

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

На правах рукописи

Кружкова Галина Викторовна

Экономический механизм обеспечения сырьем предприятий,
не доминирующих на рынке вторичных драгоценных металлов

Специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»
(экономика, организация и управление предприятиями, отраслями,
комплексам – промышленность)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук
Сидорова Елена Юрьевна

Москва - 2018

Оглавление

Введение	3
1 Современное состояние и перспективы развития переработки вторичного полиметаллического сырья	11
1.1 Мировой рынок драгоценных металлов	11
1.2 Обзор современных технологий переработки электронного лома	24
Выводы	41
2 Методические аспекты разработки стратегии по улучшению экономического состояния предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов	43
2.1 Методические вопросы повышения эффективности управления промышленным предприятием	43
2.2 Стратегическое взаимодействие крупных фирм на рынке вторичных драгоценных металлов	55
2.3 Формирование рыночной стратегии предприятия для увеличения объема поставок	64
Выводы	86
3 Разработка экономического механизма обеспечения сырьем предприятия за счет эффективного управления поставками ресурсов	89
3.1 Технология комплексного извлечения ценных компонентов из электронного лома, результаты ее применения	89
3.2 Механизм формирования оплаты сырья	101
3.3 Оценка изменения экономических показателей предприятия в результате применения схемы комплексного использования сырья и политики управления поставками	114
Выводы	115
Заключение	118
Список использованных источников	120
Приложение А Расчет материального баланса схемы комплексного использования сырья для усредненного состава лома.	136
Приложение Б Расчет экономических показателей	149
Приложение В Акт опытно-промышленных испытаний результатов диссертационной работы.	160

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности.

В современных рыночных условиях предприятия самостоятельно определяют свои цели и задачи, а также выбирают наиболее эффективные и адекватные складывающейся экономической ситуации методы управления. Для обеспечения устойчивой позиции на рынке предприятию необходимо совершенствовать подходы, связанные со стратегическим управлением, в частности, развивать стратегию обеспечения ресурсами с использованием специально созданных экономических механизмов.

Одним из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в прогнозе долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года является рациональное природопользование. В настоящее время в России и в мире в результате технического перевооружения предприятий и организаций увеличивается объем электронных отходов, которые, с одной стороны, наносят огромный вред окружающей среде, с другой – представляют собой ценнейшие ресурсы, по содержанию полезных компонентов превосходящие природные источники. Поскольку затраты на освоение крупных коренных месторождений золота увеличиваются, использование отработанных продуктов и оборудования является более выгодным процессом, чем переработка первичного сырья. Достаточно высокий уровень цен на золото в последние годы создал предприятиям вторичной металлургии драгоценных металлов предпосылки для развития и стабильного функционирования.

Российский рынок вторичной металлургии цветных и благородных металлов является олигополистическим. На долю четырех крупнейших аффинажных заводов приходится около 90 %. Но наряду с ними действуют и предприятия, обладающие небольшой долей рынка (до 1,5 %), т.е. не доминирующие. Таким предприятиям для улучшения экономического состояния и увеличения своей доли на рынке необходимо искать новые, а также адаптировать существующие методы, механизмы и технологии

функционирования в сложившихся условиях. Одним из направлений совершенствования конкурентной стратегии может стать внедрение родственной диверсификации, связанной с комплексным использованием сырья. Под этим понимается извлечение из перерабатываемых возвратных ресурсов не только золота, но и других ценных компонентов. В связи с важностью задачи улучшения экономического состояния предприятия необходимо дать экономическую оценку дополнительных технологических схем, применяемых при комплексном использовании сырья. Другим направлением совершенствования стратегии предприятия может стать применение научно обоснованной системы управляющих воздействий на обеспечение процесса рациональных закупок электронного лома, а также методики стоимостной оценки вторичного золотосодержащего сырья, учитывающей состояние конкурентной среды, тенденции изменения цен на золото и дополнительные финансовые возможности вследствие извлечения из лома благородных и цветных металлов. В связи с этим разработка инструментов планирования обеспечения сырьем предприятия, не обладающего рыночной властью и способов организации практической деятельности, способствующих повышению эффективности его работы, становится актуальной задачей.

Проблемы управления промышленными предприятиями и организациями рассматривались в работах многих российских и зарубежных ученых, в частности, в трудах О.С. Виханского, Г.Л. Азоева, В.А. Винокурова, В.А. Штанского, О.В. Юзова, Л.Н. Шевелева, И.В.Зотова, Е.П. Караваева, В.Л.Квинта, И.И.Лютовой, В.С.Лапшина, С.Б. Авдашевой, Н.М. Розановой, А.С. Рыкова, А.В.Мяскова, С.М.Попова, Р. Портера, И. Шумпетера, А. Томпсона, А. Стрикленда, И. Ансоффа. Отдельные направления в области управления промышленными предприятиями и экономическими системами, такие, как применение математических методов и моделей, рассматривались в работах Э.М. Бравермана, А.А. Васина, В.В. Глухова, С.Б. Коробко, Б.З. Мильнера, М.Д. Медникова, И.М. Рожкова, В.В. Морозова. Однако, несмотря на многочисленность публикаций, недостаточно разработаны вопросы повышения

эффективности функционирования промышленных предприятий, которые ведут экономическую деятельность на олигополистическом рынке, но не являются доминирующими на нем, в частности, предприятий вторичной металлургии драгоценных металлов. Кроме того, недостаточно исследованными остаются отдельные аспекты управления коммерческой деятельностью предприятий, такие, как планирование деятельности по обеспечению необходимым по составу и качеству сырьем и вопросы стоимостной оценки сырьевых ресурсов в условиях нестабильного рынка поставок.

Цель диссертационного исследования заключается в разработке экономического механизма обеспечения сырьем не доминирующих на олигополистическом рынке предприятий вторичной металлургии драгоценных металлов за счет эффективного управления поставками ресурсов и комплексной их переработки.

Идея работы - разработка методического подхода к повышению эффективности управления поставками сырья предприятиям вторичной металлургии драгоценных металлов с использованием элементов теории игр.

Объектом исследования является не доминирующее на рынке предприятие вторичной металлургии драгоценных металлов.

Предметом исследования являются организационно-экономические отношения, возникающие в процессе взаимодействия не доминирующего на олигополистическом рынке предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов с поставщиками ресурсов.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе были сформулированы и реализованы следующие научные задачи:

1. Анализ особенностей и тенденций развития рынка вторичных драгоценных металлов.
2. Определение наиболее значимых факторов, влияющих на результативность переработки партии вторичного золотосодержащего сырья.

3. Разработка интегрального показателя эффективности закупки, который дает совокупную оценку управляющих воздействий на эффективность обеспечения предприятия сырьем;

4. Выбор стратегии взаимодействия предприятия с конкурентами и поставщиками вторичного золотосодержащего сырья в условиях неопределенности состояния олигополистического рынка и поведения его участников;

5. Разработка алгоритма формирования оплаты вторичного золотосодержащего сырья.

6. Создание экономического механизма обеспечения предприятия необходимым по составу и качеству вторичным золотосодержащим сырьем.

7. Апробация результатов исследования на предприятии.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Совокупную оценку управляющих воздействий на эффективность обеспечения предприятия сырьем целесообразно выполнять разработанным интегральным показателем эффективности закупки, учитывающим наиболее значимые факторы, влияющие на результативность переработки партии вторичного золотосодержащего сырья.

2. Взаимодействие не доминирующего на олигополистическом рынке предприятия с конкурентами и поставщиками вторичного золотосодержащего сырья предложено осуществлять с использованием выделенных автором положений теории игр.

3. Формирование оплаты партии вторичного золотосодержащего сырья предложено выполнять на основе разработанного алгоритма, который учитывает результаты комплексной переработки, дополнительную мотивацию поставщиков, динамическую адаптацию существующих подходов к стоимостной оценке ресурсов.

4. Управление поставками на предприятиях вторичной металлургии драгоценных металлов целесообразно осуществлять на основе разработанного

экономического механизма, который позволяет принимать обоснованные решения по закупкам ресурсов в условиях олигополистического рынка.

Область научного исследования. Работа выполнена в соответствии со следующими пунктами паспорта специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством; специализация – экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами: промышленность: п. 1.1.4 – инструменты внутрифирменного и стратегического планирования на промышленных предприятиях, отраслях и комплексах, п. 1.1.15 – теоретические и методологические основы эффективности развития предприятий, отраслей и комплексов народного хозяйства.

