельность.
Организационный	Внедрение принципов циркулярных закупок в систему гос. закупок региона; Установление сотрудничества между АО «Русал Ачинск» и компаниями по строительству и ремонту автодорог
Экологический	Сокращение площадей шламохранилищ; Сокращение выбросов взвешенных веществ; Минимизация фильтрации в подземные воды; Рекультивация земель, восстановление травяного покрова; Создание условий обитания животного мира.

Таким образом, можно сделать вывод, что проект внедрения технологии использования отходов глиноземного производства в сферу дорожного строительства не только отвечает принципам организации циркулярной экономики, но характеризуется коммерческой, бюджетной эффективностью и положительными эколого-экономическими эффектами.

3.3 Анализ рисков

Очень важным моментом в оценке инновационного проекта является то, что наряду с оценкой финансовой реализуемости (коммерческой эффективности), необходимо учитывать риски, которые могут оказать существенное влияние на проект, а также эффекты с ним связанные. Только тогда можно говорить о системном подходе к оценке проекта [40].

Циркулярные проекты принято рассматривать как высоко рискованные. Такая оценка частично обусловлена недостатком информации, отсутствием

надежных инструментов оценки и устоявшимися традиционными способами ведения экономики.

Как было подчеркнуто во второй главе, круговые предприятия так или иначе связаны с контролем над ресурсами и сохранением добавленной стоимости. В этом процессе происходит трансформация экономической философии: использованные продукты рассматриваются как ценный источник для производства, а не как отходы. Данный факт имеет серьезные последствия для оценки: независимость предприятий от первичных ресурсов обеспечивает стабильную долгосрочную маржу и повышение рентабельности капитала за счет увеличения производительности ресурсов. Однако необходимые первоначальные инвестиции могут привести к ухудшению краткосрочной маржи.

В ближайшие годы можно ожидать усиления природоохранного законодательства, что поставит под удар существующую линейную систему. Это станет причиной еще одной проблемы в анализе рисков, которой до сих пор пренебрегали: возможности циркулярной экономики обеспечивать решение проблем, вызванных линейным типом производства (либо линейных рисков).

Линейный риск относится к текущим событиям в мире, которые оказывают влияние на макроэкономику. Растущее население и увеличение уровня благосостояния означают, что нынешняя линейная экономика неустойчива в долгосрочной перспективе. О необходимости смены экономической модели также свидетельствуют неустойчивые цены на ресурсы и последствия изменения климата. Эти факторы приведут к ужесточению экологического законодательства и переориентации предприятий в сторону снижения негативного воздействия на окружающую среду. Таким образом, доли в линейном бизнесе рискуют превратиться в непрофильные активы, то есть активы, которые пострадали от непредвиденного или преждевременного списания, девальвации или конвертации в пассивы. Причины этого включают факторы, связанные с окружающей средой, регулированием, эволюционирующими социальными нормами и новыми технологиями.

На данный момент трудно оценить количественную величину линейных рисков. Но без изменений мы можем ожидать нарушения цепочки поставок, ограниченной доступности сырья (что оказывает давление на деловую активность) и волатильности цен. Все это представляет собой риски и, следовательно, дополнительные затраты.

Таблица 17 – Линейный и циркулярный риски

Циркулярный риск	Линейный риск
Сложность перехода на экологически ориентированное мышление, в котором бывшие в употреблении продукты и ресурсы представляются не как отходы, а как ценный набор материалов для повторного использования.	Зависимость от первичных ресурсов (риск нарушения цепочки поставок в связи с истощением ресурсной базы).
Необходимые первоначальные инвестиции могут привести к ухудшению краткосрочной маржи.	Подверженность волатильности цен на ресурсы.
Сложность установления баланса краткосрочной маржи и долгосрочной стабильности.	Ужесточение природоохранного законодательства.
Рыночный спрос на предлагаемые продукты: клиенты и компании в настоящее время привыкли владеть ресурсами (с переходом права собственности), а не просто использовать.	Рост числа населения, урбанизация (дефицит ресурсов)
Зависимость от сотрудничества в цепочке поставок (многие модели циркулярной экономики межотраслевые)	Последствия изменения климата
Отсутствие единого подхода к определению остаточной стоимости многих продуктов, обусловленная неразвитым рынком компаний циркулярного выпуска (т. е. компаний, которые занимаются повторным использованием, восстановлением или реконструкцией).	Увеличение спроса на экологически-чистые продукты (как следствие обесценивание активов линейного бизнеса)

