

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт экономики государственного управления и финансов  
Кафедра международной и управленческой экономики

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ С.Л.Улина

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

38.03.02 – Менеджмент  
38.03.02.05 – Международный менеджмент

Разработка проекта по переработке радиоэлектронных ломов  
(на примере ОАО «Красцветмет»)

Руководитель	_____	<u>старший преподаватель</u>	<u>Е.В. Пучкарева</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Н.А. Шляхина</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2022

Продолжение титульного листа БР по теме Разработка проекта по переработке радиоэлектронных ломов (на примере ОАО «Красцветмет»)

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Г.А. Федоткина

инициалы, фамилия

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1 Глобальный рынок радиоэлектронных ломов .....	6
1.1 Особенности рынка радиоэлектронных ломов.....	6
1.2 Тенденции мирового рынка радиоэлектронных ломов .....	15
1.3 Рынок радиоэлектронных ломов в России.....	29
2 Анализ деятельности ОАО «Красцветмет» .....	33
2.1 Общая характеристика предприятия .....	33
2.2 Анализ внешнеэкономической деятельности ОАО «Красцветмет» ....	40
3 Проект по переработке радиоэлектронных ломов на примере ОАО «Красцветмет».....	46
3.1 Общая характеристика проекта.....	46
3.2 Экономическое обоснование проекта.....	50
3.3 График реализации проекта.....	54
3.4 Риски проекта.....	56
Заключение .....	61
Список сокращений .....	63
Список использованной литературы .....	64
Приложение А .....	69
Приложение Б.....	70

## ВВЕДЕНИЕ

Сроки «жизни» электроники очень коротки, а проблема ее утилизации становится неизбежной и пока не решаемой. Повторное использование, ремонт, модернизация и последующая переработка электрического и электронного оборудования не являются новыми видами деятельности. Стремление общественности к более долговечным и качественным продуктам придает новый импульс обновлению и ремонту и, как следствие, более эффективному использованию ресурсов. Переработчики всегда находили ценность в металлах, содержащихся в электрическом и электронном оборудовании. Во всём мире только 17 процентов всех электронных отходов официально идут на сбор и переработку. Подобная ситуация приводит к потере ценных материалов и нанесению серьёзного вреда окружающей среде. Актуальность темы исследования обусловлена тем, что в настоящее время наблюдается рост интереса к извлечению драгоценных металлов из вторичного сырья, такого как радиоэлектронные ломы и получению прибыли за счет аффинажа и реализации металлов.

В данной работе проводится разработка проекта по переработке радиоэлектронных ломов, поиск оптимального решения для компании по входу на рынок.

Цель данной работы – разработать проект по переработке радиоэлектронных ломов. Поставленная цель обуславливает следующие задачи:

1. Исследовать глобальный рынок радиоэлектронных ломов, ключевых игроков, тенденции и проблемы;
2. Дать характеристику деятельности исследуемого предприятия;
3. Разработать бизнес-модель, найти оптимальное решение по входу компании на рынок.

Объектом исследования выступает Открытое акционерное общество «Красноярский завод цветных металлов им. В.Н. Гулидова» (далее – ОАО «Красцветмет»).

Предметом исследования является проект переработки радиоэлектронных ломов.

Информационной базой для исследования станет внутренняя документация ОАО «Красцветмет», аналитические статьи, размещенные на официальных отечественных и зарубежных сайтах, а также исследования иностранных консультантов.

Работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка сокращений, двух приложений и списка используемой литературы. Первая глава включает теоретическую основу исследования: статистика образования радиоэлектронных ломов, технологии переработки и экономическое обоснование ее эффективности. Вторая глава посвящена анализу деятельности компании, изучению ее внешнеэкономической деятельности. В третьей главе разрабатывается проект переработки радиоэлектронных ломов для ОАО «Красцветмет».

# **1 Глобальный рынок радиоэлектронных ломов**

## **1.1 Особенности рынка радиоэлектронных ломов**

К электрическому и электронному оборудованию (ЭЭО) относятся все изделия и детали, работающие с использованием электроэнергии от сетей электроснабжения или батарей. После того, как владелец выбрасывает такое оборудование, оно становится электронными отходами, в составе которого содержатся как ценные, так и опасные материалы. Термин ЭЭО используется для описания самых разнообразных изделий, содержащих в своей конструкции электрические цепи, либо электрические и электронные компоненты, которые работают за счёт питания от электросети или батарей. Практически все подобные изделия, используемые человеком дома и на работе, можно отнести к ЭЭО, в том числе ноутбуки, мобильные телефоны, холодильники, стиральные машины, посудомоечные машины, электроплиты и кухонные приборы, различные игрушки, процессоры, а также музыкальные инструменты. Масштабы использования ЭЭО стремительно растут вместе с общественным прогрессом и развитием информационно-коммуникационных технологий, что приводит к тому, что ЭЭО всё чаще используется в развивающихся отраслях экономики (к примеру, в электротранспорте, в производстве экологически чистой энергии) и в устройстве умных городов, где работа различных служб переводится на использование ЭЭО и датчиков. После того, как ЭЭО было выброшено, оно превращается в отходы электронного и электротехнического оборудования (ОЭЭО).

Каждый тип электронных отходов отличается своими собственными размерами, составом опасных компонентов и ценных материалов. Эти критерии влияют на выбор способов их сбора, обработки, переработки либо утилизации экологически безопасными способами.

В мировой практике для обозначения отходов электронного и электротехнического оборудования используют аббревиатуру WEEE или E-waste. Согласно директиве Евросоюза по ОЭЭО (2012/19/EU WEEE), отходы разделены на 6 основных потоков (рисунок 1):



Рисунок 1 – Основные потоки электронных отходов

Электронные отходы разделяются на 2 категории:

- отходы для повторного использования после устранения неисправностей;
- отходы, подлежащие переработке для извлечения материальных и энергетических ресурсов.

Проблемы сбора, учета и переработки такого вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы, во многом связаны с классификацией этого сырья. Лом электронной и электротехнической промышленности очень разнообразен, вследствие чего классификация такого лома вызывает большие трудности. Наряду с драгоценными металлами и многими цветными металлами и сплавами в нем присутствуют включения стали, чугуна, алюминия и неметаллические составляющие (керамика, резина, стекло, пластик, и др.). В Глобальном мониторинге электронных отходов

2020 года сообщалось, что, по оценкам, в 2019 году было произведено 53,6 миллиона метрических тонн электронных отходов. Это означало скачок на 21% за пять лет с 2014 года (при прогнозируемом росте электронных отходов до 75 тонн к 2030 году). Однако официально задокументированный сбор и переработка электронных отходов составили всего 9,3 миллиона тонн. Оставшиеся 44,3 миллиона тонн – это недокументированные глобальные потоки ЭО [20]. Из них 43,7 миллиона тонн – отходы, которые собраны, переработаны или захоронены экологически небезопасным способом. Глобальное образование ЭО ежегодно увеличивается на 2 млн тонн, или примерно на 3-4%, что связано с более высокими показателями потребления электроники (увеличение на 3% в год), более коротким жизненным циклом продукции и ограниченными возможностями ремонта [19]. Экспертами подсчитано, что каждый житель планеты ежегодно генерирует в среднем около 7 кг электронного лома. Больше всего в мире образуется отходов малой и крупной бытовой техники (рисунок 2).

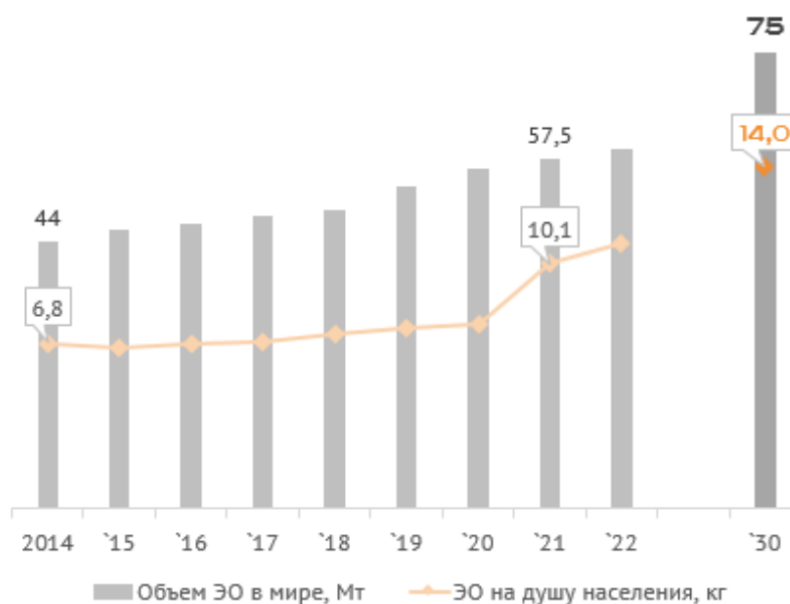


Рисунок 2 – Прогнозы образования ЭО к 2030 году по данным ООН



Деятельность по переработке отходов не поспевает за глобальным ростом ЭО. Большая часть недокументированных бытовых и коммерческих ЭО смешивается с другими потоками отходов, что приводит к потере драгоценных металлов.

Для того чтобы зафиксировать динамику в области электронных отходов определяются три индикатора (рисунок 3):

	Азия	Америка	Европа	Африка
Индикатор 1: Объём произведённых электронных отходов	<b>24,9 Мт</b>	<b>13,1 Мт</b>	<b>12 Мт</b>	<b>2,9 Мт</b>
Индикатор 2: Официально собранные ЭО в соответствии с законодательством по обращению с ЭО	<b>2,9 Мт</b>	<b>1,2 Мт</b>	<b>5,1 Мт</b>	<b>0,03 Мт</b>
Индикатор 3: Уровень сбора ЭО (индикатор 2/индикатор 1)	<b>11,7%</b>	<b>9,2%</b>	<b>42,5%</b>	<b>0,9%</b>

Рисунок 3 – Индикаторы динамики электронных отходов

Образование электронных отходов значительно варьируется во всем мире в зависимости от экономических, социальных и политических факторов. Страны, производящие наибольшее количество электронных отходов, включают Китай, США, Индию, Японию и Бразилию. Самые высокие показатели переработки в Европе, а низкие в странах Азии и Южной Америки. Часто низкие показатели переработки отходов обусловлены отсутствием законодательства, регулирующего сбор, переработку и извлечение материалов из электронных отходов, а также отсутствием инфраструктуры для переработки ЭО [25]. Это можно увидеть в Европе, где действует директива, которая охватывает все население и устанавливает стандарты переработки электронных отходов. Это один из факторов, позволяющих Европейскому Союзу иметь самый высокий

уровень переработки.

В России ежегодно образуется около 1,6 млн. тонн ОЭЭО. В России в 2019 году было переработано около 2,5 % электронных отходов, что составляет порядка 41 тыс. тонн ОЭЭО. Система учета образования и обращения с ЭО в России развита слабо, поэтому точно сказать, какой процент образовавшихся отходов утилизируется, сложно.

Объем образованных ЭО – это базовые данные для подсчёта статистики по потокам электронных отходов. Критически важным является также объём электронных отходов, переработанных в соответствии с принципами экологически безопасного обращения. Также встречаются случаи незаконного обращения с отходами. В данной деятельности может принимать участие теневой (или неофициальный) сектор. Деятельность, которую ведут представители теневого сектора, обычно не подразумевает соблюдения минимальных требований безопасности, экологических стандартов и ведётся вразрез с правильными способами деконтаминации. Однако иногда неофициальный сектор может передавать неразобранные элементы электронных отходов представителям официального сектора.

Бывшие в употреблении ЭЭО могут также пойти на импорт и экспорт. Такие процессы называют трансграничными перевозками. Перевозить могут как целые изделия, так и только их части/компоненты. Очень важно выяснить, маркируются ли экспортируемые электронные отходы в соответствии со стандартами экологически безопасного обращения, изложенными в национальном законодательстве (что означает, что они будут направлены в принимающей стране к сертифицированным переработчикам по работе с электронными отходами) [28]. Объёмы экспортированных электронных отходов должны быть добавлены к тем электронным отходам, обращение с которыми ведётся с использованием стандартов экологически безопасного обращения.

Переработка электронных отходов важна с точки зрения энергосбережения. Использование материалов, переработанных из электронных отходов, в дополнение к первичным ресурсам может привести к значительной экономии энергии, а также может уменьшить воздействие на окружающую среду, связанное с добычей и переработкой сырья. Это может привести к экономии энергии до 95% для алюминия, 85% для меди и 74% для свинца и стали [18]. Также значительно снижаются выбросы CO<sub>2</sub> при переработке электронных отходов по сравнению с переработкой первичных материалов, что было продемонстрировано в 2019 году, когда переработка электронных отходов сократила глобальный выброс CO<sub>2</sub> на эквивалент 15 млн тонн, предоставив альтернативу добыче и переработке первичных полезных ископаемых. Также было подсчитано, что за счет переработки всех электронных отходов, образовавшихся в 2019 году, выбросы CO<sub>2</sub> можно было бы сократить еще на 83 млн тонн.

Переработка электронных ломов включает в себя несколько этапов:

1. Удаление загрязнений: перед переработкой требуется удаление опасных компонентов или материалов из электроники, чтобы обеспечить их экологически обоснованное использование и гарантировать, что они не загрязняют последующие процессы переработки или переработанные материалы.