Теоретической и методологической базой исследования являются труды отечественных и зарубежных ученых и практиков в области общей теории управления, теории организации отраслевых рынков, теории игр, теории принятия решений, статистики, учета и анализа. Для решения поставленных задач использовались общенаучные и экономико-математические методы исследований, в частности, метод системного анализа и синтеза, имитационное моделирование, прогнозирование, метод экспертных оценок.

Новизна диссертационного исследования состоит:

- в выявлении наиболее значимых факторов, влияющих на показатели выручки от переработки электронного лома;
- в формировании интегрального показателя эффективности закупки, разработанного на основе выявленных управляющих воздействий;
- в использовании элементов теории игр для выбора действий не доминирующего на олигополистическом рынке предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов;
- в построении алгоритма системы оплаты сырья с применением предложенной модели прогноза выручки, дополнительной мотивации поставщиков и динамической адаптации существующих подходов к стоимостной оценке ресурсов.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются анализом деятельности предприятия по обеспечению необходимым по составу и качеству сырьем, использованием достаточного объема статистической информации, корректным применением методов факторного анализа, экспертных оценок и экономико-математического моделирования, а также положительными результатами применения разработанного экономического механизма обеспечения предприятия сырьем на конкурентном рынке закупок.

Научное значение работы заключается в методическом обосновании решений, позволяющих совершенствовать планирование хозяйственной деятельности и конкурентную стратегию не доминирующего на олигополистическом рынке предприятия, в частности, для формирования процесса принятия управленческих решений по обеспечению предприятия сырьем необходимого состава.

Практическое значение работы заключается в возможности применения предприятием разработанного механизма в управлении процессом закупки сырьевых ресурсов, позволяющем повысить эффективность хозяйственной деятельности. Применение разработанных методов принятия решений в области управления поставками необходимого состава сырья может быть использовано предприятием для привлечения дополнительного количества поставщиков, увеличения своей рыночной доли, в формировании отношений предприятия с поставщиками, в частности, в области планирования бизнес-процессов на основе долгосрочных отношений.

Реализация результатов работы. Результаты исследования использованы на Щелковском заводе вторичных драгоценных металлов, что подтверждено соответствующим актом. Использование элементов теории игр в сочетании с рекомендованным алгоритмом формирования оплаты сырья позволило увеличить объем закупок сырья на 12%. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы для обучения студентов по специальностям 38.03.02 «Менеджмент», 38.03.01 «Экономика»

по учебному курсу «Математические методы в экономике» и по специальности 01.03.04 «Прикладная математика» по учебному курсу «Исследование операций» в образовательных учреждениях высшего профессионального образования.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались в 2012 г. на ХУ Международной научно-технической конференции «Моделирование, идентификация, синтез систем управления», 9 – 16 сентября 2012 г., пос. Канак, Крым, на научных семинарах кафедры промышленного менеджмента НИТУ МИСиС, совместном научном семинаре кафедры промышленного менеджмента НИТУ МИСиС и кафедры природопользования МГИ и на научном семинаре кафедры экономики и менеджмента в промышленности НИЯУ МИФИ (2012 -2018 гг.)

Публикации. Автором опубликовано 14 научных работ, из них 6 статей в журналах, рекомендуемых ВАК России, одна монография.

Объем и структура диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 160 источников, содержит 39 таблиц, 9 рисунков и три приложения.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертационного исследования, обозначена теоретико-методологическая база, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, охарактеризованы элементы научной новизны.

В первой главе «Современное состояние и перспективы переработки вторичного полиметаллического сырья» выполнен обзор мирового и российского рынков драгоценных металлов, дана оценка их конъюнктуры, а также приведены способы переработки и классификации электронного лома.

Во второй главе «Методические аспекты разработки стратегии по улучшению экономического состояния предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов» разработаны методические рекомендации по формированию стратегии увеличения рыночной доли предприятия, не

доминирующего на рынке. Рассмотрено применение математической теории игр при выборе наиболее предпочтительной стратегии закупки сырья.

В третьей главе «Разработка экономического механизма обеспечения сырьем предприятия за счет эффективного управления поставками ресурсов» приведены результаты внедрения технологической схемы комплексной переработки электронного лома на одном из предприятий отрасли. Представлены регрессионные уравнения для расчета прогноза выручки от реализации всех ценных компонентов электронного лома в зависимости от их содержания в конкретном составе. Предложен алгоритм формирования оплаты партии лома, учитывающий ситуацию на рынке, результативность закупки партии лома и фактический состав сырья.

В заключении обобщены результаты диссертационного исследования, сформулированы основные выводы и предложения.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

1.1 Мировой рынок драгоценных металлов

Понятие мировой рынок драгоценных металлов включает в себя систему экономических отношений, складывающихся в результате их производства, распределения, потребления на национальных и международном уровнях. Отличительной чертой рынка золота является использование золота фактически всеми государствами в качестве страхового и резервного фонда. Ученные государственные запасы золота, сосредоточенные в Центральных банках и резервах МВФ, составляют сегодня более 31000 т [1]. Особенности рынков золота – это купля–продажа наличного металла в слитковой форме и оптовые методы торговли этими слитками.

Особая роль золота обусловлена его высокой ценой, влиянием на финансовую систему и внешние экономические связи, а также специфическими физическими и химическими свойствами: высокой теплопроводностью, низким электрическим сопротивлением, пластичностью, инертностью, неподверженности коррозии, вследствие чего металл имеет много сфер технического применения. Золото является важнейшим элементом мировой финансовой системы. Золотой запас государств, показанный в таблице 1, является основой их экономической мощи. Особенно заметным это становится во время экономической нестабильности: кризис с неизбежностью влечет за собой рост цен на золото[2].

Таблица 1 – Запасы золота в государственных резервах стран мира

Страна	Золотой запас, т
США	8133,5
Германия	3391,3
Франция	2435,4
Италия	2451,8
Швейцария	1040,1
Нидерланды	612,5
Япония	765,2
Китай	1054,1
Испания	281,6
Португалия	382,5
Тайвань	423,6
Россия	957,8
Индия	557,7
Венесуэла	363,9
Великобритания	310,3
Австрия	280
Остальные страны мира	3906,2
Итого	28165,5

Месторождения и проявления золота установлены в 117 странах. Мировые запасы золота оцениваются в 111,6 тыс. т, включая разведанные запасы 60,4 тыс. т [3]. Около 80 % подтвержденных запасов сосредоточено в 10 странах, в том числе в России и Узбекистане. Золото добывают более чем в 80 странах, но более двух третей добычи обеспечивают всего восемь из них. Это страны, где она превышает 100 т в год: ЮАР, США, Китай, Австралия, Перу, Россия, Индонезия и Канада. Сведения о мировой добыче золота приведены в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Мировая добыча золота

Страна	Добыча золота по годам, т											
	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Австралия	296	263	247	245	211	224	261	259	251	259	274	300
Гана	74	64	70	75	83	92	81	91	96	98	91	85
Индонезия	140	167	116	147	93	160	140	115	89	97	69	75
Канада	155	119	104	101	94	96	91	108	108	128	152	150
Китай	172	224	247	280	288	324	351	369	413	439	450	490
Мексика	25	31	39	44	51	62	79	85	103	101	118	120
Папуа Новая Гвинея	76	69	60	61	67	71	70	67	65	69	53	50
Перу	133	208	202	170	175	182	185	178	180	182	140	150
Россия	143	175	173	169	183	205	203	214	230	237	247	242
США	355	262	252	239	234	221	229	233	231	226	210	200
Узбекистан	88	79	75	75	77	73	71	71	70	72	100	103
ЮАР	428	297	296	270	232	220	203	198	177	171	150	140
Итого 12 стран	2060	1958	1881	1876	1788	1930	1964	1988	2013	2066	2134	2185
Другие страны	506	564	598	568	621	654	745	824	813	903	856	815
Всего в мире	2591	2522	2479	2444	2409	2584	2709	2812	2826	2982	2990	3000

Данные таблицы 2 позволяют заключить, что в 2013-2016 гг. самый значительный рост золотодобычи зарегистрирован в Канаде, Китае и России, а также в Австралии. Мировая добыча золота в 2016 г. увеличилась по сравнению с предыдущим годом на 0,33 % и составила 3000 т [4].