Используя стратегии циркулярной экономики, компании могут снизить многие линейные риски. Циркулярные экономические стратегии снижают зависимость от первичных природных ресурсов и волатильности цен на них. Циркулярные компании используют инновационные производственные технологии и бизнес-модели, которые снижают неэффективность цепочки поставок и повышают их конкурентное преимущество. Поскольку циркулярные компании отдают приоритет экологическому и социальному воздействию своего бизнеса, они лучше подготовлены к будущим изменениям в экологических нормах и экологическом восприятии потребителей.

Однако, циркулярные проекты на данный момент характеризуются как высоко рискованные, что связано с высокой долей неопределённости относительно технических, экономических и финансовых характеристик. Финансовые институты не готовы масштабно финансировать развитие циркулярной экономики. Это проблема современно этапа развития концепции, которая требует вовлечение в циркулярные проекты высококомпетентного риск-менеджмента, а также законодательной и финансовой поддержки государства.

Как указано во второй главе, бизнес-модели циркулярной экономики предусматривают разработку новых продуктов, материалов и оптимизацию процессов для повышения потенциала повторного использования и возможности вторичной переработки побочных продуктов и отходов. Эти бизнес-модели характеризуются значительным технологическим и операционным риском. Новые технологии не имеют подтвержденного опыта работы и, следовательно, влекут за собой производственные риски, к которым может быть добавлена связанная с этим неопределенность в отношении эксплуатационных расходов. Кроме того, инвестиции, связанные с продуктовыми инновациями, также характеризуются такими бизнес-рисками, как:

- 1) Конкуренция с существующими альтернативными продуктами;
- 2) Неопределенность технических характеристик сырья;
- 3) Неопределенность в отношении технических характеристик продукта и его производительности;

4) Неопределенность в отношении остаточной стоимости новых продуктов;

5) Риск того, что компания не сможет обеспечить экономически эффективный ремонт, повторное использование и восстановление.

В таблице 18 представлено резюме рисков, связанных с рассматриваемым проектом, и способов их минимизации.

Таблица 18 – Риски и способы их минимизации

Риски	Способы минимизации рисков
Срыв поставок	Оценка поставщиков помогает выявить не только экологические аспекты их деятельности, но снизить риски поставок, сократить время цикла заказа и запасов, тем самым увеличить конкурентные преимущества
Ненадежность подрядчика	Установление критериев гос. закупок, которые включают в себя условия найма подрядчика, а также требования к исполнению циркулярных принципов в строительстве
Сокращение жизненного цикла из-за смены подрядчика и технологии	Заключение сервисного контракта на длительный срок (тем самым ответственность за содержание и ремонт дороги будет нести один и тот же подрядчик)
Увеличение сметной стоимости во время строительства	Применение более строгих норм к оценке проекта с поправкой на риск.
Конкуренция со стороны аналогов	Комплексное исследование рынка, стратегический анализ.