2. Сортировка: ОЭЭО, как правило, сортируются вручную и демонтируются, чтобы отделить материалы и компоненты для повторного использования, ремонта или утилизации материалов. Цель состоит в том, чтобы получить максимальную отдачу от оборудования в целом, или от его компонентов, или от его материалов.

3. Измельчение: после необходимой предварительной обработки крупные электроприборы обычно измельчаются на больших молотковых мельницах вместе с другим металлическим ломом. Переработчики стремятся найти рынок вторичного сырья для пластмасс, стекла и других

неметаллических материалов, отделенных от лома электрического и электронного оборудования.

4. Разделение: дальнейшее разделение достигается с помощью вихретоковых сепараторов, воздушных потоков высокого давления или флотационных систем с использованием жидкостей различной плотности.

5. Плавка: восстановленные металлы плавятся в печи. Процесс плавления, рафинирования и легирования определяется стандартизированным составом, необходимым для будущего применения металлических сплавов.

Электронные отходы обычно сортируются по типу перед переработкой, поскольку некоторые компоненты, присутствующие в электронных отходах, требуют специальных мер по снижению экологических рисков. Следующий этап предварительной обработки включает демонтаж, разборку и удаление компонентов или деталей перед дальнейшей обработкой. Демонтаж можно разделить на ручной демонтаж и механический демонтаж, в зависимости от конструкции оборудования [29]. На первом этапе демонтажа удаляются корпус, монтажные платы, приводы и другие компоненты. Компоненты, помеченные для дальнейшей переработки, подвергаются измельчению с использованием измельчителей, молотковых мельниц, роторных дробилок, дисковых дробилок и шаровых мельниц. После уменьшения размера материал может быть либо отправлен непосредственно на переработку, либо подвергнут дополнительной предварительной обработке для дальнейшего разделения металлических и неметаллических компонентов. Это может включать гравитационную сепарацию, магнитную сепарацию, электростатическую сепарацию или пенную флотацию.

Повышение содержания металла имеет решающее значение для последующей гидрометаллургической и биогидрометаллургической переработки, поскольку размер частиц может влиять на эффективность выщелачивания. Предварительная обработка не так важна для

пирометаллургической обработки электронных отходов, но она может повысить эффективность процесса за счет концентрации металлов для извлечения и удаления таких компонентов, как керамика, для уменьшения объема конечного шлака.

Пирометаллургия является традиционным и наиболее распространенным подходом к извлечению неблагородных металлов и драгоценных металлов из электронных отходов. Пирометаллургия использует высокотемпературные процессы в окислительных или восстановительных условиях для осуществления физических и химических превращений и извлечения металлов [14]. Пирометаллургическая обработка электронных отходов обычно включает плавку в печах, сжигание и пиролиз. Примерами пирометаллургических заводов, использующих электронные отходы в качестве сырья, являются завод Aurubis в Германии, завод Umicore в Бельгии и завод DOWA в Японии. Пирометаллургическая переработка эффективна, и одним из главных преимуществ является ее способность принимать различные виды лома.

Гидрометаллургия — это отрасль экстракционной металлургии, включающая использование химии водных растворов для извлечения металлов из твердого сырья. Химическое выщелачивание включает использование кислот, щелочей или комплексов на основе лигандов в качестве выщелачивающих веществ. Выщелачивающие вещества выбираются на основе их селективности по отношению к целевому металлу, минимальных требований к последующей обработке, меньшего воздействия на окружающую среду и более низкой стоимости. Гидрометаллургические процессы могут обеспечить хорошее управление технологическими процессами, низкое воздействие на окружающую среду и низкие требования к инфраструктуре.

После гидрометаллургического выщелачивания представляющие интерес металлы концентрируются с помощью процессов экстракции

растворителем, адсорбции или ионного обмена. Наконец, металлы извлекаются из раствора с помощью процессов электрометаллургии или химического восстановления. Гидрометаллургическая обработка имеет то преимущество, что она точная, предсказуемая, энергоэффективная и легко управляемая. Однако гидрометаллургическая обработка является относительно медленной и трудоемкой по сравнению с пирометаллургической обработкой. Механическая предварительная обработка, необходимая для гидрометаллургической переработки, увеличивает общую стоимость и требует сложной инфраструктуры и квалифицированного персонала, что потенциально ограничивает ее использование в развивающихся странах. Химические вещества, используемые в гидрометаллургической переработке, могут быть опасными и оказывать значительное воздействие на окружающую среду. Кроме того, затраты на реагенты могут быть высокими и могут значительно снизить прибыль от переработки электронных отходов.

Биогидрометаллургия — это подмножество гидрометаллургической обработки, в которой используются микроорганизмы, такие как бактерии, археи и грибы, для облегчения извлечения и извлечения металлов из руд, концентратов и отходов в водной среде. Биогидрометаллургические процессы считаются экологически чистой альтернативой с меньшими затратами энергии и воздействием на окружающую среду по сравнению с традиционными металлургическими процессами.

Биогидрометаллургическая обработка использует процессы, катализируемые микробами, такие как биологическое выщелачивание, биоокисление, биоосаждение, биофлотация, биопреципитация, биосорбция, биоаккумуляция и биodeградация. Цианидное выщелачивание уже давно используется для извлечения золота из руд и, совсем недавно, изучается для электронных отходов. Микроорганизмы также могут продуцировать цианид, и было показано, что цианогенные микробы способны

выщелачивать золото из печатных плат. Одним из альтернативных агентов биологического выщелачивания является йодид. Недавно австралийскими исследователями было высказано предположение и подтверждено, что для выщелачивания золота можно применять йод окисляющие микробы.

Биогидрометаллургия уже несколько десятилетий практикуется в промышленных масштабах для переработки низкосортных руд и концентратов золота. Однако только недавно были изучены возможности извлечения металла из электронных отходов. Хотя этот метод сталкивается с теми же ограничениями, что и гидрометаллургическая обработка, поскольку является медленным процессом и требует предварительной обработки электронных отходов, он считается более экологически чистым, чем химическое выщелачивание, и обычно имеет низкие затраты на реагенты. Были достигнуты успехи в разработке интегрированных технологических схем с различными биологическими и химическими процессами.

## **1.2 Тенденции мирового рынка радиоэлектронных ломов**

Рынок утилизации электронных отходов драгоценных металлов включает крупные компании I и II уровней, такие как Johnson Matthey Plc (Великобритания), Sims Limited (США), EnviroLeach Technologies Inc. (Канада), Umicore NV (Бельгия), Boliden AB (Швеция), DOWA Holdings Co., Ltd. (Япония), Aurubis (Германия), LS-Nikko (Южная Корея), JX-Nippon (Япония), Heraeus Holding GmbH (Германия) и Tanaka Precious Metals (Япония). Производственные мощности этих поставщиков расположены в различных странах Азиатско-Тихоокеанского региона, Европы, Северной Америки, Южной Америки, Ближнего Востока и Африки.

Япония стала первым государством, которое полностью регулирует сферу ЭО на законодательном уровне. Местные власти изымают у населения

нерабочее оборудование, отправляют его на перерабатывающие предприятия, как правило, за счет производителей.

Страны ЕС внедрили директиву о строгом контроле за утилизацией технологических отходов в отношении производителей и дилеров электроники, производители планируют объем будущих отходов своего оборудования, способы возврата неисправных устройств в оборот, методы утилизации.

В Германии электронный лом собирают отдельно, как и другие отходы. Например, отработанные батарейки сдают в магазины, складывая их в специальные коробки. В соседней Франции уже более 20 лет действует система сбора и утилизации использованного оборудования. Производители включают затраты на ее реализацию в цену устройств. В итальянских городах крупногабаритное оборудование с электронной начинкой бесплатно вывозится муниципальными службами, старые гаджеты и оргтехника сдаются в многочисленные пункты сбора [13].

В европейских странах процветают и нелегальные схемы утилизации электронного оборудования. Цифровой хлам исчезает с официальных путей переработки, появляясь на черном рынке стран третьего мира, где работают тысячи людей. Масштаб незаконного оборота ЭО уже сравнивают с нелегальным оборотом наркотиков. Статус крупнейшей электронной свалки присвоен Китаю, Индии, Пакистану, Нигерии, Гане. Интересно, что ввоз электронных отходов в Китай юридически не разрешен.

Крупнейшим пирометаллургическим предприятием, перерабатывающим электронные отходы, является плавильный завод Umicore в Бельгии. Он перерабатывает 350 000 тонн электронных отходов в год и извлекает более 100 тонн золота и 2400 тонн серебра в год. Учитывая увеличение образования электронных отходов, планируется расширить мощность завода до 500 000 тонн в год. Материал, отправляемый на плавильный завод Umicore, обычно демонтируется или предварительно



обрабатывается для удаления крупных пластиковых деталей, железа и алюминия. Электронные отходы плавятся в печи. При плавке драгоценные металлы и медь отделяются от других неблагородных металлов. Медные слитки подвергаются дальнейшей обработке с использованием электролиза. Шлак перерабатывается с использованием свинцовой доменной печи. Следует отметить, что в дополнение к пирометаллургическим методам на заводе используются гидрометаллургические и электрохимические процессы. С примерами глобальных крупных коллекторов и переработчиков можно ознакомиться на рисунке 4.

Коллекторы и первичные переработчики	Компании с циклом получения листов, гранул, сплавов	Крупные аффинажные производства
STEELMET, s.r.o	Colt Refining	Boliden
Adamec recycling GmbH	Ecomet refining	Umicore
Blancomet Scot Ltd	Elemental Holding SA	Aurubis
Indumetal Recycling Galloo	Gebrüder Naim	Dowa
Sunnking, Inc	Hamarec GmbH	LS-Nikko
SunTech Recycle Inc.	Hensel recycling	JX-Nippon
Sim Green srl	Holland Recycling	
DISMECO Srl	IMMARK AG	
EDM recycling INC	Remondis Electrorecycling	
	MAIREC	
	URT Umwelt	
	EnviroLeach Technologies Inc.	
	Sims Limited	

Рисунок 4 – Примеры коллекторов и переработчиков РЭЛ

В основном деятельность большинства этих предприятий, по переработке ЭО, заключается в сборе и предварительной переработки электронных отходов, из которых необходимая часть компонентов и концентраты передаются на аффинажные заводы. И только несколько перерабатывающих предприятий обеспечивают полный цикл переработки, извлекая при этом не только драгоценные металлы, но и другие ценные фракции.

Когда мы говорим об электронном ломе, то идет речь о разобранном ломе, то есть, либо о платах, либо о дробленной фракции. Как правило,

дробленная фракция собирается крупными коллекторами лома (в том числе из разобранной электронной техники, где механическим путем, электронный лом отделяется, отчищается от алюминия и железа, и дробится). Такой низко-содержащий лом, как правило собирается самыми крупными коллекторами по цене за тонну, так как необходима большая производственная база. Лом такого типа имеет как правило 20-40 г/т золота. Его в большом количестве поглощают Азиатские аффинажные компании. Электронный лом более высокого содержания собирается как более крупными, так и более мелкими сборщиками. Его либо дробят, либо посылают в оригинальной форме. Материал 30-40 г/т— это материал очень низкого содержания золота. В основном, существуют 2 модели работы с этим материалом:

1. Толлинг с последующей закупкой. В данный момент с такой моделью работают как правило японские аффинажные заводы. Это связано с тем, что у них есть большие мощности. Как правило большинство электронного лома низкого содержания окажется именно там. Европейские аффинажные заводы такой материал берут неохотно и как правило только от больших поставщиков.

2. Покупка по цене за тонну материала. Многие скупщики предпочитают скупать электронный лом по цене за тонну. Все самые крупные сборщики работают именно таким способом. Им это позволяет сепарировать железо или алюминий, при этом уменьшая вес для переработки, делается сепарация пластика или иных фракций, и только потом, обогащенный и обработанный материал идет на аффинаж. Иногда, скупщики покупают материал за 95-100% от его аффинажной ценности, потому что, при этом получают "бесплатно" алюминий, или иные металлы. Например, Аурубис покупает по очень высокой цене, потому что им нужно железо для их печей.

Главными переработчиками печатных плат в мире являются:

- Болиден, Швеция - 80 000 тонн в год;
- Юмикор, Бельгия - 40 000 тонн в год;
- Аурубис, Германия - 60 000 тонн в год;
- Митсубиши, Япония - 100 000 тонн в год;
- Джей-Икс Ниппон, Япония - 100 000 тонн в год;
- ЛС Никко, Корея - 60 000 тонн в год;
- Дова, Япония - 40 000 тонн в год.

Практически все переработчики работают либо с медными концентратами, либо с концентратами, содержащими драгоценные металлы. Стоимость переработки представлена на рисунке 5.

	Азия		Европа
Стоимость переработки		\$600/т	€500-600/т
Стоимость аффинажа	AU	\$900/кг	€400-500/кг
	AG	\$60/кг	€100/кг
	PD	\$2500/кг	€2000/кг
	CU	\$400/т	€400-600/т
Возврат металла	AU	80% < 20 ppm > 85%	Основывается на min издержках
	AG	50% < 500 ppm > 85%	
	PD	20-30 ppm - 60%	AU 40 ppm - 75%
	CU	до 10 % - 90%	

Рисунок 5 – Стоимость переработки и аффинажа в Азии и Европе

По историческим меркам электронный лом и отходы компонентов являются самым молодым видом отходов. Директива ЕС, которая впервые системно регулирует оборот WEEE, была принята только в 1980-х годах. Несмотря на то, что общий объем электронных отходов в мире не превышает 5% от общего объема, технологические, экологические и финансовые проблемы, создаваемые этим видом отходов, очень значительны.