По общим запасам золота, более 9 тыс. т, Россия занимает второе место в мире после ЮАР, что составляет около 12 % мирового запаса. Кроме того, Россия располагает и значительными прогнозными ресурсами золота – почти 18 тыс. т [5]. Практически все они локализованы в восточных районах страны. Более четверти всех запасов коренных месторождений золота приходится на крупнейшие месторождения Сухой Лог, Майское, Олимпиадинское, Нежданинское, Наталкинское. В коренных, собственно золоторудных месторождениях, сосредоточено 53,8 %, в комплексных – 28 %, в россыпных – 18,2 %. Значительные запасы попутного золота содержатся в медно-колчеданных, медно-никелевых и полиметаллических рудах месторождений Оренбургской области, Таймыра и Башкирии. Особенностью минерально-сырьевой базы (МСБ) золота России, благоприятно отражающейся на конъюнктуре российского золотого рынка, является значительное количество недостаточно изученных ресурсов в виде перспективных площадей, рудных

полей и месторождений. По этому показателю с ней могут сравниться только Китай, Монголия и страны Латинской Америки, тогда как ведущие золотодобывающие страны (США, Канада, Австралия) такими ресурсами не обладают. При сохранении тенденции стабилизации мировых цен на золото золотодобывающая отрасль в перспективе будет охватывать новые территории. Два наиболее привлекательных с этой точки зрения региона сейчас – это Россия (вместе с рядом стран СНГ) и Китай. Вместе с тем при значительных прогнозных ресурсах в России увеличивается дефицит разведанных и подготовленных к освоению запасов, особенно легкообогатимых богатых руд [6, 7].

По добыче страна находится на третьем месте в мире (около 8 %) после Австралии и Китая, обеспечивая вместе с этими странами около половины мировой добычи. Сейчас в России золотодобычей занимается примерно 400 предприятий. Добыча золота в 2016 г. составила около 247 т [8]. Заметный рост добычи золота из коренных месторождений наряду с изменением организационной структуры отрасли являются характерными особенностями современного состояния российской золотодобычи [4,7–9].

В разные исторические периоды наблюдались тенденции как на повышение, так и на снижение цен на золото. Многократное повышение рыночной цены на золото в 70-е годы XX в. кардинально повлияло на активность его производителей в большинстве стран мира. В последние годы в мире наблюдается устойчивая тенденция роста цен на золото. За 10 лет цена золота увеличилась на 588 % [10]. В настоящее время выгодно перерабатывать бедные и труднообогатимые руды, вовлекать в эксплуатацию не использовавшиеся ранее запасы, которые прежде считались непригодными к добыче по технико-технологическим и экономическим причинам, возобновлять эксплуатацию заброшенных и законсервированных карьеров, рудников и шахт, а кроме того, перерабатывать техногенные отвалы многих горно-обогатительных комбинатов, содержащих определенное количество металлов в качестве попутных компонентов или не полностью извлеченных при первичной

обработке. Коренные изменения в технологии извлечения металла за счет кучного, кучного с цианированием и биологического выщелачивания в колоннах, метода «уголь в пульпе», усовершенствования других пирометаллургических и гидрометаллургических методов (например, автоклавного обогащения тугоплавких руд) сделали рентабельной вторичную переработку бедных руд и сохранившихся «хвостов» золотоизвлекательных фабрик с содержанием золота на уровне 1,0 – 0,3 г/т и менее [1-2, 8].

За последнее десятилетие, и даже за последние 40 лет, золото было самым лучшим объектом для инвестиций. Цена на золото формируется за пределами Центральной и Восточной Европы, инвестиции в банковское золото стали вполне доступными для размещения средств граждан и юридических лиц. В результате дестабилизации курсов основных мировых валют и серьёзных колебаний цен на акции, долгового кризиса в Европе и ускорения инфляции в разных странах 8 августа 2011 г. цена на золото на бирже установила рекорд и впервые превысила \$1700 за тройскую унцию. 23 августа 2011 г. цена на золото впервые превысила \$1900 за тройскую унцию и установила новый рекорд — \$1911,46 [11]. Рост цен на золото показан на рисунке 1 [12].

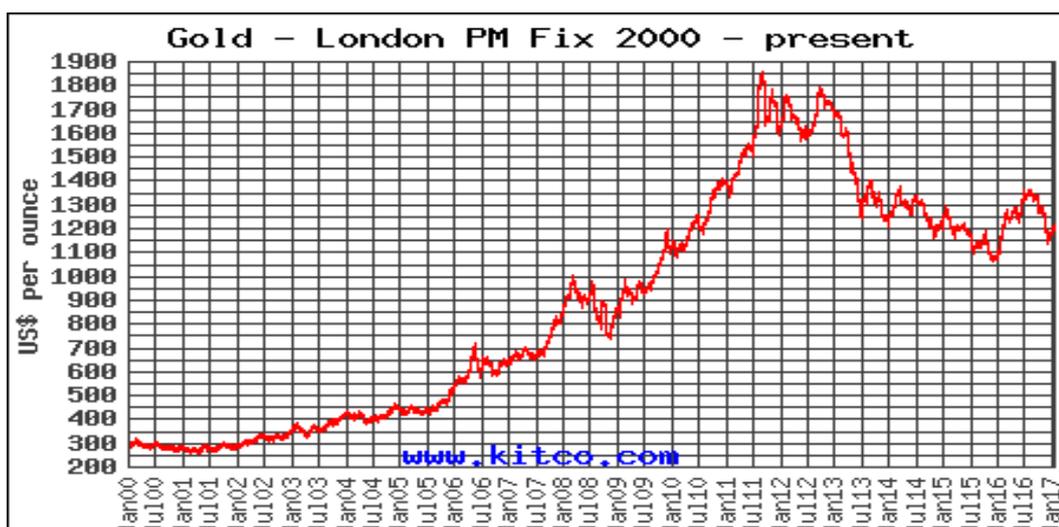


Рисунок 1 – Рост цен на золото в 2000–2017 гг.

В настоящее время существует несколько фундаментальных причин для удорожания золота, такие, как увеличение спроса со стороны ювелирной, космической, авиационной, микроэлектронной, медицинской и автомобильной отраслей промышленности, слабость американской валюты, рост инфляционных ожиданий, покупка золота азиатскими банками. Золото воспринимается в качестве страховки от инфляционных и валютных рисков. На фоне финансовой нестабильности на рынках Соединенных Штатов Америки и Евросоюза желтый металл пользуется повышенным спросом [2,13].

При анализе факторов, непосредственно влияющих на цену золота, а именно мирового спроса и предложения золота за последние 7 лет, представленных на рисунке 2, выявляется, что спрос и предложение попеременно доминируют [14].