Наступление данных рисков непосредственно связано с изменением параметров рассматриваемого проекта. Для достижения достоверности в оценке рисков анализ критических факторов должен быть многофакторным. Для этого применяют различные методы сценарного анализа, наиболее популярным из которых является метод Монте-Карло. В рамках данного исследования был проведен анализ рисков методом Монте-Карло с использованием программы Crystal Ball Oracle в программной среде MS Excel. Ключевые параметры

основаны на статьях калькуляции себестоимости, а также параметрах оценки инвестиционного проекта (таблица 19)

Таблица 19 – Параметры анализа рисков

Параметр	Значение
Прямые затраты, тыс. руб.	35498
основная заработная плата рабочих, тыс. руб.	4280
стоимость эксплуатации машин, тыс. руб.	8195
стоимость материалов, тыс. руб.	23023
Накладные затраты, тыс. руб.	5391
Сметная прибыль, тыс. руб.	2843
Итого капитальные вложения, тыс. руб.	43731
Средняя стоимость содержания 1 км дороги, тыс. руб.	726
Средняя стоимость кап. ремонта, тыс. руб.	10068
Периодичность выполнения капитального ремонта, лет	12
Средняя стоимость ремонта, тыс. руб.	2826
Ставка дисконтирования	15%

Для проведения имитации в качестве ключевого результирующего показателя принимается расчет показателя NPV. Проект рассматривается на протяжении проектного периода 25 лет, ставка дисконтирования 15%. При вычислении значений NPV проекта в зависимости от идентифицированных рисков программа генерирует новые значения входящих параметров случайным образом. Частота повторов итераций 10000. Результаты анализа в виде гистограммы вероятностного распределения NPV показаны на рисунке 20 и 21.