Отходы электроники содержат целый ряд опасных загрязняющих веществ, среди которых можно выделить бериллий, ртуть, мышьяк, свинец, кадмий, поливинилхлорид (который сам по себе нейтрален, но переработка которого является острой экологической проблемой). Однако, наряду с загрязнителями, WEEE содержит драгоценные металлы, такие как золото, серебро, платина и палладий, что делает этот тип отходов ценным вторичным ресурсом.

Ожидается, что медь станет самым быстрорастущим сегментом рынка электронных отходов драгоценных металлов. В пересчете на металл сегмент меди, по прогнозам, будет расти самыми высокими темпами в среднем с 2020 по 2025 год. Использование меди в строительстве зданий, производстве и передаче электроэнергии, производстве электронных изделий, а также производстве промышленного оборудования и транспортных средств приведет к увеличению потребления меди в течение прогнозируемого периода [26].

Рынок утилизации электронных отходов драгоценных металлов, по прогнозам, вырастет с 9,4 млрд долларов США в 2020 году до 11,8 млрд долларов США к 2025 году при совокупном годовом темпе роста (CAGR) 4,6% в течение прогнозируемого периода. Растущие инвестиции в драгоценные металлы в развивающихся странах Азиатско-Тихоокеанского региона, спрос со стороны отраслей конечного потребления и необходимость обработки электронных отходов перед утилизацией являются ключевыми факторами, стимулирующими рост рынка.

Ожидается, что Азиатско-Тихоокеанский регион станет самым быстрорастущим региональным сегментом на рынке утилизации электронных отходов драгоценных металлов. Китай, Япония, Южная Корея, Тайвань и Малайзия являются ключевыми странами, способствующими высокому спросу на драгоценные металлы в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Доступность дешевой рабочей силы и сырья привела к тому, что

Азиатско-Тихоокеанский регион стал предпочтительным регионом для производственных мощностей электронных и автомобильных компаний, которые потребляют драгоценные металлы для лучшей проводимости.

Продажи электронного и электрического оборудования находятся на рекордно высоком уровне, и этот рынок признан крупнейшей отраслью высоких технологий с "добавленной стоимостью". В попытках повысить производительность, и уменьшиться в размерах эти продукты по своей сути стали более сложными и более сложными в обработке в конце срока службы. Эта возросшая сложность усложняет ремонт и переработку электронных отходов [21]. Развитие технологий переработки отходов является важным фактором региональной переработки электронных отходов, поскольку для создания эффективного процесса часто может потребоваться индивидуальный подход, использующий целый ряд различных методов.

Становясь все более компактными, устройства часто сложнее ремонтировать, а быстрое развитие технологий сокращает эффективный, если не эксплуатационный, срок службы современных моделей. Более того, бизнес-стратегии компаний могут влиять на повторное использование и ремонт электронных отходов. Например, Apple, крупный поставщик смартфонов и других устройств, была признана виновной в преднамеренном замедлении работы старых смартфонов из-за сокращения времени автономной работы в 2017 году. Apple не проинформировала клиентов о том, что их устройству может потребоваться замена батареи, что приведет к ненужной замене устройства.

Процесс сбора и оборота электронного лома может быть осложнен некоторыми факторами:

1. Коэффициент содержания металлов в платах разного года выпуска и разных производителей колеблется. По этой причине лабораторный анализ электронного лома на содержание ценных компонентов может быть затруднен. Это влечет за собой риски не только для

продавца, но и для покупателя и увеличивает затраты, а также усложняет и замедляет оборот ЭЛ.

2. Персональные компьютеры и мобильные телефоны относительно равномерно распределены среди населения. Однако, одно домашнее хозяйство не владеет большим количеством электроники, поэтому увеличить прибыль за счет больших объёмов сбора, как в случае с традиционной металлосодержащей продукцией, не получится.

Пиromеталлургическая обработка электронных отходов эффективна и способна перерабатывать большие объемы электронных отходов ежегодно. Однако для этого требуется сложная инфраструктура и постоянное сырье. Поэтому он менее подходит для регионов, в которых нет существующей пиromеталлургической промышленности, в которую можно было бы интегрировать переработку электронных отходов, поскольку местная экономика может оказаться не в состоянии поддерживать высокие начальные капитальные вложения. Кроме того, децентрализованные регионы или регионы с низкой численностью населения могут испытывать трудности с обеспечением достаточного количества сырья для таких объектов. Чтобы улучшить управление электронными отходами во всем мире, внимание следует переключить на разработку метода переработки, адаптированного к конкретному региону, в котором будет внедрена технология. Это позволило бы учесть уникальные переменные этого региона и соответствующим образом оптимизировать сбор и переработку электронных отходов.

Неоднородный состав печатных плат делает их сложным материалом для характеристики. Типичные печатные платы состоят из трех частей:

- непроводящая подложка или ламинат, состоящий из пластика или керамики;
- проводящая подложка, напечатанная на или внутри ламината, состоящая из высоко проводящих металлов, таких как медь и золото;

– различные компоненты, такие как микросхемы, разъемы и конденсаторы, которые прилипают к поверхности печатных плат.

Учитывая сложность материала, состав печатных плат значительно различается в зависимости от функции, производителя и даже даты изготовления. Таким образом, крайне важно тщательно охарактеризовать печатные платы, чтобы точно определить количественный состав металлов. Это позволит количественно оценить потоки металла в процессах извлечения металла, рассчитать потери и процент извлечения. С делением печатных плат на категории и содержанием металла можно ознакомиться на рисунке 6.

Название категории	Содержание Au (ppm)	Возникновение
<b>A</b>	от 100 и более	Мобильные телефоны, IT-составляющие, телекоммуникационные платы, ПК-сервер, принтер, разъемы, ЖК-мониторы, процессоры
<b>B</b>	от 50 до 100	Ноутбуки, телефоны
<b>C</b>	до 50	Платы от ЭЛТ-мониторов (ТВ и ПК), Hi-Fi источников питания, мелкой бытовой техники, жесткие диски, блоки питания, адаптеры

Рисунок 6 – Неформальные категории печатных плат

Печатные платы могут содержать до 60 элементов, некоторые из которых являются ценными, а некоторые опасными. Это разнообразие элементов можно разделить на три группы: металлы, неметаллы и органические. Их состав в общей массе печатной платы варьируется в зависимости от вида печатной платы, типа устройства, года выпуска и других факторов [27]. Каждая из этих групп составляет примерно 1/3 массы печатной платы.

Основными металлами в печатных платах являются медь, используемая в качестве проводника электрического тока, и олово, используемое в припое для соединений между элементами и дорожками на плате. Серебро в основном используется в припое и контактах, тогда как золото используется в электронных компонентах и является защитным покрытием на контактах. Кроме того, палладий используется в контактах и многослойных керамических конденсаторах [23].

Таким образом, стоимость электронных печатных плат зависит от их целостности и наличия на поверхности плат полезных компонентов, содержащих в себе драгоценные металлы, прежде всего разъемов, процессоров, конденсаторов, резисторов, а также от года их выпуска. Качественный и количественный состав печатных плат отражен на рисунке 7.

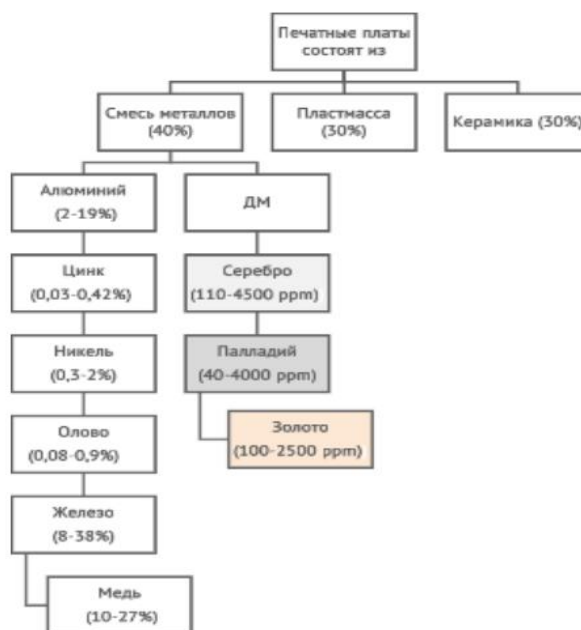


Рисунок 7 – Состав печатных плат

Печатные платы представляют значительный экономический интерес из-за высокой концентрации в них неблагородных металлов и драгоценных металлов. Однако в них присутствуют и другие материалы, такие как



пластик, стекло и загрязняющие вещества, которые потенциально требуют последующей переработки и интеграции в существующую экономику. Это усложняет сравнение различных методов переработки отходов [24]. Например, гидрометаллургическая обработка часто считается более экологически чистой по сравнению с пирометаллургической обработкой, поскольку гидрометаллургические процессы обычно протекают при более низких температурах, технологически проще и часто не образуют выбросы газов. Например, в гидрометаллургии часто используется электролиз для извлечения меди из раствора выщелачивания. Этот процесс потребляет значительную энергию, в то время как плавка может снизить потребность во внешней энергии за счет использования энергии сгорания органических веществ, присутствующих в электронных отходах. Кроме того, можно использовать отходящее тепло, выделяемое при пирометаллургической обработке, и преобразовывать его в электроэнергию для использования в процессе, снижая воздействие на окружающую среду.

Типичная стоимость печатных плат составляет 4000\$ за тонну, что в 50-70 раз выше, чем у обычных золотых руд. Несмотря на большое количество меди в печатной плате и ее высокую рыночную стоимость, рыночная стоимость меди в печатной плате меньше, чем золота или палладия, масса которых в печатной плате в 1700 раз меньше меди [22]. Это означает, что золото и палладий, вместе покрывающие 0,025% (0,25 кг в одном мг печатной платы) массы платы, создают 79% общей рыночной стоимости металлов. Типичная стоимость металла в плате представлена на рисунке 8.

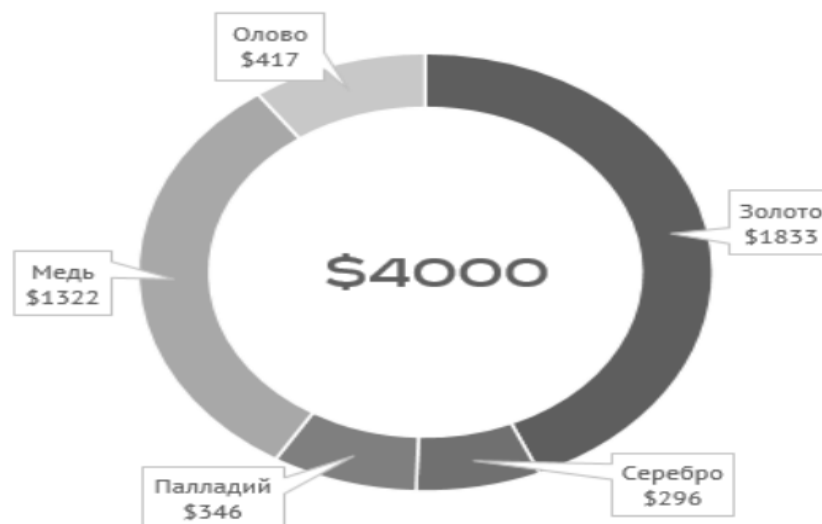


Рисунок 8 – Стоимость металла в плате категории С

По оценкам экспертов, ежегодное потребление серебра в электронной промышленности составляет 7 554 тонны, что составляет 34% от общего объема производимого первичного металла. Золото, палладий и платина оцениваются в 327, 44 и 7 тонн в год соответственно, что составляет 13%, 19% и 4% [30]. Например, в материнской плате персонального компьютера содержание золота составляет 80-100 г/т, серебра 350-400 г/т, палладия 5 г/т. Плата мобильного телефона имеет следующее содержание драгоценных металлов: золота 323 г/т, серебра 2922 г/т, платины 7 г/т и палладия 162 г/т. Кроме того, содержание меди в электронном вторсырье колеблется от 10% до 20%, а в рудах - от 0,5% до 1%. Переработка вторичного сырья будет экономически эффективной, если общая стоимость извлечения полезных материалов будет меньше общей стоимости извлеченных материалов.

Для определения эффективности сбора и переработки электронного лома необходимо оценить потенциальную прибыль. Определение прибыли операции по получению полезных компонентов для дальнейшей металлургической переработки ( $\pi_{collect}$ , руб/кг) может быть описано формулой (1):

$$\pi collect = \sum_{t=1}^n q_i * P_i - T * w - P_{weee} * Q$$

где,

$P_i$  – цена  $i$ -го извлекаемого полезного компонента из отходов электроники, руб/кг извлекаемых компонентов;

$q_i$  – вес  $i$ -го извлекаемого полезного компонента, кг;

$T$  – трудоемкость разбора отходов электроники и извлечения полезных компонентов, чел-ч;

$W$  – почасовая ставка оплаты труда, руб/ч;

$P_{weee}$  – цена приема отходов электроники, руб/кг;

$Q$  – вес единицы утилизируемой электроники, кг.