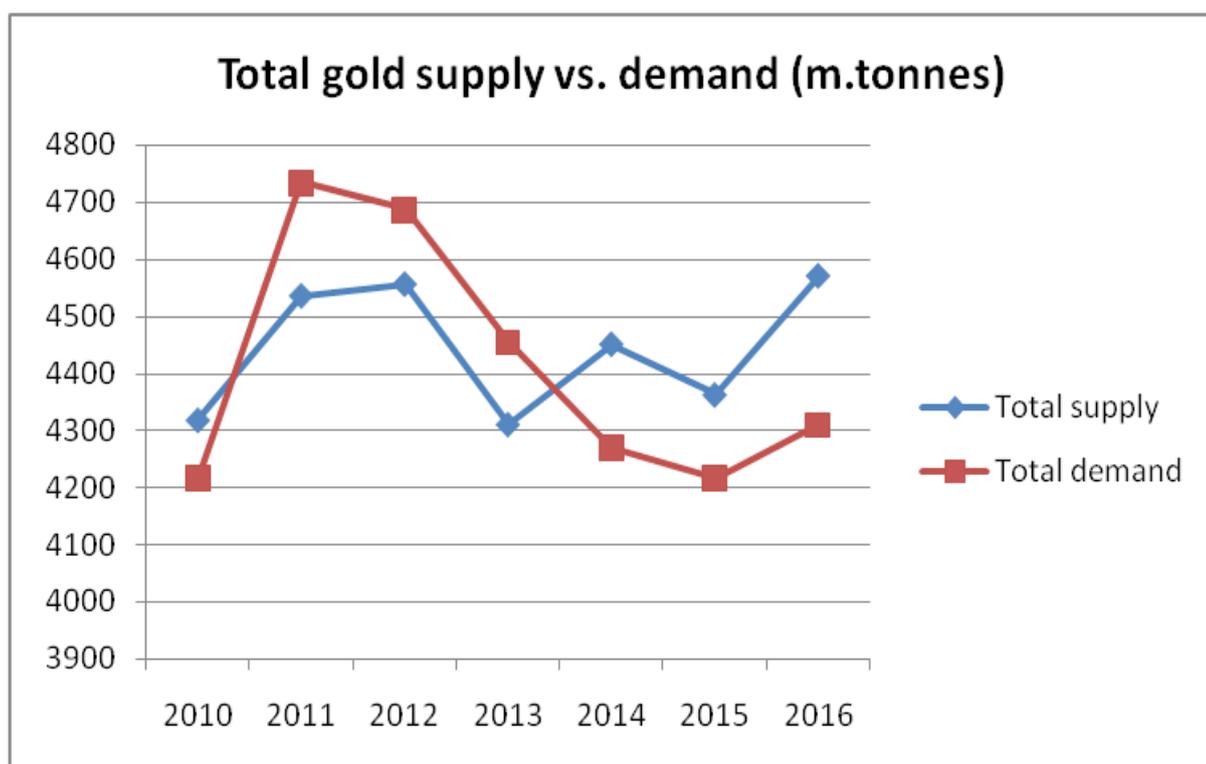


Рисунок 2 – Динамика мирового спроса (красная кривая) и предложения золота (красная кривая),т

Спрос на золото удовлетворяется в первую очередь за счёт добычи металла, а также в результате продажи частных или государственных запасов. Дополнительное предложение золота возникает как результат переработки вторичного золотосодержащего сырья [15].



Рисунок 3 – Объемы поступления золота на рынок, т/ год

Сохраняющаяся в последние годы тенденция превышения спроса над предложением позволяет предположить, что цена на золото в ближайшей перспективе сохранит высокий уровень. Цена золота напрямую или опосредованно зависит от состояния рынка энергетических ресурсов (прежде всего, нефти) и курса основных мировых валют. К числу показателей, оказывающих влияние на конъюнктуру золотого рынка, также относятся такие показатели, как распределение запасов золота, степень либерализации экономики и влияния на нее государства, возможность выхода производителей золота на мировой рынок драгоценных металлов [17].

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что конъюнктура рынка золота благоприятна для развития золотодобывающей отрасли. Во многих странах-производителях, в отличие от России, крупные неразрабатываемые месторождения представляют большую редкость. Это открывает перед золотодобывающей и золотоперерабатывающей отраслями России выгодные перспективы, позволяет ожидать как роста объема производства драгоценных металлов, так и расширения внутреннего потребления, прежде всего в ювелирной промышленности. С большой вероятностью продолжится консолидация предприятий, что позволит снизить производственные издержки и уменьшить себестоимость золота в целом по стране. В 2016 г. мировой рынок золота увеличился на 1,7 % до 4484 т [18]. Средняя себестоимость добычи золота в мире в 2017 г. составила около 800 долл/унцию. Данные о спросе и предложении на российском рынке приведены в таблице 3 [4].

Таблица 3 – Спрос и предложение на российском рынке золота

Показатель	Значение показателя по годам								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Предложение, всего, т	164,3	162,8	184,5	205,3	201,7	211,4	226,3	289,47	297,3
В том числе:									
- золото добычное	147,6	144,8	163,9	178,4	188,4	200,7	230,3	234,24	238,83
- золото попутное	11,7	12,1	12,4	14,5	12,7	14,8	17,5	16,97	14,7
- золото вторичное	5,0	5,9	8,2	12,4	12,6	17,9	28,5	38,26	35,4
Спрос, всего, т	164,3	162,8	184,5	205,3	201,7	211,4	226,3	244,7	234,5
В том числе:									
- экспорт	94,2	42,0	17,0	27,0	18,8	17,0	18,0	18,2	17,8
- закупка официального сектора	14,0	50,0	79,5	127,5	135,0	140,0	148,0	155,7	145,7
- ювелирпром	50,0	63,0	76,5	37,0	38,0	43,4	47,2	46,1	48,1
- промышленное производство	2,1	1,8	2,0	2,6	1,2	1,2	1,3	2,4	2,4
- инвестиционный спрос	4,0	6,0	9,5	11,2	8,7	9,8	11,8	12,3	11,5

Наибольший прирост добычи золота в 2017 г. обеспечили:

- ОАО «Полюс Золото» (Polyus Gold International Ltd): более 3 т за счет выхода на проектное извлечение и увеличение объемов переработки на Благодатнинском ГОКе, а также модернизации ЗИФ-1 Олимпиадинского ГОКа для переработки руд с месторождения «Титимухта» в Красноярском крае;
- ГК «Петропавловск» (Petropravlovsk PLC): более чем на 7 т за счет увеличения добычи на рудниках «Пионер» и «Маломыр» в Амурской обл., а также за счет увеличения объемов добычи россыпного золота;
- Nordgold (бывшая дочерняя структура ОАО «Северсталь»): на 1,3 т за счет роста добычи на месторождениях «Березитовое» (ООО «Рудник Березитовый» в Амурской обл.) и «Таборное» (ООО «Нерюнгри-Металлик») в Республике Саха (Якутия);
- ОАО «Высочайший»: на 0,7 т, ОАО «Южуралзолото ГК»: на 0,34 т, ООО «Конго»: на 0,22 т, ООО «Статус»: на 0,19 т и др.

По сравнению с 2010 г. на 7 % до 422 увеличилось число золотодобывающих предприятий. Эта тенденция проявилась впервые после десятилетнего их сокращения. При этом рост произошел за счет мелких предприятий с объемом годовой добычи до 100 кг (рост на 10 %) и крупных предприятий с объемом годовой добычи от 2 до 5 т (рост на 23 %). Крупные предприятия с годовым объемом добычи более 2 т обеспечили 90 % (9,6 из 10,6 т) прироста добычи золота в 2017 г. [4].

Общие запасы серебра в мире оцениваются на уровне 1000 тыс. т, из этого объема к подтвержденным запасам относятся около 670 тыс. т. Мировая минерально-сырьевая база серебра характеризуется достаточно высокой степенью концентрации. Основной объем мировых запасов (свыше 72 %) сосредоточен в 13 странах (таблица 4). При этом около 50 % всех запасов приходится на 7 стран – Россию, Польшу, США, Мексику, Таджикистан, Перу и Боливию [18].

Таблица 4 – Запасы серебра основными странами мира

Страна	Запасы общие, тыс.т	Доля в мире, %	Запасы подтвержденные, тыс.т	Доля в мире, %	Среднее содержание в рудах, г/т
Россия	111,2	11,1	70,1	10,5	100
Польша	81,0	8,1	66,0	9,8	50
США	80,7	8,0	52,1	7,8	190
Мексика	68,0	6,8	46,5	6,9	320
Таджикистан	65,8	6,6	44,0	6,6	80
Перу	61,5	6,1	365,2	5,4	140
Боливия	56,6	5,6	41,6	6,2	180
Австралия	45,6	4,5	26,4	3,9	190
Казахстан	38,0	3,8	29,0	4,3	80
ЮАР	31,0	3,1	13,0	1,9	100
Аргентина	30,4	3,0	20,4	3,0	240
Канада	30,4	3,0	20,2	3,0	400
Чили	26,5	2,6	21,7	3,2	100

Значительная часть добываемого в мире серебра извлекается как побочный продукт при переработке золотосодержащего, медного, свинцово-цинкового сырья. «В результате на масштабы выпуска значительной части первичного серебра практически не влияют колебания его цены, однако динамика производства зависит от цен на цветные металлы. Рост цен на основные цветные металлы и золото, наряду с повышением цен на серебро, способствовал увеличению добычи серебра многими горнодобывающими предприятиями. Согласно данным USGS, мировое производство серебра в настоящее время составляет 21,3–21,4 тыс. т. в год. При этом динамика выпуска за последние 7 лет является положительной. Максимальные темпы роста производства зафиксированы в 2004–05 гг. В последние годы темпы роста выпуска серебра снизились – до 1,5 % в 2008 г. и 0,5 % в 2012 г.» [19].

Мировой рынок производителей серебра из сырья также отличается довольно высокой концентрацией. В 2016 г. на долю 10 основных стран-

производителей пришлось около 89 % мирового производства. Ведущими производителями являются Мексика, Перу, Китай и Чили, выпускающие свыше 2 тыс. т серебра ежегодно. Добыча и производство серебра в России в первой половине 2017 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года незначительно снизилась — на 7 % до 765,69 т. Снижение объема добычи произошло вследствие снижения содержания серебра в перерабатываемых рудах. Первичная добыча составила 483, 69 т, вторичное производство 93 т. [4].