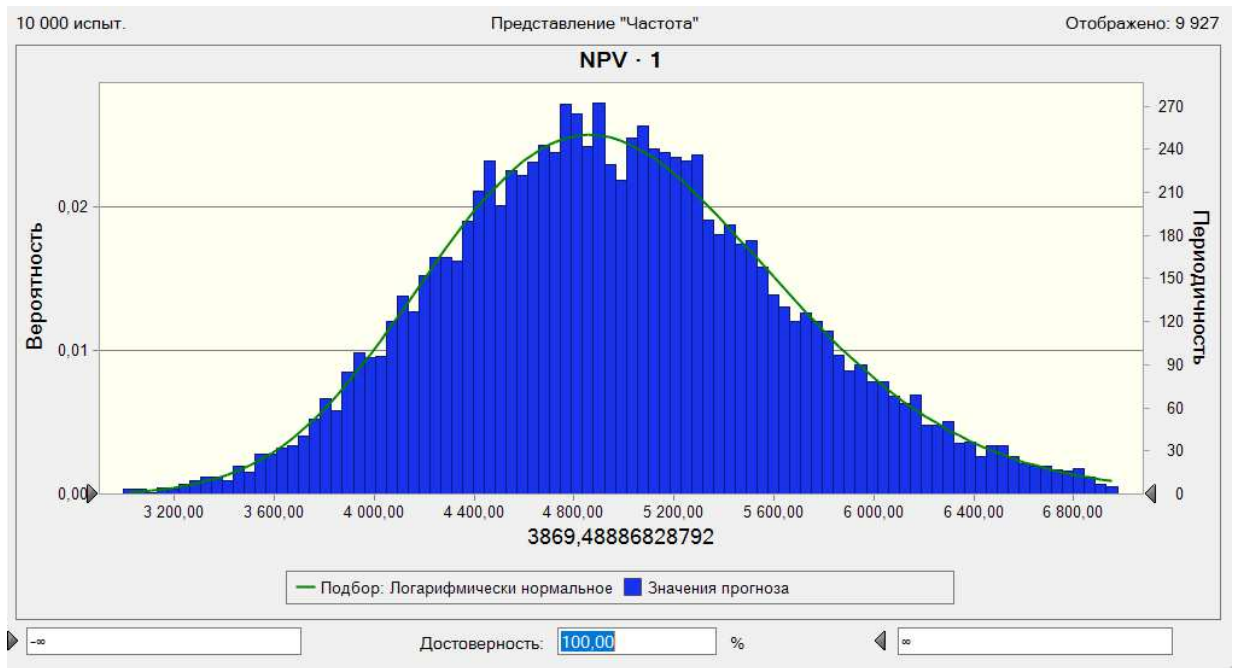


Рисунок 20 – Распределение NPV

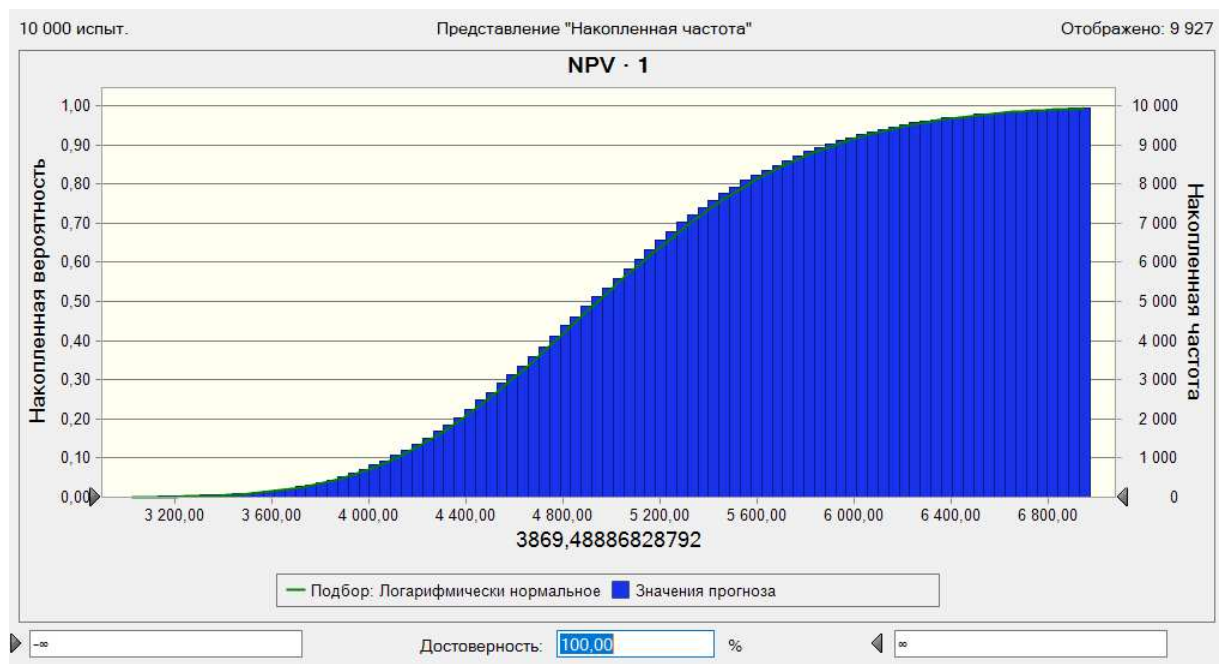


Рисунок 21 – Интеграл распределения NPV

Таким образом можно сделать вывод что с точки зрения финансового результата для государства внедрение технологии использования нефелинового шлама и гипсоангидритовых отходов в строительство дорог имеет положительный NPV и характеризует проект как прибыльный. Недостижение расчетного уровня NPV в размере 3,9 млн руб (на 1 км дороги) возможно только в 5% случаях. Такой финансовый результат обусловлен большим влиянием линейных рисков на проект, которые значительно ухудшают параметры проекта без внедрения рассматриваемой технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Линейная экономическая модель, в которой природные ресурсы добываются из-под земли, проходят производственный цикл, используются, а затем утилизируются, весьма успешно работала до конца двадцатого века. Однако глобальные тенденции указывают на то, что для поддержания экономического роста необходимы альтернативные подходы, способные обеспечить устойчивое развитие в долгосрочной перспективе. В результате деятельности человека естественные ресурсы истощаются с нарастающими темпами, экосистемы, на которых держится производство и бизнес деградируют и разрушаются.