Прибыль от металлургической переработки электронного лома ( $\pi metal$ , руб/т) может быть рассчитана по формуле (2):

$$\pi metal = \sum_{t=1}^n G_i * k_i * (P_i - RC_i) - TC$$

где,

$G_i$  – содержание  $i$ -го металла в электронном ломе, г/т / %;

$k_i$  – коэффициент извлечения металлов из электронного лома, %;

$P_i$  – рыночная цена извлекаемого  $i$ -го металла в электронном ломе, руб/г/ руб/т;

$RC_i$  – ставка рафинирования извлекаемого  $i$ -го металла в электронном ломе, руб/г / руб/т;

$TC$  – ставка за переработку (переплавку) сырья, руб/т.

Уровень ставки  $TC$  был принят на уровне 100 USD/тонна сырья. Для меди уровень ставки  $RC$  (refining rate) был принят на уровне 220,5 USD/тонна рафинированной меди, для золота и металлов платиновой

группы уровень ставки РС был принят на уровне 0,19 USD/г, для серебра 0,01 USD/г. Цены на извлеченные элементы и цены на прием электронных отходов от населения и организаций были приняты в соответствии с прейскурантом одного из крупнейших российских покупателей электронного лома и электронных отходов. Цена на драгоценные металлы и курс доллара были приняты по данным Центрального банка Российской Федерации, цена на медь - по данным Лондонской биржи металлов. Трудоемкость разборки и извлечения компонентов из компьютера принята на уровне 20 минут, из мобильного телефона на уровне 6 минут. Уровень ставок заработной платы был рассчитан исходя из среднемесячной заработной платы в размере 30 тысяч рублей (189 рублей человеко-час). Коэффициенты извлечения металла из материнских плат были приняты на уровне 95%. Данные для расчета прибыльности операций по получению ЭЛ приведены на рисунке 9. Прибыль от извлечения полезных компонентов составляет: для персонального компьютера - 21,5 рубля, для мобильного телефона - 16 рублей.

Компонент	Вес, кг	Цена, руб/кг	Сумма, руб
<i>Источник отходов – персональный компьютер</i>			
Выручка			225,0
Материнская плата	0,7	180	126,0
Процессор	0,015	1500	22,5
Оперативная память	0,02	1200	24,0
Видеокарта, аудиокарта, сетевая карта	0,15	250	37,5
Провода медные	0,5	30	15,0
Затраты			204,0
Сырье (системный блок)	6,5	20	130,0
Трудозатраты (чел-ч)	0,3	245	73,5
<i>Источник отходов – мобильный телефон</i>			
Выручка			70,5
Материнская плата	0,06	1 175	70,5
Затраты			54,5
Сырье (мобильный телефон)	0,1	300	30,0
Трудозатраты (чел-ч)	0,1	245	24,5

Рисунок 9 – Данные для расчета прибыльности операций по получению электронного лома

Расчет прибыльность операций по металлургической переработке материнских плат представлен на рисунке 10.

Извлекаемый металл	Вес, кг	Цена, руб/г, кг	Сумма, руб
<i>Материнские платы персонального компьютера</i>			
Выручка			259 005
Медь	200	389	73 973
Золото	70	2 488	165 454
Серебро	350	31	10 372
Палладий	5	1 938	9 206
Затраты			186 200
Стоимость сырья	1 000	180	180 000
Затраты на плавку	1 000	6,2	6 200
<i>Материнские платы мобильного телефона</i>			
Выручка с учетом коэффициента извлечения			1 205 914
Медь	125	389	46 048
Золото	323	2 488	763 453
Серебро	2 922	31	86 591
Платина	7	1 738	11 558
Палладий	162	1 938	298 263
Затраты			1 181 200
Стоимость сырья	1 000	1 175	1 175 000
Затраты на плавку	1 000	6,2	6 200

Рисунок 10 – Данные для расчета прибыльности операций по металлургической переработке материнских плат

Таким образом, прибыль от переработки материнских плат составляет: для персонального компьютера 72 804 руб/т, для плат мобильного телефона 24 714 руб/т. На основании расчётов видно, что операции по извлечению полезных компонентов из отходов бытовой электроники и их дальнейшая металлургическая переработка являются прибыльными на каждом из этапов.

### 1.3 Рынок радиоэлектронных ломов в России

В настоящее время у потребителей отсутствует экономический стимул сдавать электронный лом в пункты приема. Однако проблему электронных отходов все же важно решить, поэтому необходимо применить стратегию нематериального стимулирования и меры государственного регулирования. Экологический сбор в полной мере не будет решением проблемы, ведь ставки близки к ценам на рынке на прием ЭЛ.

Несмотря на то, что утилизация высокотехнологичного лома входит в число обязательств, принятых Россией при ее участии в Монреальском протоколе по охране озонового слоя, вступившем в силу в 1989 году, комплексной системы сбора и утилизации ЭО в масштабах РФ пока нет. В

то же время на российский рынок поступает более 70 миллионов единиц электронных устройств. Всего несколько десятков частных компаний из разных регионов страны занимаются сбором, переработкой и утилизацией устаревших и непригодных для использования устройств [15].

Сбор, транспортировку и разборку электронных отходов в России осуществляют: производители электронных устройств, заводы по переработке ЭО, специальные пункты сбора и хранения ЭО, пункты сбора вторичной переработки. Около 80 компаний работают в секторе переработки электронных отходов в России, но они сталкиваются с проблемами при получении сырья из-за отсутствия инфраструктуры отдельного сбора.

Экополис — это современный гигант по переработке электронного лома. В Москве есть уникальный комплекс предприятий полного цикла по утилизации устаревшего ОЭЭО. Компания находится в экономической зоне под названием “Технополис”. Корпорация состоит из 3 заводов, которые перерабатывают печатные платы, электротехническое и электронное оборудование и смешанные пластмассы корпусов электроники – Аурус, Экотехпром и Экопласт соответственно.

Мощности компании позволяют перерабатывать около 130 000 тонн ЭЛ – почти весь объем ЭО, производимого в столице. Владельцы заявляют о возможности возврата в экономику до 95% отходов, поступающих на утилизацию.

В Российской Федерации нет специального законодательства по электронным отходам, но они напрямую регулируются в рамках существующей федеральной нормативно-правовой базы по общему обращению с отходами. С 2017 года началось внедрение новой системы управления отходами в субъектах страны. В каждом регионе России есть собственный план управления отходами, который необходимо согласовывать на региональном уровне в соответствии с федеральными законами. Производитель или импортер обязан создать систему и

инфраструктуру для сбора и утилизации отходов или возложить эту функцию на регионального оператора и заключить с ним договор. Договоры с этим оператором могут заключать как отдельные производители, так и ассоциации производителей [16].

Объём электронных отходов, образующихся в России, постоянно увеличивался: с 8,3 кг на душу населения (1 191.5 кт) в 2010 году до 11,3 кг на душу населения (1 631.2 кт) в 2019 году. Данные Росприроднадзора свидетельствуют о том, что объём собранных и обработанных с помощью стандартов экологически безопасного обращения электронных отходов в 2019 году составил 0,3 кг на душу населения или 2 процента от общего объёма произведённых электронных отходов. Уровень сбора электронных отходов среди населения очень низок, и только небольшая часть образующихся электронных отходов документируется для сбора и обработки с использованием подхода экологически безопасного обращения.

Ежегодно в России образуется около 1,5 млн т электронных отходов. В отношении категорий ЭЭО две наибольшие доли электронных отходов, образовавшихся в 2019 году в России, приходится на малогабаритное оборудование – 3,3 кг на душу населения (30 процентов) и крупногабаритное оборудование – 3,2 кг на душу населения (28 процентов). Экраны и мониторы, и малогабаритные устройства ИТ составляют соответственно 1,2 кг на душу населения (10 процентов) и 0,9 кг на душу населения (8 процентов). По данным Росстата, в настоящее время российские домохозяйства используют 231,8 кт малогабаритного и крупногабаритного оборудования.

В России с 1 февраля 2022 года вводится запрет на вывоз лома и отходов драгоценных металлов, а также отходов и лома электротехнических и электронных изделий, сроком на шесть месяцев. Мер была разработана Минфином, направлена она на обеспечение сырьем отечественных предприятий. Источников сырья для полной загрузки производственных

мощностей не хватает. И поэтому Введение временного запрета позволит увеличить загрузку мощностей российских аффинажных заводов, а также пресечь вывоз с территории страны сырья с высоким содержанием драгоценных металлов под видом сырья с низким содержанием, в рамках перетока сырья в страны ЕС для последующего экспорта в третьи страны. Текущая недогрузка аффинажных заводов связана преимущественно с тем, что отсутствуют технологии по использованию такого бедное сырье при производстве драгоценных металлов, поэтому именно такое бедное сырье, не востребованное внутри страны, идет на экспорт, а в случае запрета будет выброшены на свалку.



## **2 Анализ деятельности ОАО «Красцветмет»**

### **2.1 Общая характеристика предприятия**

Открытое акционерное общество “Красноярский завод цветных металлов имени В.Н. Гулидова” – самый крупный производитель аффинированных металлов платиновой группы, золота и серебра, перерабатывающий все известные виды сырья. Продукция Красцветмета полностью соответствует российским и мировым стандартам и включена в списки на международных торговых биржах Лондона, Токио и Дубая.

В своей деятельности Красцветмет использует не только собственные разработки, но и лицензированные технические решения, а также оборудование зарубежных фирм. Основными технологическими достоинствами являются:

- методы гидрометаллургического обогащения сырья с использованием оборудования собственной конструкции;
- быстрый цикл аффинажа;
- гарантированное качество металла;
- партнерская надежность.

В структуре Красцветмета функционирует научно-технологический центр, основными задачами которого являются поиск и внедрение современных технологий в области переработки и аффинажа сырья, содержащего драгоценные металлы, разработка экономически эффективных технологических процессов и освоение новых видов продуктов, востребованных не только в России, но и на мировом рынке [8]. В последние годы сотрудники НТЦ активно привлекают новые знания и компетенции, сотрудничают с учеными со всего мира (США, Канада, Европа) разрабатывают уникальные технологии, позволяющие предприятию быть

мировым лидером в области аффинажа металлов платиновой группы. Особое внимание уделяется технологиям, снижающим негативное влияние на окружающую среду и имеющим высокую энергоэффективность [6].

Красцветмет диверсифицирует свою деятельность, развивая производство продукции из драгоценных металлов с высокой добавленной стоимостью. Кроме аффинированных драгоценных металлов завод производит химические соединения драгоценных металлов, ювелирные изделия, каталитические системы из сплавов на основе платины и палладия для азотной промышленности, стеклоплавильные аппараты [33], термоэлектродная проволока, платиновая лабораторная посуда [35] и серебряные мишени [4]. Основными потребителями химических соединений металлов платиновой группы являются такие отрасли как машиностроение, нефтехимия, химическая промышленность, микроэлектроника, ювелирное производство. В настоящее время на заводе разработаны технологии и созданы условия для промышленного производства более 50 соединений драгоценных металлов.

Красцветмет реализует химические соединения [32] на территории Российской Федерации, а также осуществляет экспорт в другие государства. Ассортимент соединений постоянно расширяется. О высоком техническом уровне разработанных технологий синтеза соединений свидетельствует получение Красцветметом 15 патентов на изобретения. Общее количество действующих патентов – 80. На рынке ювелирных изделий России Красцветмет уже многие годы является одним из лидеров отрасли. Современное оборудование, инструменты и технологии обеспечивают высокое качество продукции из золота, серебра, платины и палладия. Ассортимент продукции включает цепи и браслеты машинной и ручной работы. Красцветметом ведется работа по обновлению ассортимента цепей и браслетов и расширению номенклатуры выпуска в золоте и серебре [7]. Красцветмет продолжает успешно осуществлять производство и

реализацию технических изделий из драгоценных металлов: проволоки из платины и платинородиевых сплавов, каталитических систем, мишеней из серебра и его сплавов, стеклоплавильных аппаратов и фильерных питателей.

ОАО «Красцветмет» стал одним из ведущих мировых производителей платиновых металлов с современной ресурсосберегающей и экологически чистой технологией благодаря современным научным разработкам и инвестициям из собственных средств. Аффинаж драгоценных металлов опирается на оригинальные технологические схемы, разработанные ведущими «профильными» российскими учеными. В настоящее время предприятие имеет свой опытно-производственный цех. Там созданы отделения по всем основным направлениям производства, в которых трудится полтора десятка кандидатов наук [1]. В этом цехе не только ведутся исследования, адаптируется поступающее сырье к существующим технологиям, но и производится опытная продукция, в опытно-промышленном масштабе испытываются отдельные технологии [11]. В соответствии с главной стратегической идеей деятельности ОАО «Красцветмет» - комплексно перерабатывать любое сырье, содержащее драгоценные металлы, и изготавливать любую, пользующуюся спросом на рынке продукцию из них, планируется работа по углублению процессов диверсификации. Маркетинговая работа будет проводиться по расширению сфер деятельности предприятия на российском и зарубежном рынках с существующими и новыми стратегическими партнерами.