По данным [19], инвестиционный спрос и восстановление промышленного спроса на серебро в 2010-2016 гг. были ключевыми моментами устойчивой позиции цен на этот металл. Ведущий производитель серебра в России – компания «Полиметалл» [4].

Цены на серебро определяются как финансовой ситуацией в целом, так и тенденциями в динамике спроса на него в промышленности. Стабильный спрос на металл (в том числе и в промышленности) поддерживает цены на серебро на высоком уровне. Изменение цен на серебро за последние годы показано на рисунке 4.

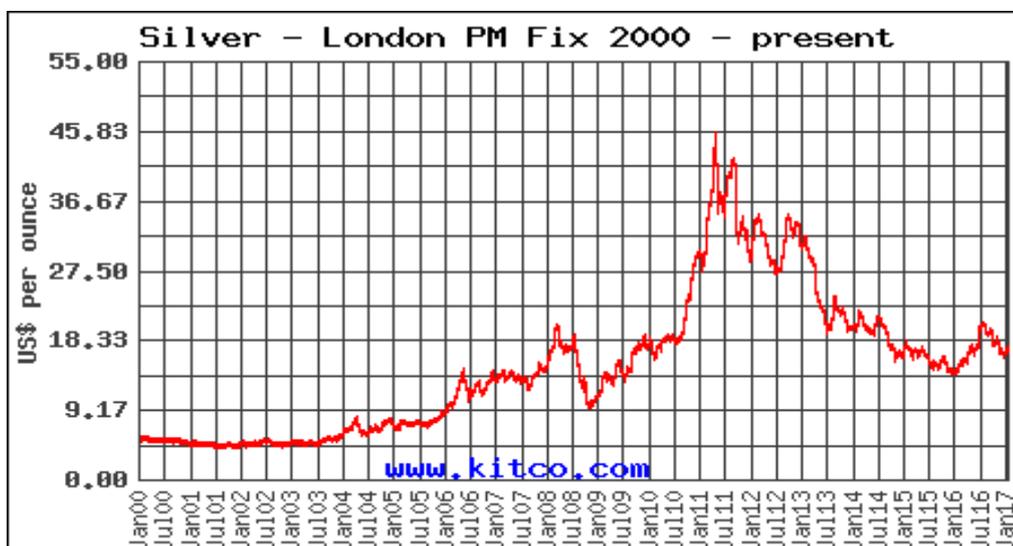


Рисунок 4 – Динамика среднегодовых цен на серебро, долл/унция

Добыча и производство платины и палладия на мировом рынке в 2016 г. увеличились, промышленный спрос на эти металлы постоянно растет.

Незначительное снижение среднегодовой цены на платину и палладий в 2015г. по сравнению с предыдущим годом до 1000 долл/унц. и на 72,4 % до 600 долл/унция соответственно [20].

Россия по-прежнему занимает первое место в мире по добыче и производству палладия и второе место по добыче и производству платины после ЮАР. Добыча и производство платины в 2016-2017 г. увеличилось на 7,4 % до 32,552 т. Увеличение произошло благодаря росту вторичного производства на 40 % до 6,789 т и росту добычи россыпной платины на 7,8 % до 4,678 т. Добыча и производство палладия в России в 2017 г. по сравнению с предыдущим годом увеличились на 8,4 % до 99,67 т за счет попутного и вторичного производства. Сведения о добыче и производстве платины и палладия приведены в таблицах 5 и 6 [4].

Таблица 5 – Добыча и производство платины в России по годам, кг

Показатель	2013	2014	2016	2017
Добыча	22900	21180	20800	21100
Попутное производство	20 049	19 483	21 024	21 085
Вторичное производство	6148	5430	4831	6789

Таблица 6 – Добыча и производство палладия в России по годам, кг

Показатель	2013	2014	2016	2017
Добыча	84800	80500	75700	77400
Попутное производство	85 195,6	81 815,6	85 775,3	94 227,4
Вторичное производство	6388,1	3942,0	6081,9	5342,6

ГМК «Норильский никель» – ведущий производитель платины и палладия в России - в 2017 г. произвел 0,61 млн унций платины и 2,58 млн унций палладия [4].

Потребление драгоценных металлов в промышленности. Анализ данных по промышленному потреблению драгоценных металлов за период с 1996 по

2016 г. выявил тенденцию увеличения использования драгоценных металлов в различных отраслях промышленности.

Основным направлением потребления золота является использование его в качестве сырья для изготовления ювелирных украшений. Свойства золота, такие, как отличная электро- и теплопроводность, устойчивость к коррозии, пластичность, что делает металл востребованным, дают возможность его применения в электронной промышленности, несмотря на его высокую цену. Спрос на золотую соединительную проволоку и электролиты для нанесения золотых покрытий, которые доминируют в структуре потребления золота в электронике, значительно повысился из-за увеличения объема их использования в производстве интегральных схем для целого ряда товаров – от мобильных телефонов до систем спутниковой навигации в автомобильной промышленности. Увеличиваются потребительские расходы на портативные устройства с компонентами из золота, такие, как смартфоны и ноутбуки. Повышение спроса на золото в электронике составило в последние годы около 8 % [2,17].

Основной объем потребления серебра приходится на промышленность, главным образом на такие технологичные отрасли, как электроника и электротехника. Также существенный объем использования приходится на ювелирную отрасль, по-прежнему остается высоким уровень применения в фотографии. В последние годы отмечается резкое увеличение покупок серебра инвестиционными фондами. Серебро потребляется в значительных объемах в таких электронных сегментах, как «производство мишеней для распыления и компонентов для ЖК-мониторов, выпуск многослойных керамических конденсаторов, производство фотогальванических элементов. Кроме того, серебро используется в больших объемах в производстве твердых припоев и сплавов для пайки, применяющихся, в частности, для выпуска кондиционеров и в автомобилестроении. Растущими рынками использования серебра являются выпуск этиленово-оксидных катализаторов и серебросодержащих солей для напыления» [21].

Потребление платины и палладия в промышленности постоянно увеличивается. Так, спрос на платину в 2016 г. увеличился до 251 т по сравнению с 235 т в 2010 г. «Палладий широко используется в производстве каталитических нейтрализаторов выхлопных систем автомобилей, многослойных керамических конденсаторов для компьютеров, сенсоров, в частности, предназначенных для автомобилей, переносных телефонов, а также в контактах, полупроводниках, чипах и т.д. В последние годы наметилась тенденция роста потребления металлов платиновой группы (МПГ) в химической и нефтехимической промышленности. В 2013 г. спрос на платину и палладий в данной области увеличился на 23 %. Это связано с широким применением МПГ в производстве платинопалладиевых катализаторов, азотной кислоты по новой технологии Kollodgy Process (платинородиевые), присадок к бензину, перекиси водорода (палладиевые), хлора и его соединений, стекла высокого качества (LCD) для компьютеров и кинескопов, а также в фармакологии и медицине. Известны и другие области применения драгоценных металлов, однако их вклад в суммарный промышленный спрос незначителен» [22].

1.2 Обзор современных технологий переработки электронного лома

Возрастающий спрос на благородные металлы в промышленности ограничивается их природными запасами. Разведанные запасы золота в мире, оцениваемые в 87,1 тыс. т [23], в достаточной степени уже разработаны, богатые месторождения в основном уже исчерпаны. Вследствие значительного повышения цен на золото в последние годы золотодобывающие предприятия приступили к разработке бедных месторождений. Разрыв между потребностью и производством благородных металлов может быть в какой-то мере восполнен только их надлежащей регенерацией – так называемым процессом рециклинга. Поскольку в процессе промышленного производства и эксплуатации золото

практически не подвержено деструкции, его вторичная переработка – второй после добычи источник предложения этого металла [4].

В программе ООН по устойчивому развитию стран, принятой в 2015 году [24], одной из целей является обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства. Предполагается стимулирование эффективности использования ресурсов и энергии, объем использования ресурсов должен быть сокращен. Использование вторичных ресурсов является одним из способов сокращения потребляемых природных запасов. «Переработка вторичного сырья в мировой экономике неуклонно растет. Извлечение драгоценных металлов из него является частью проблемы использования возвратных ресурсов, включающей в себя следующие аспекты: нормативно-правовой, организационный, сертификационный, технологический, экологический, экономико-финансовый. Проблема использования вторичного сырья, содержащего драгоценные материалы из компьютеров, периферийного оборудования и иных средств вычислительной техники (СВТ) актуальна в связи с техническим перевооружением отраслей промышленности» [2,24].