Одной из перспективных моделей, которая потенциально способно заменить линейную экономическую модель, является циркулярная экономика. Модель характеризуется замкнутым и безотходным характером производства и экологически ориентированным сознанием потребителя. Циркулярная экономика уже на протяжении многих лет внедряется в экономические и правовые аспекты экономик развитых стран, тогда как в России находится в основном на стадии научных исследований и отдельных инициатив.

Анализ эколого-экономического окружения выявил актуальность модели для России в целом и в частности для Красноярского края в связи с нарастающей проблемой истощения ресурсов, негативных климатических изменений, скопления большого объема отходов производства и потребления, ухудшения общей экологической обстановки.

Во второй главе диссертации была детально рассмотрена модель циркулярной экономики с применением логико-структурного, процессного и системного подходов. Анализ заинтересованных сторон позволил выделить основных стейкхолдеров, которые заинтересованы во внедрении модели, а также обозначены сферы и меры их участия. Учитывая современный этап экономического развития России, государство выделено как ключевая заинтересованная сторона. Ключевую роль государства в формировании

системы циркулярной экономики также подтверждают международные практики. Выгоды для государства от внедрения модели включают в себя как внутренние факты, влияющие на экономические процессы внутри страны, так и внешние, обеспечивающие стабильность и конкурентоспособность на международном уровне.

Одним из инструментов развития моделей циркулярной экономики являются государственные циркулярные закупки. Включение в процедуру государственных закупок критериев, отвечающих циркулярным принципам, с одной стороны стимулируют НИОКР в сфере энерго- и ресурсоэффективного производства, с другой стороны оказывают финансовую поддержку циркулярным поставщикам.

С применением системного подхода к анализу бизнес-процессы циркулярной экономики были объединены в группы с соответствие с этапами жизненного цикла продукта. Таким образом, была сформулирована система критериев циркулярности проекта согласно которой для построения циркулярной экономической модели все три категории бизнес-моделей должны быть реализованы по всей цепочке поставок. Для того требуется системное сотрудничество по всей цепочке, обмен информацией и ресурсами, развитие законодательной базы и экономических стимулов.

В третьей главе проанализирована возможность внедрения проекта, отвечающего принципам циркулярной экономики в Красноярском крае. В качестве примера рассмотрена технология использования отходов глиноземного производства в строительстве автомобильных дорог. Технические характеристики показали увеличение прочности дорожной одежды в 1,8-2,2 раз и как следствие увеличение жизненного цикла дороги и межремонтного срока.

Коммерческая эффективность от проекта оценивается в 5954 млн. руб., из которых 27,8% – выручка от реализации отходов производства, 72,2% или 4296 млн руб. - сумма годовой экономии средств на уплате налогов и сборов.

Бюджетная эффективность проекта при реализации технологии в расчетном периоде 25 лет составит 16 млн. руб. с 1 км дорожного полотна

шириной 3,5 м, а в дисконтированных денежных единицах с учетом фактора времени и премии за риск выгода государства составит 3,9 млн руб. с 1 км дороги.

При анализе рисков внедрения модели рассмотрены как риски, связанные с действующей моделью (линейные риски), так и риски циркулярной экономики. Циркулярной экономике в основном присущи организационные риски, связанные с неразвитостью инфраструктуры, соответствующей новым бизнес-моделям, технологические риски в связи с недостаточной разработанностью научной базы, а также маркетинговые риски, которые обусловлены необходимостью смены парадигмы мышления и потребления на более эффективную в вопросах экологии и использовании ресурсов.