ОАО «Красцветмет» занимает устойчивые позиции на рынке химических соединений и солей из драгоценных металлов, которые используются для производства нейтрализаторов автомобильных выхлопных газов, катализаторов для нефтехимической и химической промышленности, для синтеза химических соединений, изготовления противоопухолевых медицинских препаратов и во многих других областях. Ежегодно увеличивается производство и номенклатура технических

изделий и проката из драгоценных металлов [12].

Для более углубленного анализа деятельности Красцветмета следует рассмотреть финансовые показатели (рисунок 11).

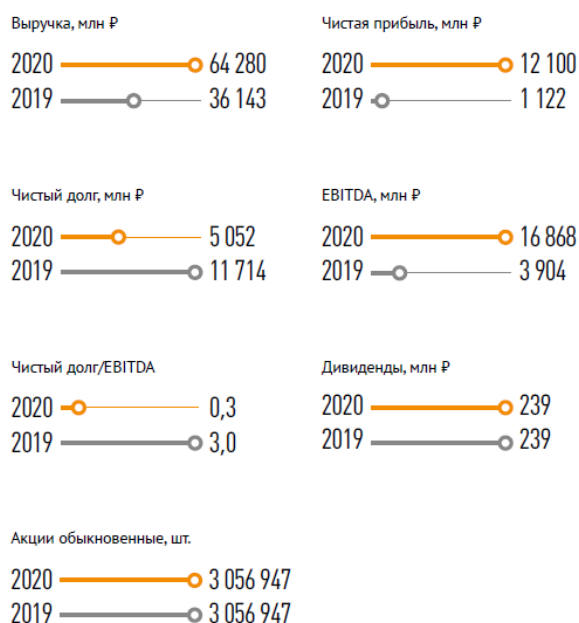


Рисунок 11 – Ключевые финансовые показатели ОАО «Красцветмет»

Можно сделать вывод о том, что выручка предприятия выросла на 57 % в сравнении с 2019 годом. Это говорит о том, что с каждым годом предприятие получает все больший доход от основной деятельности. Чистая прибыль выросла практически в 10 раз [2]. Увеличение чистой прибыли говорит о росте производства продукции и продаж. Сумма чистой прибыли распределяется предприятием самостоятельно. Из чистой прибыли могут формироваться фонды. Если это фонд накопления, то он используется для развития технического оснащения компании. Если фонд резервный, то из него выплачиваются непредвиденные затраты. Отношение чистого долга к ЕБИТДА показывает в данном случае способность компании платить по имеющимся кредитам и займам. По показателю ЕБИТДА инвесторы могут ориентироваться, вернутся ли им их вложения или нет. Компания Красцветмет не имеет крайне высокой задолженности и в принципе в

состоянии обслуживать долговые обязательства. В 2020 году чистый долг значительно снизился на 90%.

Приоритетными направлениями деятельности ОАО «Красцветмет» являются:

- снижение себестоимости аффинажа драгоценных металлов;
- увеличение объемов аффинажа золота и серебра;
- расширение сырьевой базы по вторичному сырью и импортному сырью;
- снижение издержек ювелирного производства;
- увеличение объемов сбыта каталитических систем;
- производство новых видов продукции из драгоценных металлов с высокой добавленной стоимостью;
- совершенствование металлообрабатывающего производства.

В компании есть три бизнес дивизиона: аффинажный, технических изделий и ювелирный. Аффинажный дивизион приносит компании основной доход - 6,5 млрд. рублей - выручка exMe (выручка, очищенная от оборота драгоценных металлов), из них аффинажный дивизион - 78%, ювелирный дивизион - 8%, дивизион технических изделий - 14%.

В 2020 году был поставлен рекорд по поставкам сырья – 3282 тонны. На фоне снижения поставок минерального сырья Красцветмет укрепил свои позиции на рынках вторичного сырья (рисунок 12).

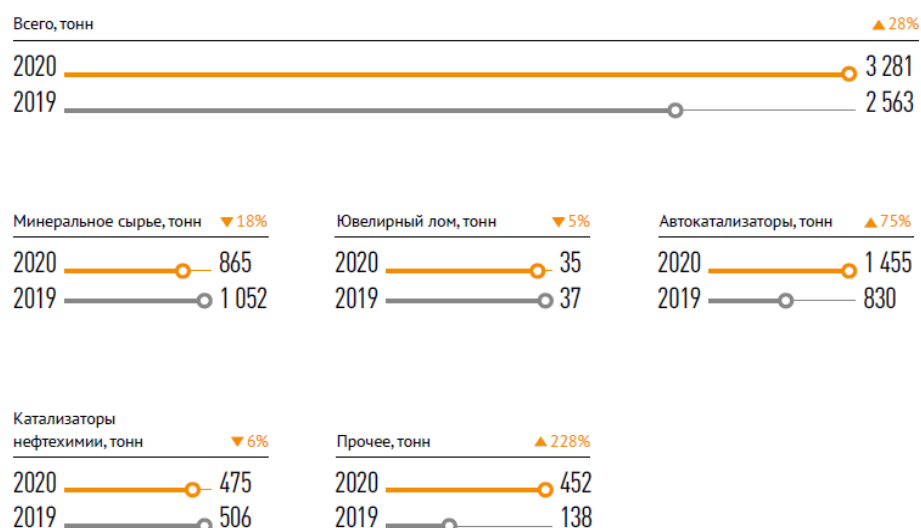


Рисунок 12 – Объемы поставок сырья в 2020 году

К минеральному сырью относятся: золото лигатурное, шлиховое, катодное; цементат серебряно-золотой; цинковый концентрат; сплав Доре; платина шлиховая и золотосодержащий уголь.

К вторичному сырью относятся: лом ювелирных изделий, лом технических изделий, отработанные нейтрализаторы выхлопных газов автомобилей, отработанные катализаторы нефтепереработки и нефтехимии и радиоэлектронный лом [9].

В 2020 году снизилось производство золота из-за усиления конкуренции на рынке аффинажа минерального сырья, при этом Красцветмет продолжает лидировать в производстве металлов платиновой группы. Снижение производства серебра было вызвано обеднением рудной базы крупных недропользователей и усилением конкуренции на рынке аффинажных услуг минерального и вторичного сырья. Доля Красцветмета в России в производстве золота составляет 60%, металлов платиновой группы - 94%, серебра - 47% (рисунок 13).



Рисунок 13 – Объемы производства основных металлов

Выручка exMe в 2020 году у дивизиона технических изделий составила 838 млн. рублей, а общая выручка 4.9 млрд. рублей (+ 35% к общей выручке дивизиона по сравнению с 2019 годом). Доля Красцветмета в России в предоставлении услуг по очистке технологического оборудования азотных предприятий – 70%, в изготовлении стандартных образцов для калибровки лабораторного оборудования – 60%, в производстве мишеней из серебра – 35%, в производстве термоэлектродной проволоки – 20%, в производстве каталитических систем – 60%, в производстве лабораторной посуды – 35%, в производстве стеклоплавильных аппаратов и фильерных питателей – 30%.

Результатами ювелирного дивизиона стали: рост выручки от поставок продукции за рубеж и увеличение географии экспорта на 3 страны (Кыргызстан, Литва и ОАЭ). Доля экспорта в продажах в 2020 году составила 21,5%, в сравнении с 17% в 2019 году [3]. Цепи из драгоценных металлов остаются основой ювелирного бизнеса Красцветмета и открывают новые возможности для развития продуктов смежных индустрий. За последние 10 лет ювелирный рынок сократился в 2 раза по объему выпускаемой продукции. И только за последний год – на 33%. Вот некоторые факторы, которые повлияли на сокращение рынка:

- пандемия Covid-19 и закрытие большинства розничных

ювелирных магазинов;

- снижение интереса потребителей к ювелирным изделиям как к способу инвестирования;

- рост стоимости золота в 4 раза за последние 10 лет и, как следствие, рост цены на ювелирные изделия.

Продажи золотых изделий Красцветмета снизились вслед за рынком на 33%. Но в серебре произошел рост на 4%. Несмотря на факторы снижения спроса, продажи ювелирных изделий малому и среднему бизнесу, а также экспортные продажи возросли. Снижение покупательского спроса привело к тому, что клиенты заказывали продукции меньше, но чаще. Поэтому среднее количество изделий в одной посылке снизилось на 47%. При этом было отправлено на 23% больше посылок по сравнению с 2019 годом. Красцветмет наращивает объемы онлайн-продаж и уже объем продажи онлайн увеличился в 2,3 раза в сравнении с 2019 годом.

## **2.2 Анализ внешнеэкономической деятельности ОАО**

### **«Красцветмет»**

Положение на рынке у предприятия я оцениваю как лидирующее. Красцветмет является крупнейшей процессинговой (несырьевой) компанией в области драгоценных металлов на постсоветском пространстве и в Восточной Европе, одной из крупнейших в мире компаний данного профиля. Завод поставляет свою продукцию и услуги в десятки стран мира. Последние годы Красцветмет включился в борьбу за сырье на международных рынках, создавая новую историю отечественной отрасли драгоценных металлов. Финансовые результаты работы компании говорят сами за себя. EBITDA и чистая прибыль компании выросли более чем на 90%.



Красцветмет поставляет продукцию на пять континентов мира и имеет заслуженный авторитет на международном рынке. Для того, чтобы поддерживать лидирующие позиции, на заводе используются передовые разработки. Предприятие стабильно и динамично развивается, совершенствует производственные мощности, внедряет новые технологии и расширяет ассортимент продукции. Для предприятия важно не только качество производимой продукции, но и качество партнёрских отношений, которые являются гарантом долгосрочного и взаимовыгодного сотрудничества. Предприятие является крупнейшим в бизнесе драгоценных металлов всего Евроазиатского континента.

Я рассмотрю ВЭД Красцветмета на примере дивизиона технических изделий. Красцветмет входит в пятерку крупнейших производителей каталитических систем [34] в мире и занимает 15% рынка. Каталитические системы Красцветмета представлены не только в России и ЕАЭС, но и в странах Средней Азии, Европе, Южной Америке. С 2019 года совместно с европейским партнером компанией Umicore, Красцветмет участвует в проектах по поставкам каталитических систем, а также сопутствующих продуктов на новые производства, созданные в Белоруссии и Узбекистане немецкой и швейцарской инжиниринговыми компаниями соответственно.

К дополнительным продуктам и услугам на экспорт относятся также:

- нанесенные катализаторные сетки;
- фильтры улавливания металлов, а также фильтры очистки воздуха;
- экологические катализаторы;
- очистка технологического оборудования;
- инжиниринг (продажа технологий) [10].

Красцветмет расширяет практику производства и поставки клиентам продукции из собственного металла. Красцветмет входит в число мировых лидеров по поставкам СО металлов, сплавов, изделий с содержанием

драгоценных металлов [5]. Красцветмет имеет более 2000 контрагентов по всему миру и экспортирует в Австралию, Австрию, Армению, Беларусь, Болгарию, Великобританию, Германию, Гонконг, Индию, Италию, Казахстан, Канада, Китай, Колумбию, Латвию, Литву, Молдавию, Норвегию, ОАЭ, Польшу, США, Узбекистан, Швейцарию. Новые контрагенты в 2018 году у Красцветмета появились в Боливии, Вьетнаме, Грузии, Испании, Киргизии, Румынии, Таиланде, Турции и Чехии. Знаковым проектом в международной деятельности компании стало создание совместного предприятия с АО «Узкимёсаноат» в Узбекистане, в задачи которого входит обслуживание технологического оборудования предприятий химической отрасли и сбор вторичных материалов, содержащих ДМ.

Наглядным примером успешной ВЭД Красцветмета служит таблица 1, отражающая экспортные отгрузки ГСО [31] по серебру и катализаторным сеткам за последние 4 года. По конкретному продукту мы можем наблюдать экспортные сделки с заказчиками в Польше, ОАЭ, Чехии, Китае и Индии. Это говорит об обширной географии экспорта. Стоит отметить, что все сделки приносят большом объем выручки.

Таблица 1 – Отгрузки государственных стандартных образцов на экспорт и выручка за 2018-2021 гг.

Заказчик	Страна	Вид СО	Дата отгрузки	Выручка, USD
Refinery Group	Польша	ГСО 11535-2020, ГСО 11536-2020	06.04.2021	25 980,00
Refinery Group	Польша	ГО платины, ГО сплавов, ГО серебра,	25.12.2020	112 987,00
Al Etihad Gold Refinery DMCC	ОАЭ	ГО серебра, ГСО 11340-2019, ГСО 10813-2016	20.10.2020	13 012,00
Shanghai Whale Blue Instrument	Китай	ГСО 11085-2018 пластины	25.08.2020	45 129,00
Refinery Group	Польша	ГО автонеитрализатора; ГСО 10151-2012	10.04.2020	12 305,00
Chimet	Италия	ГСО 9421-2009	09.10.2019	12 461,00
MAG45	Чехия	ГО серебра диски	04.10.2019	10 874,00
Refinery Group	Польша	ГСО 11341-2019 ГСО 10621-2015	01.10.2019	89 553,00
Al Etihad Gold Refinery DMCC	ОАЭ	ГО золота, ГСО 10903-2017	12.08.2019	98 587,00
Thermofisher	Чехия	ГО серебра диски	19.11.2018	11 407,00
Nucleus analytics	Индия	ГСО 10557-2015, ГСО 10903-2017	03.10.2018	84 876,00
Sinyee International Company Limited	Китай	ГСО 10812-2016	18.01.2018	50 700,00

Деятельность Красцветмета регламентируется законодательными и иными нормативными правовыми актами. В 2020 году при формальном отсутствии изменений в таможенном законодательстве возросли риски задержки таможенными органами выпуска в свободное обращение сырья, содержащего ДМ. В связи с временной отменой ввозных таможенных пошлин компания стала наращивать объемы ввоза импортного сырья для переработки. При этом назначение таможенным органом досмотров и экспертиз сырья при заведомой невозможности установления точного количественного содержания ДМ ввиду отсутствия у таможенного органа соответствующей материально-технической базы и методик по их определению приводит к некорректности результатов экспертиз и задержкам выпуска сырья, что снижает конкурентоспособность компании на мировом рынке сырья и приводит к финансовым расходам.