К драгоценным металлам относятся золото, серебро, платина, палладий, родий, иридий, рутений, осмий, а также любые химические соединения и сплавы каждого из этих металлов. Статья 2 п. 4 Федерального закона о драгоценных металлах и драгоценных камнях №14-ФЗ от 26 марта 1998 г. гласит: «Лом и отходы драгоценных металлов подлежат сбору во всех организациях, в которых образуются указанные лом и отходы. Собранные лом и отходы подлежат обязательному учёту и могут перерабатываться собирающими их организациями для вторичного использования или реализовываться организациям, имеющим лицензии на данный вид деятельности, для дальнейшего производства и аффинажа драгоценных металлов» [25].

В результате анализа вещественного состава электронного лома получено основание отнести его к «классу неоднородного полиметаллического сырья, которое содержит следующие элементы: золото, серебро, платину, палладий,

родий, рутений, иридий, медь, никель, кобальт, железо, вольфрам, молибден, алюминий, титан, олово, свинец, цинк, кадмий и др.

Массовая доля содержания драгоценных металлов в электронном ломе в среднем составляет 0,1–0,15 %, из них: золото – 0,02–0,05 %; серебро – 0,07–0,08 %; платина – 0,005–0,01 %; палладий – 0,01–0,016 %; родий – не менее 0,0015 %. Суммарная стоимость цветных, редких и рассеянных металлов в электронном ломе соизмерима со стоимостью драгоценных металлов. Кроме традиционного вторичного сырья перерабатываются отходы с низким содержанием драгоценных металлов, как правило, это лом электронной техники, детали телефонных установок, содержащие золото, серебро, палладий, медь и олово в общем количестве до 3 кг/т, отработанные катализаторы с содержанием, кг/т: 0,3–1,75 Pt; 0,15–0,7 Pd; 0,35 Rh, а также отработанные кино- и фотоматериалы и рентгеновские пленки (10–30 % Ag) [25, 26-32].

По данным Гринпис России, количество электронного лома в России составляет от 1,0 до 1,4 млн т [27]. Переход к рыночной экономике привел к остановке и ликвидации тысяч нерентабельных производств и образованию на их месте многих сотен тысяч тонн металлолома. Образовавшиеся отходы, с одной стороны, наносят огромный вред окружающей среде, с другой — представляют собой ценнейшие ресурсы, по содержанию полезных компонентов в сотни и тысячи раз превосходящие природные источники. Это создает предпосылки для развития в России крупномасштабного производства вторичных металлов.

Установлено, что извлечение только золота из-за его низкого содержания в ломе невыгодно. Поэтому одна из основных целей, преследуемой при переработке многокомпонентного лома, — извлечение из него платиноидов, меди, олова, свинца, никеля и других компонентов. Содержание драгоценных металлов во вторичном сырье значительно выше, чем в природном, эти металлы высоко ценятся и имеют постоянно высокую ликвидность на мировом рынке»[33].

Актуальность задачи комплексной переработки электронного лома обусловлена следующими причинами:

- лом и отходы производства и потребления продукции «радиоэлектрических и электротехнических отраслей промышленности является богатым источником цветных и благородных металлов;

- сокращение инвестиций в геологическую разведку, оценку запасов и развитие минерально-сырьевой базы страны привело к истощению разведанных месторождений;

- в связи с политическими событиями 90-х годов произошло огромное высвобождение военной техники, следовательно, увеличение объема лома и отходов этой техники;

- важным фактором, свидетельствующим о целесообразности переработки сложных отходов, следует считать их вредное экологическое воздействие на окружающую среду.

- необходимость снижения затрат на единицу продукции, т.е. на получение 1 кг золота марки ЗлА-999,9 на предприятии с целью повышения конкурентоспособности»[33].

В связи с актуальностью проблемы «переработки вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы, в России создаются специализированные региональные центры, строятся перерабатывающие предприятия, ориентированные на переработку «бедного» сырья, содержащего менее 0,01 масс.% золота. При этом на пути развития действующих и создающихся новых производств, занятых переработкой вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы, возникают трудности, связанные с классификацией вторичного сырья, сертификацией, комплексной переработкой, экологических проблем и т.д.» [25].

Золотосодержащие материалы в основном поступают из оборонной, приборостроительной и электронной отраслей промышленности. Идентичные виды отходов могут образоваться на различных предприятиях и в разных количествах, при этом масса отходов, поступающих от различных

предприятий-поставщиков, может изменяться от нескольких граммов до нескольких тонн. С учетом необходимости финансовых расчетов завода с поставщиком за находящееся в сырье количество благородных металлов становится очевидной следующая особенность вторичной металлургии благородных металлов – необходимость опробования всех партий отходов, содержащих ценные компоненты для расчёта с поставщиками [25, 28].

Увеличение мирового спроса на драгоценные металлы в различных областях промышленности способствует формированию значительных запасов вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы. Использование вторичных ресурсов в мировой экономике неуклонно растет. Данные о производстве драгоценных металлов из вторичного сырья представлены в таблице 7 [4].

Таблица 7 – Производство драгоценных металлов из лома, кг

Металл	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2012 г.	2014 г.	2016 г.
Золото	5867	8141	12 404	12 592	7855	8532	17764
Серебро	288 300	337 600	481 500	33 200	46 500	56 800	60 100
Платина	–	6148	5430	4831	5430	4831	6789
Палладий	–	6388	3942	6082	3942,0	6081,9	5342,6

В России производство золота из вторичного сырья в 2016 г. составило 17,76 т [4].

Классификация вторичного золотосодержащего сырья

Единой классификации золотосодержащего сырья в настоящее время не существует [28]. В публикациях [29, 30] источники вторичного сырья, которое содержит драгоценные металлы, предлагается поделить на две группы:

- традиционные (лом и отходы ювелирного производства, фотоматериалов, отработанные и бракованные катализаторы, содержащие платину, отходы лабораторной посуды и др.);

- нетрадиционные (лом и отходы электротехнического и электронного производства, содержащие драгоценные, редкие металлы, а также полупроводники).

Также «возможна классификация вторичного сырья по содержанию драгоценных металлов:

- бедное сырье (менее 1 % золота, 5 % серебра и 1 % металлов платиновой группы);

- богатое сырье (более 1 % золота, 5 % серебра и 1 % металлов платиновой группы);

Другой вариант классификации по содержанию драгоценных металлов:

- бедное сырье, суммарно содержащее благородные металлы до 10 % (в основном это материалы с неметаллическими носителями, например, материалы футеровки печей для производства стекла или элементы с металлическими носителями, например, контакты, плакированные материалы, отходы обработки изделий из благородных металлов и их сплавов и др.);

- богатое, суммарно содержащее благородные металлы более 10 % (это концентраты и золы, образующиеся в качестве промежуточных продуктов при переработке отходов; металлические остатки, которые образуются при производстве электрических контактов; образующиеся в процессе электролиза шламы и др.).

Классификация по физическим признакам:

- твёрдые компактные отходы;

- сыпучие (порошки);

- жидкие»[34].

Вторичное сырье может быть классифицировано по сфере его производства:

- в ювелирной промышленности;

- в химической промышленности;
- в электронной, электрохимической, оборонной, радиопромышленности (радиолампы, разъёмы, контактные устройства, контакты, платы на органической основе, микросхемы, радиодетали, кабели и провода, лента, высечка, вырубка, аккумуляторы, элементы питания, лом бытовой радиоэлектронной аппаратуры, прочие отходы) [28, 31].

По данным производства «была проанализирована структура сырья, поступающего на ОАО «Щёлковский завод вторичных драгоценных металлов» с 1990 по 2009 г. и на основе проведённого анализа выделено шесть типов наиболее часто перерабатываемого сырья:

- лом электронных систем самолётов и танков (особенно танка модификации Т-72), содержание золота около 0,08 % (состав 1).
- печатные платы, содержание золота около 0,27 % (состав 2);
- обобщённый многокомпонентный состав смешанного лома электронных приборов, содержание золота около 0,02 % (состав 3);
- ЭВМ типа IBM, содержание золота около 0,31 % (состав 4);
- элементы с функциями переключения, содержание золота в них примерно 0,01 % (состав 5);
- транзисторные стеклянные изоляторы, содержание золота примерно 1% (состав 6)»[33-34].