Таким образом, развитие принципов циркулярной экономики в Красноярском крае может быть перспективным как с точки зрения экономических, так и экологических, а также социальных эффектов. Однако государству предстоит создать условия для успешной реализации концепции через реформирование законодательной базы, создание механизмов финансовой поддержки, стимулирование НИОКР.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пахомова, Н. В. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивости развития/ Н. В. Пахомова, К. К. Рихтер, М. А. Ветрова//Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2017. – Т. 33 Вып. 2. – С. 244-268
2. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации/Министерство экономического развития Российской Федерации, 2019 – 85 с.
3. BP Statistical Review of World Energy 2019: an unsustainable path [Электронный ресурс]: British Petroleum. 2019 – Режим доступа: <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bp-statistical-review-of-world-energy-2019.html>
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год/Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) [Электронный ресурс]: Росгидромет, 2019 – Режим доступа: <http://www.meteorf.ru/press/news/20626/>
5. Энергоэффективность для предотвращения изменения климата/Энергетический бюллетень: Аналитический центр при правительстве РФ, 2018. – 28с.
6. Кокорин, А.О. Обзор доклада Николаса Стерна «Экономика изменения климата» / А.О. Кокорин, С.Н. Кураев С. Н. – Москва: WWF России, 2007. –50 с.
7. Экология и экономика: динамика загрязнения атмосферы страны в преддверии ратификации Парижского соглашения [Электронный ресурс]: Аналитический центр при правительстве РФ, 2019 – Режим доступа: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/23719.pdf>
8. Экология и экономика: рост загрязнения атмосферы страны/ Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. Аналитический центр при правительстве РФ, 2018. – 20с.

9. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском Крае в 2018 году» [Электронный ресурс]: Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края – Режим доступа: <http://www.mpr.krskstate.ru/envir/page5849>

10. Россия в цифрах/Статистический сборник// Федеральная служба государственной статистики. – Москва, 2017 г. – 513 с.

11. Регионы России. Социально-экономические показатели [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики, 2018 – Режим доступа: <https://www.gks.ru/storage/mediabank/Reg-pok18.pdf>

12. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420396664>

13. Концепция государственной политики Красноярского края в области экологической безопасности и охраны окружающей среды до 2030 года [Электронный ресурс]: Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края – Режим доступа: <http://www.mpr.krskstate.ru/envir/page5630>

14. Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe [Электронный ресурс]: Ellen MacArthur Foundation: UK. 2015 – Режим доступа: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf

15. A Wider Circle? The Circular Economy in Developing Countries. Briefing. //The Royal Institute of International Affairs. Energy, Environment and Resources Department, 2017. – 67с.

16. J. Porring, CIRCULAR ECONOMY: MEASURING INNOVATION IN THE PRODUCT CHAIN/Netherlands Environmental Assessment Agency. 2017 – 46с.

17. Ветрова М. А. Обоснование стратегических и операционных решений предприятий в условиях перехода к циркулярной экономике: дис...

канд. экон.-наук. 08.00.05 /Ветрова Мария Александровна – Санкт-Петербург, 2018. – 432 с.

18. Towards the circular economy [Электронный ресурс]: Ellen MacArthur Foundation: UK. 2013 – Режим доступа: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>

19. Готин, С.В. Логико-Структурный подход и его применение для анализа и планирования деятельности / С.В.Готин. - Москва: Самиздай, 2007. - 73 с.

20. Руководство к своду знаний по управлению проектами: Руководство PMBOK. – 5-е издание. – Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2013. – 590 с

21. City governments and their role in enabling a circular economy transition [Электронный ресурс]: Ellen MacArthur Foundation: UK. 2019 – Режим доступа: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/CE-in-Cities_Policy-Levers_Mar19.pdf

22. Hervey, G. Ranking how EU countries do with the circular economy [Электронный ресурс]: Getting Wasted. Politico, 2018 <https://www.politico.eu/article/ranking-how-eu-countries-do-with-the-circular-economy/>

23. О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» // [Электронный ресурс]: фед. закон от 23.12.2014 №458-ФЗ // СПС Консультант Плюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

24. О нормативах утилизации отходов от использования товаров на 2018 - 2020 гг//[Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2017 № 2971-р //Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71749648/>

25. Public procurement for a circular economy [Электронный ресурс]: European Commission 2017. – Режим доступа:

https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/Public_procurement_circular_economy_brochure.pdf

26. Дружинина, П.В. Моделирование влияния развития экономики на окружающую среду / Институт экономики КарНЦ РАН. Под общей ред. П.В. Дружинина. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 96 с.