Для поддержания финансово-хозяйственной деятельности и пополнения оборотных средств Красцветмет привлекает заемные средства. В связи с этим существует процентный риск. Риск изменения процентных ставок в сторону повышения может негативно отразиться на финансовых результатах. Долгосрочные отношения с крупнейшими банками страны и зарубежными финансовыми учреждениями, статус стратегического партнера и первоклассного заемщика позволяют снизить влияние процентного риска и осуществлять кредитование на выгодных условиях. В качестве обеспечения надлежащего исполнения обязательств по договорам контрагентами предоставляются банковские гарантии, заключаются договоры поручительства. В договоры купли-продажи включены штрафные санкции за неисполнение обязательств контрагентом в виде уплаты повышенных процентов за просроченный платеж. Контрагентам, имеющим позитивную историю сотрудничества и стабильное финансовое состояние, предоставляется отсрочка платежа.

Кредитный риск заключается в возможном неисполнении контрагентами в срок своих договорных обязательств, что приведет к недополучению денежных средств. Для снижения данного риска в компании внедрена система риск-менеджмента. Проводится анализ информации о потенциальных клиентах, мониторинг за состоянием действующих контрагентов. С целью снижения влияния кредитного риска Красцветмет на основе анализа финансового состояния контрагентов устанавливает кредитные лимиты на покупателей. На результат финансово-хозяйственной деятельности компании оказывает влияние валютный риск и риск изменения цен на ДМ. Валютный риск является существенным для предприятия, т.к. часть выручки поступает в иностранной валюте, а основные расходы осуществляются в рублях. В связи с тем, что Красцветмет совершает операции с ДМ, цены на которые формируются на мировых торговых площадках под воздействием текущей конъюнктуры, существует ценовой

риск. Укрепление рубля по отношению к доллару США и снижение цен ДМ могут оказать отрицательное воздействие на показатель прибыли от основной деятельности. С целью снижения влияния данных рисков применяется процедура хеджирования с использованием производных финансовых инструментов. Риск ликвидности заключается в вероятной неспособности оплатить свои обязательства при наступлении срока их погашения. Управление ликвидностью осуществляется с использованием процедур бюджетирования. Прогноз денежных потоков осуществляется на горизонте планирования равном году, в ежемесячной разбивке. Красцветмет формирует резерв ликвидных средств и имеет подтвержденные кредитные линии и открытые лимиты кредитования, достаточные для компенсации возможных колебаний в поступлениях выручки с учетом ценовых, валютных и процентных рисков.

Рассматривая перспективы развития Красцветмета, я делаю вывод о том, что предприятие ориентировано на повышение долгосрочной конкурентоспособности. Красцветмет осуществляет свою операционную и внешнеэкономическую деятельность на зрелых, высоко конкурентных рынках. Несмотря на относительную консервативность отрасли, инвестиции в исследования и разработки остаются в практике компании. А технологическому лидерству компании, которое формировалось не одно десятилетие, бросает вызов динамично развивающийся мир. Систематический вывод на рынок новых продуктов позволит компании расширить клиентскую базу и увеличить доходность. Предприятие уделяет внимание созданию дополнительной ценности для заказчиков. Она заключается в предоставлении лучшего сервиса, сопровождении жизненного цикла продуктов. Вместе с этим компании стоит инвестировать в цифровизацию отношений с клиентами и внутрикорпоративных процессов.

### **3 Проект по переработке радиоэлектронных ломов на примере ОАО «Красцветмет»**

#### **3.1 Общая характеристика проекта**

С каждым годом все больше стран начинают интересоваться экологической повесткой и уделять внимание окружающей среде. Например, Европа давно уже приняла законодательство и активно разрабатывает, и реализует тысячи экологический проектов. Поэтому в вопросах объемов сбора и переработки электронных ломов Европа всегда стоит на первом месте. Потенциал есть и в других странах, в том числе и в России. Я полагаю, что проект по открытию точек сбора и переработки РЭЛ принесет не только выгоду Красцветмету, но и пользу стране и миру в борьбе с загрязнением окружающей среды.

Паспорт проекта:

- а) Старт проекта – инициирование в 2022 году.
- б) Заказчик проекта – Заместитель генерального директора-руководитель аффинажного дивизиона
- в) Руководитель проекта – Менеджер проектов офиса бизнес исследований и разработок
- г) Команда проекта – Менеджеры проектов офиса бизнес исследований и разработок, специалисты научно-технического центра, специалисты финансового отдела
- д) Цель проекта - Получение прибыли за счет дополнительного поступления материалов, содержащих драгоценные металлы на аффинаж и их реализации, а также за счет продажи материалов-спутников.
- е) Задачи проекта – Найти оптимальное решение для компании по входу на рынок переработки РЭЛ, оценить целесообразность идеи.

ж) Дополнительные возможности проекта – Развитие рынка сбора ОЭЭО и переработка остальных материалов (пластик, медь, алюминий, ЧМ).

Описание проблемы:

- бизнес Красцветмета зависит от переработки минерального сырья, поэтому существует необходимость диверсификации бизнеса, то есть увеличение доли переработки вторичного сырья;

- растущий бизнес сбора и переработки радиоэлектронного лома является крупным неиспользуемым источником вторичного сырья ДМ;

- важность экологических проектов в имидже компаний растет.

Потенциальные эффекты от реализации проекта:

- обеспечение устойчивости бизнеса за счет диверсификации и снижения зависимости от текущих направлений бизнеса;

- увеличение выручки и чистой прибыли компании;

- перенаправление конкурентных потоков ДМ на собственное производство – увеличение доли присутствия на рынке ДМ;

- глобализация Красцветмета в ходе масштабирования бизнеса.

Дополнительными возможностями для компании от реализации проекта также являются: получение дополнительного потока химически чистого металла, получение статуса эко компании, возможность продажи экологических квот производителям электроники.

Проблематика, обуславливающая появление проекта:

- ежегодное увеличение объема отходов электронного и электрического оборудования;

- рынок слаборазвит и находится на этапе формирования, но огромен (стоимость сырья РЭЛ в мире составляет 57 млрд. USD);

- РЭЛ содержит в себе ценные материалы, такие как: золото, серебро, медь, платина, палладий и др.

На рынке существует несколько проблем и вот как данный проект

сможет их решить:

- логистика сырья стала дороже (до 800% с начала пандемии), а предлагаемая бизнес-модель решает проблему дорогой логистики;
- часть сырья в регионах не собирается (телефоны и платы с низким содержанием), компания планирует сфокусироваться на переработке именно такого вида сырья;
- опробование – слабая точка сбора РЭЛ у коллекторов, внедрение оплаты по опробованию на этапе сбора у коллекторов поможет решить эту проблему.

На сегодняшний день существует два типа конечных пользователей продуктов переработки ОЭЭО: аффинажные предприятия, специализирующиеся на ДМ; медные предприятия, имеющие цехи аффинажа ДМ. В зависимости от входящего сырья (бытовые ОЭЭО, военные ОЭЭО) и технологии переработки, компании переработчики ОЭЭО работают либо с одной группой конечных пользователей, либо с другой, в общем случае руководствуясь экономической целесообразностью. Особенностью переработки на медных заводах является неполный расчет за драгоценные металлы, а особенностью работы с аффинажными предприятиями, специализирующихся на ДМ, отсутствие расчета за медь.

При организации технологии переработки ОЭЭО необходимо действовать по максимальному экономически целесообразному извлечению двух металлов – золота и меди. Технологию необходимо организовать таким образом, чтобы в месте переработки ОЭЭО возможно было разделить продукты в соответствии с дальнейшими потребителями этих продуктов – т.е. на драгоценные металлы и медь (в силу географических особенностей расположения медных и аффинажных заводов). Разделение металлов необходимо осуществлять как можно ближе к рынку сбора сырья, чтобы минимизировать транспортное плечо, в первую очередь сырья, во вторую очередь медного концентрата или черновой меди на медеплавильные заводы



и в последнюю очередь концентрата ДМ (наименьший объем и максимальная стоимость, следовательно, меньшая доля влияния транспорта). Разделение металлов позволит реализовать конкурентные преимущества конечных потребителей (медных и аффинажных заводов) и повысить эффективность создаваемого предприятия, сократит негативное влияние глобального тренда по сокращению содержания ДМ в ОЭЭО на экономику проекта.

Глобальные легальные и нелегальные потоки электронных ломов, их обнаружение, модернизация, контроль – это одна из самых обсуждаемых тем у экспертов отрасли. Почему электронные отходы не перерабатываются, а вывозятся в развивающиеся страны? Причина - дешевле, чем перерабатывать правильно и экологично внутри страны. На это требуются значительные инвестиции. Легально перерабатывать электронные отходы дороже, чем отправлять и сбрасывать их за границу. Это происходит, потому что «переработчики» из развивающихся стран (Азия и Африка) забирают самую ценную внутреннюю часть, а опасные компоненты оставляют, потому что с ними больше проблем. Многие страны отправляют электронные отходы в Южную Азию и Африку, где рабочие вручную разбирают приборы в поисках металлов. Они сжигают мусор на открытом воздухе, опускают его в кислотные ванны, а затем просеивают остатки в поисках потенциально ценных металлов, например, золота. Мусор — это большой бизнес, и есть проблема: старые компоненты электронных отходов стоят меньше, чем их утилизация, по крайней мере, в Соединенных Штатах. Обнаружено, что существует растущая вторичная индустрия «поддельных переработчиков», которые подрывают законных устойчивых переработчиков. «Поддельные» компании продают электронные отходы на свалках в развивающихся странах, часто в Юго-Восточной Азии. В свою очередь, свалки используют дешёвую (и часто несовершеннолетнюю) местную рабочую силу для сканирования и спасения всего, что стоит

сохранить, оставляя остатки в необслуживаемых гудах. С помощью GPS-трекеров было обнаружено, что примерно 40% переработчиков электроники в Соединенных Штатах попадают в категорию «мошенников». Основная проблема рынка в том, что механизированная переработка не выдерживает конкуренции в эффективности извлечения полезных элементов из электронного мусора с дешевыми «неформальными» переработчиками бедных стран. 50-80% глобальных электронных отходов экспортируется в Азию и Африку. Масштабная ручная разборка электронного мусора невыгодна в промышленно развитых странах, т. к. эффективность его сбора низко маржинальна, а переплавка - высокодоходна, но требует больших инвестиций. Также эксперты отмечают, что наибольшую доходность среди отечественных компаний отрасли рециклинга электронного мусора в России показывают те, кто утилизирует электронику и электротовары за плату, а не просто скупает электронный лом, но большинство из них работают только с юрлицами.

### 3.2 Экономическое обоснование проекта

Для начала рассмотрим цепочку создания ценности и маржинальность ключевых этапов (рисунок 14).



Рисунок 14 – Цепочка создания ценности

Для Красцветмета есть три варианта входа на рынок. Первый вариант – быть коллектором, то есть самостоятельно собирать, перерабатывать силами подрядчика и аффинировать ДМ в Красноярске.

Плюсы:

- формирование источника дешевого лома;
- низкий CAPEX и высокая скорость запуска;
- есть «свободные» ниши в сегменте и понятны проблемы участка.

Минусы:

- «белый» сбор может быть убыточен;
- отсутствие компетенций в компании;
- сложно масштабируемый бизнес.

Для первого варианта нужны сотни точек сбора, чтобы выйти на интересные для компании показатели по размеру бизнеса.

Второй вариант – быть переработчиком (плавильщиком) с полным циклом.

Плюсы:

- Относительно низкая конкуренция, возможность технологического преимущества.
- У компании есть экспертиза в производственных и оптимизационных процессах.

Минусы:

- Крупный, долгий и тяжелый проект, который потребует много ресурсов для запуска.
- Низко маржинальный бизнес при текущем уровне технологий и оптимизации.

Второй вариант входа имеет низкую маржинальность, требует большого объема инвестиций и бесперебойного потока сырья на входе.

Оптимальным способом реализации проекта является модель оптовика с частичной переработкой (рисунок 15). То есть собирать лома у коллекторов, самостоятельно разбирать, сортировать и плавить, затем аффинировать драгоценные металлы в Красноярске и получать взносы от производителей электроники. Оптовик имеет как хорошую маржу, так и

достаточные объемы.