В таблице 8 представлены вышеперечисленные составы.

Таблица 8 – Поэлементный состав основных типов перерабатываемого лома, %

Состав	Au	Ag	Cu	Pb	Sn	Pt–Pd	Al	Fe	Ni	Прочие	Всего
1	0,08	0,43	21,11	3,15	12,41	0,70	15,20	7,15	2,14	37,63	100,00
2	0,27	2,50	23,04	2,80	1,40	0,90	15,40	12,30	3,25	38,14	100,00
3	0,02	0,18	18,60	2,25	4,70	0,02	14,60	10,20	2,85	46,58	100,00
4	0,31	2,89	12,00	0,85	1,23	0,15	17,61	7,45	2,20	55,31	100,00
5	0,01	0,20	33,00	3,97	4,00	0,00	13,70	35,26	1,05	8,81	100,00
6	1,00	0,20	1,31	0,96	1,25	0,11	32,78	22,50	1,25	38,64	100,00

Разработанная классификация составлена на основе практической деятельности предприятия. Эти составы чаще всего поставляются на производство, поэтому они непосредственно воздействуют на экономические показатели.

Анализ экономических показателей производства дает основание считать, что извлечение только золота вследствие его низкого содержания в ломе невыгодно. «Целесообразна и экономически оправдана комплексная переработка лома и отходов электронной техники, которая позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции, извлекать не только золото, но и серебро, платиноиды, медь, олово, свинец, никель. Извлечение меди и серебра занимает второе место по важности целей производства после золота» [32- 34]. Из последних исследований удалось выявить наиболее ясную картину классификации электронного лома как в России, так и в наиболее передовых странах в смысле развития металлургического производства [25- 26, 34-35].

В таблице 8 представлено, как было сказано ранее, шесть составов лома в зависимости от его происхождения. Однако, стоит отметить, что «данное распределение составов не означает их неизменности и однородности. Приведенная градация предоставляет возможность «практического применения составов и технологий в их комбинации для производства такого металла, как золото марки ЗлА-999,9»[26,33-36].

Для каждого из шести составов существуют свои особенности:

Состав 1. Лом электронных систем самолётов и танков.

В данном составе не слишком высокое содержание золота– 0,08 %, поэтому для данного состава целесообразна возможность извлечения попутных цветных металлов, например, олова, которого здесь содержится 12,41 %, и меди – 21,11%.

Состав 2 . Печатные платы.

При подготовке и обогащению данного состава необходимо обратить внимание на высокое содержание в нем никеля (3,25 %) в целях извлечения для продажи. Поскольку высоко содержание серебра (около 2,50 %), то аффинаж

серебра является рентабельным для получения дополнительного драгоценного металла. «По содержанию меди (23,04 %) данное сырьё занимает второе место после сырья из элементов с функциями переключения» [34] (составы 3 и 5). Содержание золота довольно высокое – 0,27 %, такой показатель позволяет считать данный состав богатым по содержанию этого металла.

Составы 3 и 5. Элементы с функциями переключения и обобщённый многокомпонентный состав смешанного лома электронных приборов.

Данные составы идентичны по содержанию почти всех элементов, но по содержанию меди и железа они значительно отличаются. Разница в процентном содержании этих элементов составляет: по меди – примерно 12 %; по железу – 25 %, что существенно влияет на массу материала, который поступает на плавку.

В этих составах низкое содержание золота (0,01–0,02 %), но в то же время содержание меди и железа в данном сырьё из элементов с функциями переключения достаточно высоко (33 % и 35,26 % соответственно), поэтому в подобной поставке в технологиях уделяется большое внимание переработке меди и выделению железа на стадии подготовки. Данное сырьё выгодно перерабатывать с целью получения меди и железа, его состав влияет на этапы технологических схем получения золота.

Состав 4. ЭВМ типа IBM.

Это состав с высоким содержанием золота – 0,31 %. Содержание серебра максимально среди шести видов составов и составляет 2,89 %, такой процент обуславливает целесообразность производства серебра. Свинца и олова в данном составе настолько мало (соответственно 0,85 % и 1,23 %), что смысла в выделении этих элементов на стадии подготовки нет.

Состав 6. Транзисторные стеклянные изоляторы.

В данном виде сырья присутствует золото с наиболее высоким процентом содержания – он составляет 1,00 %. Следовательно, этот вид сырья очень выгодно перерабатывать для получения достаточно большого количества конечного продукта (чистое золото). Но в то же время в данном составе

довольно низкое содержание серебра (0,2 %), поэтому извлечение серебра из данного состава не выгодно. Кроме того, очень низко содержание меди в этой категории сырья (1,31 %). Отсюда возникает вопрос об электролитическом рафинировании состава с получением катодной меди. Также довольно низким является содержание олова (1,25 %) и свинца (0,96 %), поэтому их извлечение зависит от производственных возможностей предприятия. Содержание металлов платиновой группы в этом сырье является средним среди вышеперечисленных составов и составляет 0,11 % [25, 32-34].

Способы переработки электронного лома

Для производства вторичного металла (в данном случае золота марки ЗлА-999,99) как правило, используется комплексный электронный лом. «В связи со сложностью переработки многокомпонентного лома и в целях понижения себестоимости единицы продукции (1 кг золота)»[33] возникает необходимость разработки новой технологии переработки электронного лома, которая позволяет помимо основного металла (золото), извлекать и другие металлы, содержащиеся в ломе. Комплексная переработка вторичного сырья является одним из стратегических направлений деятельности золотоперерабатывающих предприятий. Она позволит улучшить экономические показатели производства путем увеличения объема и расширения ассортимента выпускаемой продукции [39].

Известны четыре основных способа переработки электронного лома: механический, гидрометаллургический, механический в сочетании с гидрометаллургической переработкой концентрата, обжиг с последующей плавкой. По принятой в России технологии вторичное золотосодержащее сырье подвергают пирометаллургической переработке с целью перевода благородных металлов в единую химическую формулу и гомогенизации неоднородного материала в объёме макрокомпонента, в этом качестве на предприятиях используется медь. «Пирометаллургический передел может быть представлен

электродуговой и анодной плавками (ОАО «Щелковский завод вторичных драгоценных металлов», далее – ЩЗ ВДМ), либо отражательной (или шахтной) плавкой (ЗАО «Кировоградский медеплавильный комбинат», далее – КМК) с последующими конвертированием и огневым рафинированием (ОАО «Уралэлектромедь»). Отечественная технология переработки вторичного золотосодержащего сырья, основана на переводе последних в сплав с медью и электролитическое растворение анодов с получением обогащённого благородными металлами анодного шлама. До последнего времени в России было строго регламентирован состав сырья, поступающего на соответствующие предприятия, что усложняло задачу организации переработки отходов» [32-36].

КМК принимал на переработку «бедные» отходы, а также «отработанные изделия электронной техники, содержащие металлы платиновой группы»[33]. Полученный на КМК сплав черновой меди с золотом и серебром «перерабатывался на комбинате «Уралэлектромедь». В цикле переработки получают сплав Доре, который подвергают аффинажу на ОАО «Приокский завод цветных металлов». Комбинат «Североникель» перерабатывает электронный лом и отработанные алюмоплатиновые катализаторы. В крупнотоннажный процесс плавки вводится сравнительно небольшое количество (~10 %) низкосортного лома. Коллектирование драгоценных металлов в электронном ломе, в большой массе черновой меди увеличивает технологическое время на их извлечение в товарную продукцию» [25,33].

«В основном, процесс обогащения включает такие стадии, как дробление, измельчение, воздушная классификация, отсадка, электромагнитная сепарация. Технология привязывается оборудованию и определяется финансовыми возможностями предприятия и наличием квалифицированных кадров. Российские технологии базируются на измельчении сырья, сепарации и последующем гидрометаллургическом переделе» [29, 32-34, 37, 38]. «Они наиболее эффективны при сравнительно небольших объёмах производства и хорошо отсортированном сырье.» [33-34]. Принципиальная схема переработки вторичного золотосодержащего сырья представлена на рисунке 5.