27. Leading the way to a global circular economy: state of play and outlook/ European commission, 2020. – 47с.

28. Мишенин, Е. В. Перспективы и механизмы развития «циркулярной» экономики в глобальной среде/ Е. В. Мишенин, И. И. Коблянская// Маркетинг и менеджмент инноваций. – 2017. – № 2. – С. 329-343

29. Доклад о стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания 1 км автомобильных дорог общего пользования Российской Федерации (2018 год) [Электронный ресурс]: Минтранс России – Режим доступа: <https://www.mintrans.ru/>

30. Мухлынин, Д.Н. Циркулярная экономика и экология. Актуальные вопросы правового регулирования/ Д. Н. Мухлынин // Закон и право. – 2018. – № 8. – С. 87-89.

31. Бурученко, А.Е. Использование отходов ОАО «Русал» для производства керамических материалов/ А.Е. Бурученко, С.И. Мушарапова, Р.А. Шелковников, Ю.В. Белов, А.А. Сергеев // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России. – 2016. – С. 12-16

32. Аудиторское заключение о бухгалтерской отчетности АО «Русал Ачинский глиноземный комбинат» за 2018 год [Электронный ресурс]: Ачинский глиноземный комбинат – Режим доступа: <https://achinsk.rusal.ru/upload/medialibrary/dc2/dc250e4d798cb6a67a3dbf458a987d43.pdf>

33. Бочков, Н.Н. Дорожно-строительные материалы на основе отходов глиноземного производства: дис... канд. техн.-наук.: 05.23.05/Бочков Николай Николаевич. – Красноярск, 2016. – 209 с.

34. Определение сметной стоимости работ по строительству и ремонту автомобильных дорог: методические указания / А.В. Пуркин, С.А. Гужов. – Москва: МАДИ, 2014. – 36 с

35. Панченко А.В. Комплексный анализ инновационных инвестиционных проектов: Монография / А.В. Панченко. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 238 с

36. Раскрытие информации сетевой организацией АО «Русал-Ачинск» [Электронный ресурс]: Ачинский глиноземный комбинат – Режим доступа: <https://achinsk.rusal.ru/raskrytie-informatsii/raskrytie-informatsii-setevoy-organizatsiey/>

37. Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду // [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 N 255 (ред. от 27.12.2019) // СПС Консультант Плюс. – Режим доступа: – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

38. Методические рекомендации по определению стоимости работ по содержанию автомобильных дорог федерального значения [Электронный ресурс]: Информационно-правовой портал Гарант – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70538242/>

39. Батова, Н. На пути к зеленому росту: окно возможностей циркулярной экономики/Н. Батова, П. Сачек, И. Точицкая// Вегос: Белорусский экономический исследовательско-образовательный центр. – 2018. – 14 с.

40. Плотников, А.Н. Учет факторов риска и неопределенности при оценке эффективности инвестиционных проектов /А.Н. Плотников. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 80 с.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт инженерной физики и радиоэлектроники
Кафедра экспериментальной физики и инновационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
В.А.Орлов
подпись инициалы, фамилия
« 9 » июля 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Циркулярная экономика как модель инновационного развития региона

27.04.05 – Инноватика

27.04.05.01 – Управление инновациями

Руководитель	<u>А.К. Москалев</u> подпись, дата	канд. физ.-мат. наук, доцент должность, ученая степень	<u>А.К. Москалев</u> инициалы, фамилия
Выпускник	<u>В.А. Юсупова</u> подпись, дата	06.07.20	<u>В.А. Юсупова</u> инициалы, фамилия
Рецензент	<u>А.В. Шашкин</u> подпись, дата	06.07.20 канд. физ.-мат. наук, зав. лаб. ФИЦ КНЦ СО РАН Института леса им. В.Н. Сукачева должность, ученая степень	<u>А.В. Шашкин</u> инициалы, фамилия

Нормоконтроль
10.07.2020
В.А. Юсупова

Красноярск 2020