Рисунок 15 – Схема бизнес-модели

Плюсы данной модели заключаются в следующем:

- «гибкая» и легко масштабируемая модель, в том числе и за рубежом;
- опробование – конкурентное преимущество компании и ключевая проблема отрасли;
- высокая маржинальность бизнеса.

Минусами модели являются:

- высокая конкуренция;
- сложность обеспечения стабильного потока сырья.

Таким образом, за счет изменения бизнес-модели на рынке (выкуп сырья у коллекторов по стоимости металла, а не по фиксированной цене за вес) и благодаря собственной переработке – компании гарантирована высокая маржинальность бизнеса. Основная задача - обеспечить стабильный объем. Необходимо тестировать контрагентов, проводить эксперименты и целиться на переработку всех материалов в принимаемом сырье. Итогом проекта является запуск механической переработки в 9 точках притяжения - областных центрах с измельчением и сепарацией, что обеспечит переработку 8-12 тысяч тон РЭЛ. Конкурентным предложением будет являться то, что приемка и авансовый платёж будут производиться в течение

3 суток с меньшим дисконтом (за счет опробования на этапе приемки сырья от коллекторов). Обогащение будет заказываться у «плавильщиков», металлы платиновой группы и сплавы доре будут транспортироваться в Красцветмет.

Рассмотрим потенциал проекта (рисунок 16). Предполагаемый экономический эффект бизнеса равен 650 млн. руб./год (при 14 линиях и 11 тыс. тонн загрузки в год).



Рисунок 16 – Экономика проекта

Одна линия сможет перерабатывать 800 тонн оргтехники в год. В таблице 4 отражено количество извлекаемых материалов, а именно: золота, меди, серебра и их содержание в кг на тонну оргтехники. Стоимость металла, извлеченного из 800 тонн оргтехники составила 546 миллионов рублей (таблица 4).

Таблица 4 – Стоимость металла

Металл	содержание, кг	стоимость Ме, млн. руб.
Au	111	511
Ag	281	15
Cu	25 979	20
Итого		<b>546</b>

В таблице 5 представлена примерная смета запуска одной линии переработки.

Таблица 5 – Смета пилотного проекта

№	Наименование	Кол-во	Сумма за мес. (руб.)	Сумма за этап (руб.)
1	Персонал	20	1200000	18000000
2	Оборудование			16580000
3	Аренда грузового авто + водитель	2	220000	3300000
4	Аренда склада	2	210000	3150000
5	Аренда производственного помещения		450000	6750000
6	Лицензия			50000
7	Участок опробования			2896000
8	Монтаж, настройка линии			200000
10	Маркетинг			4000000
12	Прочее			14000000
	Итого			68926000
	Закупка сырья	800 тонн		200000000

Таким образом, на первый этап необходимо привлечь 69 миллионов рублей.

### 3.3 График реализации проекта

Проект в настоящий момент находится на этапе иницирования. Команда проекта ведет исследовательскую работу, оценивает перспективу, рассматривает концепции и оптимальную модель входа на рынок.

Инициация – это подготовительный этап, в ходе которого важно убедиться в том, что проект действительно может быть осуществим и экономически это обосновать. Перед реализацией пилотного проекта необходимо подтвердить бизнес-модель, а именно расчетные значения, опираясь на коммерческие предложения поставщиков РЭЛ и переработчиков. Далее необходимо разработать базовую версию технологического регламента, осуществить подбор оборудования, создать процесс опробования РЭЛ. Последним этапом станет подбор площадки для размещения производства в регионе, получение лицензий и разрешений.

У данного проекта есть 4 этапа. Описание каждого этапа представлено на рисунке 17.



Рисунок 17 – Этапы развития бизнеса

Проект можно разделить на 2 глобальных этапа – российский и международный. В данной работе я рассмотрю смету первого этапа – открытие одной линии переработки в России. Срок этого этапа будет составлять 15 месяцев. Контрольными точками этапа являются:

- получение лицензии;
- закупка оборудования;
- аренда складского и производственного помещений;
- найм персонала и отработка технологии разборки;
- запуск рекламной компании;

- монтаж, настройка линии переработки и плавки;
- разработка и монтаж участка опробования;
- сбор лома.

Для создания календарного графика проекта была проведена структурная декомпозиция работ и выделены задачи и их сроки (таблица 6):

Таблица 6 – Календарный график проекта

Задача	Сроки	
	Дата начала	Дата завершения
Получение лицензии	01.02.2023	03.03.2023
Закупка оборудования	03.03.2023	01.07.2023
Найм персонала	03.03.2023	12.05.2023
Обучение персонала	12.05.2023	24.06.2023
Запуск рекламной компании	03.03.2023	03.06.2023
Обустройство складов	01.07.2023	01.08.2023
Обустройство производственного помещения	01.07.2023	05.08.2023
Аренда грузового авто	25.08.2023	25.10.2023
Отработка технологии разборки	29.08.2023	29.09.2023
Монтаж участка опробования	05.08.2023	30.08.2023
Монтаж, настройка линии переработки и плавки	05.08.2023	15.10.2023
Сбор сырья у коллекторов	25.08.2023	25.10.2023
Опробование	26.10.2023	26.11.2023
Механическая разборка	25.08.2023	01.12.2023
Переработка, плавка	02.12.2023	08.04.2024
Извлечение ост материалов	20.12.2023	12.04.2024
Отправка концентратов ДМ на аффинаж в Красноярск	01.03.2024	30.04.2024
Завершение проекта	01.05.2024	01.05.2024

План проекта для наглядности был представлен в форме диаграммы Ганта, с которой можно ознакомиться в приложении А.

### 3.4 Риски проекта

У любого проекта существует ряд рисков. У данного проекта есть 5 типов рисков: финансовые, законодательные, внутренние, технические или технологические, риски, связанные с персоналом. В таблице 7 представлено описание каждого риска, вероятность возникновения и влияние на проект.



Таблица 7 – Риски проекта

Категория	Риск	Вероятность	Влияние
Финансовые	Превышение бюджета из-за изменения курса валют	Высокая	Высокое
	Проблемы с недозагруженностью мощностей и поставками сырья	Высокая	Среднее
	Срывы сроков поставки оборудования	Средняя	Высокое
	Появление новых предприятий по переработке РЭЛ в регионах	Средняя	Низкое
Законодательные	Открытие границ для экспорта РЭЛ	Высокая	Среднее
Внутренние	Отсутствие компетенций в механической переработке РЭЛ	Средняя	Высокое
	Отсутствие опыта привлечения коллекторов	Низкая	Высокое
Технические и технологические	Неэффективность технологии, как результат неконкурентная себестоимость	Средняя	Высокое
	Неэффективность технологии, как результат не постоянной точности опробования	Средняя	Высокая
Риски с персоналом	Отсутствие на рынке и в компании персонала с подходящими компетенциями	Низкая	Высокое

Для каждого риска нужно подобрать подходящую стратегию реагирования, чтобы минимизировать его влияние на ход проекта. Ознакомиться со стратегиями управления риском и мероприятиями по его управлению можно в приложении Б.

Одним из этапов развития бизнеса по переработке РЭЛ в долгосрочной перспективе является проработка модели работы с другими странами, масштабирование бизнеса и открытие точек в Европе, Азии и Америке. Для того, чтобы лучше понимать как устроен бизнес в других странах необходимо рассмотреть глобальные потоки РЭЛ, законодательные особенности и ограничения – это даст понимание того, сможет ли компания, предложенную бизнес-модель для российского рынка, применить на зарубежном рынке.

Американский рынок с точки зрения основных игроков не так развит, как европейский. Единственным крупным переработчиком является Glencore, при этом в регионе достаточно много коллекторов. Большие

инвестиции были направлены на строительство завода компании Aurubis, однако оно начнется только летом 2022 года, а ввод в эксплуатацию планируется в первой половине 2024 года. В этом регионе существует 2 легальных потока ломов: основные объемы - 840 тысяч тонн оргтехники перерабатывает Glencore; сбор, ручная разборка происходит в Америке, а печатные платы отправляются в Мексику. Российская компания Аурус уже рассматривала Мексику как один из вариантов для масштабирования, потому что сырье из Америки является легкодоступным, с коллекторами можно легко работать, конкуренция не большая, в том числе и с нелегальным рынком. Законодательное регулирование в Америке не такое строгое, как в Европе. 25 штатов имеют законы, регулирующие переработку ЭО. В большинстве используется модель РОП. В 15 штатах есть запрет на захоронение. ЭО могут законно экспортироваться из США в развивающиеся страны при их согласии только с целью переработки. Единственный закон, который ограничивает экспорт ЭО — это федеральное правило об ЭЛТ.

Европа – регион с жестким законодательством и высокой стоимостью переработки. В Германию свозятся все лома для переработки. Часть объемов отправляется в виде гуманитарной помощи странам Африки, а часть в Азию. Весь легальный объем, который собирается в Европе тут же и перерабатывается 3 крупными компаниями (180 000 тонн печатных плат в год), однако примерно 3 миллиона тонн оргтехники вывозится нелегально в Африку. Таким образом, конкурировать с нелегальным сектором в Африке по цене Красцветмету будет сложно, более того необходимо правильно подготавливать документы и обеспечить их максимальную прозрачность, тем самым исключить использование рабского и женского труда. Принцип управления ЭО в Европе – Расширенная ответственность производителя [17]. Ратифицирована Базельская конвенция о контроле и предотвращении трансграничной перевозки опасных отходов из развитых стран в менее развитые. Принята Директива RoHS об ограничении опасных веществ в

ЭЭО. Экспорт WEEE или UEEE не допускается в страны, не входящие в ОЭСР. Экспорт UEEE разрешен, если он характеризуется как неопасный в соответствии с конвенцией и получены разрешения от стран-импортеров.

В Африканском регионе ситуация с законодательством другая. В 13 странах из 54 есть законодательство, регулирующее обращение с ЭО. Несоблюдение законов приводит к нелегальному импорту отходов и их переработке экологически небезопасным способом. Переработкой отходов в регионе занимается большой неформальный сектор. Конкурировать с неформальным сектором, как уже упоминалось раньше, очень сложно, потому что он более локализован и имеет доступ к электронным отходам по более низким ценам. Жители Африканских стран не могут позволить себе новое оборудование и технику, поэтому в этот регион импортируются большой объём UEEE.

Азия – перспективный регион. Однако присутствуют ограничения по работе с ломом и ДМ. Руководство не поддерживает идею открытия аффилированной компании в Китае, переработки лома на месте, получения валютной выручки и отправке ее в Красцветмет. В работе с Китаем возникают сложности с вывозом концентратов драгоценных металлов в Россию. Красцветмету еще ни разу не удалось вывести оттуда что-либо, законодательно это не запрещено, но присутствуют нетарифные меры, более того, если в концентрате находится золото, то такая операция сразу блокируется. Рынок очень развит, большое количество внутренних переработчиков, поэтому азиатским компаниям намного выгоднее и проще перерабатывать все внутри региона, а не вывозить сырье за границу. Сложность работы с азиатскими странами заключается также и в менталитете людей, в том, как они относятся к сдаче техники, известно, что в Китае самые большие свалки отходов. Такие города как Гуйюй и Цинъюань являются точками импорта нелегальных ломов, в том числе из Европы и Америки.

Подводя итог, целевыми регионами для Красцветмета могут являться Мексика, Индия и Китай. Индия является регионом с более прозрачной системой коллекторов и переработчиков и в целом страна не такая закрыта изначально, как Китай. В Индии нет полного цикла работы с электронными ломками, потоки РЭЛ менее зрелые, сбор обеспечивают разрозненные коллекторы, а более-менее централизованные коллекторы отправляют сырье крупным азиатским переработчикам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главной целью данной работы являлась разработка проекта по переработке радиоэлектронных ломов на примере ОАО «Красцветмет».

В бакалаврской работе были проанализированы глобальные потоки радиоэлектронных ломов, оценена экономическая эффективность переработки и предложена бизнес-модель для последующего внедрения в практику компании.

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что отходы электрического и электронного оборудования с ценными компонентами в составе являются уникальным вторичным ресурсом. Брошенный радиоэлектронный лом оборачивается потерей тонн драгоценных и цветных металлов — платины, золота, серебра, меди. Таким образом, переработка электронных отходов не только важный этап общей структуры управления отходами, но и представляет безусловный интерес как материальный и ресурсный потенциал. В ходе исследования был изучен ряд методов переработки электронных отходов, таких как пирометаллургия, гидрометаллургия и биогидрометаллургия. Электронные отходы представляют собой сложный поток отходов, и политические, правовые, экономические, технологические и экологические факторы влияют на сбор и переработку этих отходов. Эти факторы существенно различаются в зависимости от региона, и их необходимо учитывать для реализации эффективной стратегии переработки электронных отходов.

Проведенные расчеты показали, что получение электронного лома и его пирометаллургическая переработка характеризуются достаточным уровнем прибыли, который создает экономические стимулы для вовлечения в оборот данного вида сырья.

Реализация проекта по сбору и переработке радиоэлектронных ломов обеспечит устойчивость бизнеса, путем диверсификации и снижения

зависимости от текущих направлений бизнеса, увеличит выручку, чистую прибыль компании и долю присутствия на рынке драгоценных металлов. Эффектом от проекта станет получение дополнительного потока химически чистого металла, получение статуса эко компании и глобализация Красцветмета в ходе масштабирования бизнеса.

Рассмотрев цепочку создания ценности и текущие бизнес-модели, была выбрана модель оптовика с частичной переработкой как наиболее оптимальная по маржинальности и интересу компании. По итогам анализа составлена смета открытия одной точки переработки, а также план и график работ. Определены риски проекта, предложены стратегии и мероприятия по управлению риском.

В ходе работы были выделены 3 целевых региона для масштабирования бизнес-модели – Индия, Китай и Мексика. Они привлекательны с точки зрения направления глобальных потоков электронных отходов в эти регионы, однако имеют свои особенности. При этом, законодательные, экономические и другие виды ограничений можно преодолеть для успешной реализации проекта.

Таким образом, проект по переработке радиоэлектронных ломов был разработан, оптимальное решение по входу на рынок для компании было найдено, идея сбора и переработки является целесообразной для ОАО «Красцветмет».

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

РЭЛ – радиоэлектронный лом

ОЭЭО (WEEE) – отходы электрического и электронного оборудования

UEEE – использованное электронное и электрическое оборудование

ЭО – электронные отходы

ЭЛ – электронный лом

РОП – расширенная ответственность производителя

ЭЛТ – электронно-лучевые трубки

ROHS – директива, ограничивающая содержание вредных веществ

ДМ – драгоценные металлы

ЦМ – цветные металлы

ЧМ – черные металлы

МПГ – металлы платиновой группы

СО – стандартный образец

ГСО – государственный стандартный образец

ВЭД – внешнеэкономическая деятельность

ОЭСР – Организация экономического сотрудничества и развития

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Услуги лаборатории // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <http://www.krastsvetmet.ru/services/laboratory-services.html> (дата обращения 12.04.2022).
2. Годовой отчет за 2020 год // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2020. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/info-centre/annual-report/> (дата обращения 03.05.2022).
3. Годовой отчет за 2019 год // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2019. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/info-centre/annual-report/> (дата обращения 03.05.2022).
4. Дивизион технический изделий // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/products-and-services/industrial-appliances/services/> (дата обращения 27.04.2022).
5. Продукция и услуги компании // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/products-and-services/> (дата обращения 27.04.2022).
6. Наука // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/science/> (дата обращения 27.04.2022).
7. Ювелирный дивизион // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://jewelry.krastsvetmet.ru/start/> (дата обращения 27.04.2022).
8. Аффинажный дивизион // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/refining/> (дата обращения 27.04.2022).
9. Скупка и переработка вторичного сырья // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://scrap.krastsvetmet.ru/> (дата обращения 27.04.2022).



10. Инжиниринг технологий в области драгоценных металлов // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.technology.krastsvetmet.ru/> (дата обращения 27.04.2022).
11. Услуги аналитического центра // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/refining/analytical-centre/> (дата обращения 27.04.2022).
12. Промышленный инжиниринг // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/products-and-services/industrial-appliances/engineering/Industrial-engineering/description/> (дата обращения 27.04.2022).
13. Доронкина И.Г., Эволюция технологических подходов при решении проблемы твердых бытовых отходов / И.Г. Доронкина // Сервис в России и за рубежом. – 2015. – С. 102 – 111. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-tehnologicheskikh-podhodov-pri-> (дата обращения 15.02.2022).
14. Видьядхар Ари. Обзор технологии извлечения металла из электронных отходов / А. Видьядхар // Электронные отходы в переходный период – От загрязнения к ресурсу. – 2016. – № 4. – С. 14–18.
15. Максимова М.А. Анализ состояния переработки электронного лома в России. – 2016 – С. 102 – 120. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-pererabotki> (дата обращения 10.02.2022).
16. Комиссаров, В.А. Электронные отходы в СНГ сегодня и завтра / В.А. Комиссаров // Твердые бытовые отходы. – 2016. – № 10 (124). – С. 34 – 50.
17. Марьев В.А., Комиссаров В.А., Смирнова Т.С. Расширенная ответственность производителя – новая парадигма в системе управления

отходами / В.А. Марьев // Твердые бытовые отходы. – 2015. – № 2 (104). – С. 10 – 15.

18. Трунова Е.Ю., Инструментарий механизмов эффективного управления отходами электронной промышленности / Е.Ю. Трунова // Вестник ВУиТ. — 2011. — №24. — С. 195–205. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/instrumentariy-mehanizmov-effektivnogo-upravleniya-othodami-elektronnoy-promyshlennosti> (дата обращения 15.02.2022).

19. Годовой отчет 2019 // UNIDO – Организация ООН по промышленному развитию. – 2019. – URL: [http://www.unido.ru/upload/files/a/annual\\_report\\_2019\\_rus.pdf](http://www.unido.ru/upload/files/a/annual_report_2019_rus.pdf) (дата обращения 18.02.2022).

20. Глобальный мониторинг электронных отходов 2020, Университет Организации Объединенных Наций. – 2020. – URL: [www.globalewaste.org](http://www.globalewaste.org). (дата обращения 18.02.2022).

21. Фаюстов, А. А. Возрастание актуальности утилизации электронных отходов в эпоху глобальной цифровой экономики / А.А. Фаюстов // Молодой ученый. — 2019. — № 50 (288). —С.237-243.

22. Кружкова, Г.В. Совершенствование системы ценообразования на электронный лом на предприятии вторичной металлургии драгоценных металлов / Г.В. Кружкова // Экономика в промышленности. – 2012. – № 4 – С. 53-55.

23. Хефели В., Печатные платы как ресурс / В. Хефели // Твердые бытовые отходы. – 2017. – № 2 (128). – С. 26–28.

24. UN and World Business Council for Sustainable Development // New Circular Vision for Electronics Time for a Global Reboot. – 2019. – URL: <https://www.weforum.org/reports> (дата обращения 20.03.2022).

25. Бальде, С. Р. Глобальный мониторинг электронных отходов 2017, Университет Организации Объединенных Наций, Ассоциация по твердым отходам. – 2017. – URL: [www.globalewaste.org](http://www.globalewaste.org) (дата обращения 20.03.2022).
26. Мартин Рурберг. Оценка эффективности утилизации меди из продуктов с истекшим сроком службы в Западной Европе / Рурберг М. // Ресурсы, сохранение и переработка. – 2006. – №2. – С.141-165.
27. Лу Ю., Извлечение драгоценных металлов из отходов печатных плат: обзор текущего состояния и перспектив / Ю. Лу // Переработка отходов. – 2016. – №25. – С. 26–40.
28. Дебнатх, Б., Повторное использование и переработка электронных компонентов — новый подход к управлению WEEE / Б. Дебнатх // Менеджмент отходов. – 2016. – №22 – С. 656–669.
29. Тансел, Б. От электронных потребительских товаров к электронным отходам: глобальные перспективы, количество отходов, проблемы переработки / Б. Тансел // Окружающая среда. – 2017. – №25 – С. 35–45.
30. Каюмил, Р.; Ханна Р.; Раджарао Р.; Мукерджи П. С.; Сахаджвалла В. Концентрация драгоценных металлов при их извлечении из электронных отходов / Р. Ханна // Управление отходами. – 2016. – №2 – С. 121–130.
31. Стандартные образцы // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/products-and-services/industrial-appliances/catalog/certified-reference-materials/description/> (дата обращения 13.05.2022).
32. Химические соединения // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/products-and-services/industrial-appliances/catalog/precious-metal-compounds/gold/> (дата обращения 13.05.2022).
33. Стеклоплавильные аппараты и фильерные питатели // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL:

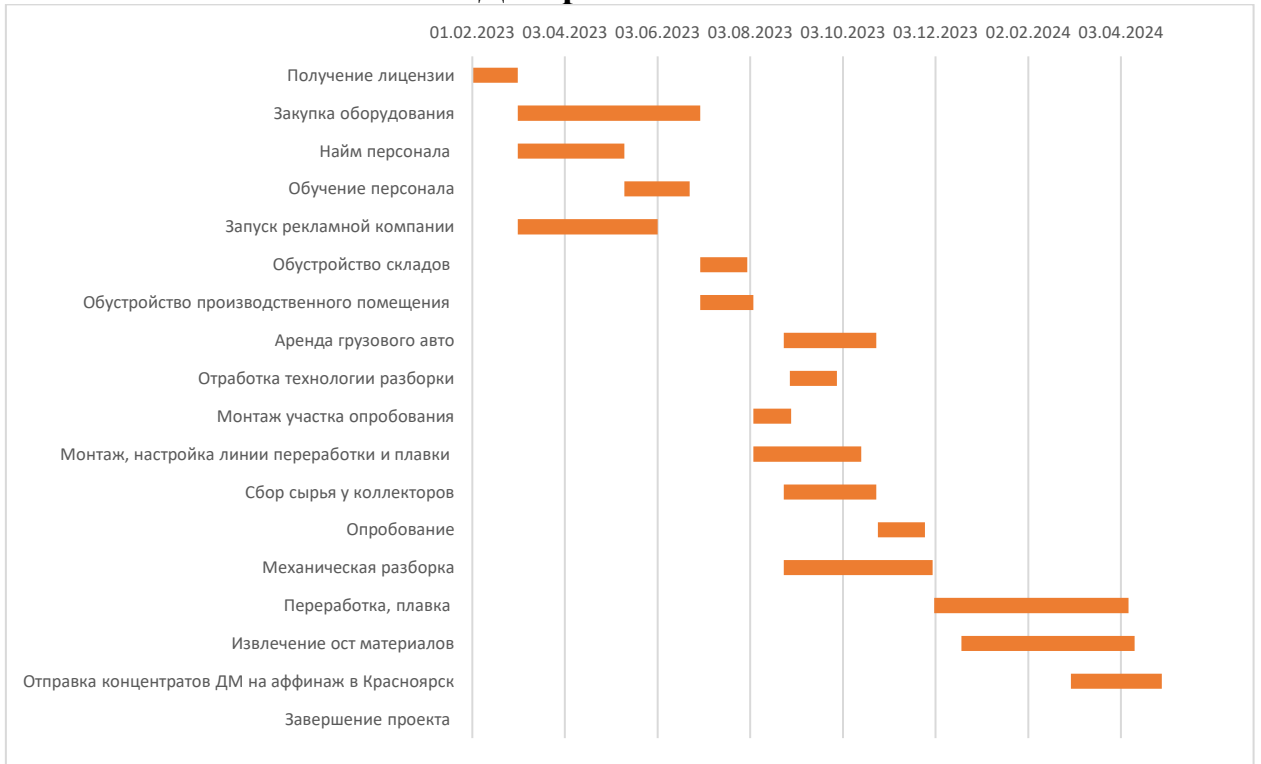
<https://www.krastsvetmet.ru/products-and-services/industrial-appliances/catalog/>  
(дата обращения 13.05.2022).

34. Каталитические системы // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/products-and-services/industrial-appliances/catalog/catalytic-systems/> (дата обращения 13.05.2022).

35. Лабораторная посуда системы // ОАО «Красцветмет»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.krastsvetmet.ru/products-and-services/industrial-appliances/catalog/labware/description-lab/> (дата обращения 13.05.2022).

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Диаграмма Ганта




## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Стратегии управления риском

Риск	Тип стратегии	Мероприятия по управлению
Превышение бюджета по причине изменения курса валют	Снижение	Фиксация стоимости оборудования в валюте приобретения в протоколе
Проблемы с недозагруженностью мощностей и поставками сырья	Снижение	Постоянный мониторинг рынка сбыта, с целью поиска новых потенциальных клиентов
Срывы сроков поставки оборудования	Снижение	Наличие в договоре штрафных санкций/ответственности за неисполнение сроков
Открытие границ для экспорта драгосодержащего радиоэлектронного лома	Удержание	Предложить условия (цена, опробования) при которых экспорт РЭЛ будет не привлекателен для клиентов
Отсутствие компетенций в механической переработке РЭЛ	Снижение	Покупка экспертизы на рынке; Привлечение НТЦ при поиске технологии мех. переработки
Отсутствие опыта привлечения коллекторов	Снижение	Поиск требуемых специалистов на рынке труда, обучение существующих
Неэффективность технологии, как результат неконкурентная себестоимость	Снижение	Анализ существующих технологий, подбор оптимального варианта
Неэффективность технологии, как результат не постоянной точности опробования	Снижение	Подбор и усовершенствование технологий и опробования для типовой сырьевой корзины
Отсутствие на рынке и в компании персонала с подходящими компетенциями	Удержание	При возможности переманивание специалистов от конкурентов, обучение собственных специалистов

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт экономики государственного управления и финансов  
Кафедра международной и управленческой экономики

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
 С.Л. Улина

«20» 06 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

38.03.02 – Менеджмент  
38.03.02.05 – Международный менеджмент

Разработка проекта по переработке радиоэлектронных ломов  
(на примере ОАО «Красцветмет»)

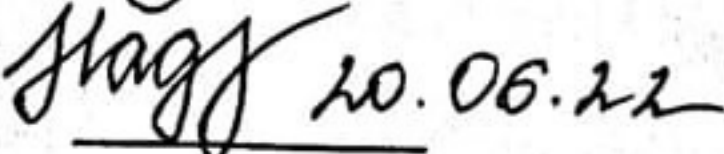
Руководитель

  
подпись, дата

старший преподаватель  
должность, ученая степень

Е.В. Пучкарева  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

Н.А. Шляхина  
инициалы, фамилия

Красноярск 2022