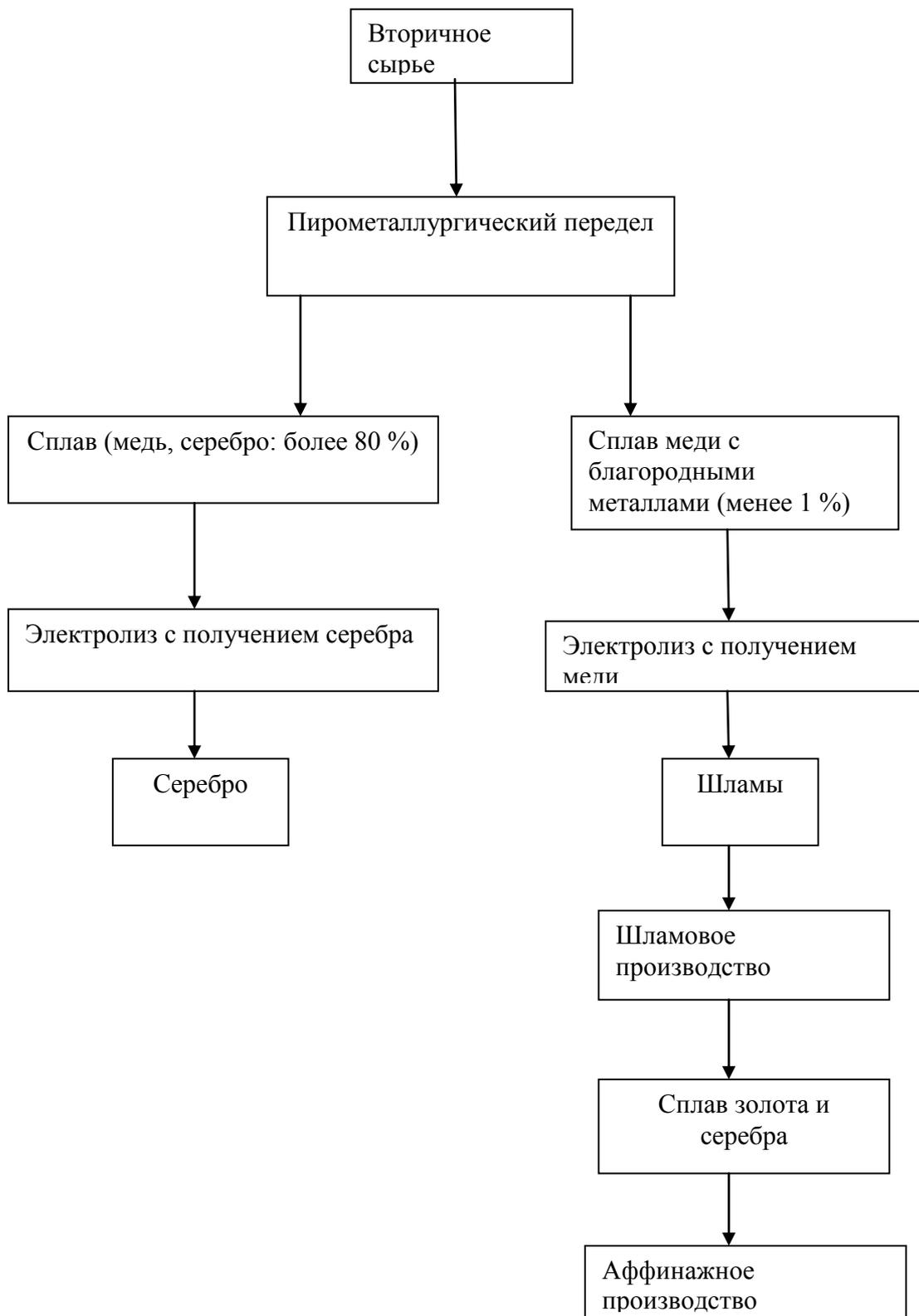
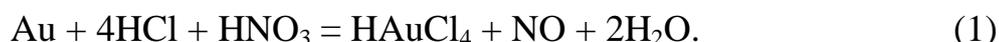


Рисунок 5 – Принципиальная схема переработки вторичного сырья в России, содержащего драгоценные металлы

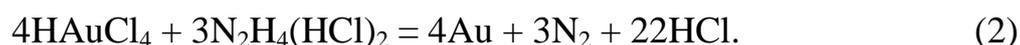
«На практике все фирмы используют технологию для переработки смешанного лома. Наиболее широкую известность получили технологии и фирмы стран Западной Европы – Германии, Франции, Швеции, Швейцарии и др.» [30, 35, 40, 41]. «Для обеспечения стабильности поступления сырья рекомендуется на одном предприятии перерабатывать смешанные ломы: промышленные, бытовые, электронные и электротехнические» [2,31-34].

Классификация новых технологий переработки электронного лома

Вторичное золотосодержащее сырье, поступающее на переработку, характеризуется разнообразием составов и значительными колебаниями содержания золота и серебра. Каждая поступившая партия подлежит опробованию [28, 31, 32, 36]. Согласно применяющейся в настоящее время технологии золотосодержащие сплавы идут «на плавку, отходы в виде шлиф-порошков – на растворение в царской водке, а отходы в виде деталей – на отделение золота в роданистом или йодистом растворе. Переработку вторичных золотосодержащих сплавов производят в тигельных индукционных печах. Поскольку содержание золота в перерабатываемых сплавах больше 50 %, то требуется небольшое количество флюсов – 10–30 % от массы шихты. Флюсами служат кальцинированная сода и кварцевый песок. Материалы загружают в разогретый тигель и повышают температуру до 1200–1250 °С»[33]. Расплав выдерживают в течение 0,5–1 ч и затем гранулируют посредством медленного вливания в воду. После «гранулы промывают, помещают в фарфоровые емкости и растворяют в царской водке при нагревании до 80–90 °С и периодическом перемешивании до полного прекращения реакции. Растворение идет по реакции (1)»[33]:



Полученный раствор декантируют и отстаивают в течение 4–6 ч для коагуляции AgCl. Осадок AgCl фильтрацией отделяется от раствора, сушится и направляется на плавку. Из осветленного раствора возможно выделить золото осаждением солянокислым гидразином или сернокислым закисным железом. Процесс идет по реакции (2):



Полученный золотосодержащий шлак промывают горячей деионизированной водой, а потом 10 %-ным раствором NH_4OH для отмывки AgCl с образованием растворимого в воде комплекса (3):



Полученный осадок дважды «промывают 5–10 %-ным раствором H_2SO_4 для отмывки от железа и меди. Полученный шлак сушат при 150–200 °С, плавят с селитрой при 1250 °С и разливают в слитки. Далее слитки направляют на аффинаж электролизом. Золото растворяется соляной и азотной кислотами при соотношении 1:5 в течение 3–4 ч при 80–100 °С. По окончании растворения пульпа из реакторов сливается на нутч-фильтр, из отфильтрованного золотосодержащего раствора золото осаждается солянокислым гидразином ($\text{N}_2\text{H}_4\text{HCl}$), содержащим медный порошок. Порошок добавляют к основному восстановителю золота – гидразину – для уменьшения общей кислотности, удаления азотной кислоты и предотвращения обратного растворения золота»[34].

В результате анализа наиболее распространенных технологий, применяющихся в странах Западной Европы, были разработаны девять типовых схем переработки электронного лома. На схемах показаны только основные металлургические операции. Вспомогательные операции (очистка сточных вод, газов и др.) на себестоимость получения золота не оказывают

существенного влияния. Ниже перечисляются девять технологий переработки электронного лома и дано их краткое описание.

Технология № 1. «Переработка электронного лома с применением воздушной и магнитной сепараций. Она содержит такие этапы, как двукратное измельчение лома в молотковой дробилке, воздушную сепарацию, магнитную сепарацию в слабом поле (выделение железа) и в сильном поле (выделение латуни), грохочение, сепарацию в виде вихревых токов и магнитодинамическую сепарацию. Ферромагнитные металлы выделяются с помощью сепаратора, лёгкая фракция – с помощью воздушной сепарации, а дальнейшая обработка немагнитной фракции с помощью вихревых токов позволяет выделить неметаллы и металлы. Получаются следующие продукты передела:

- 8–10 % от всей массы лома – лёгкая фракция с незначительным количеством меди и благородных металлов;
- 12–25 % – ферромагнитные материалы с преобладанием железа;
- 15–25 % – концентрат меди и благородных металлов, в которых содержится золота до 1,3 кг/т, серебра – 15,8 кг/т;
- 7–20 % - тяжёлые металлы;
- 1–5 % - концентрат латуни;
- 1–5 % - высокосортный концентрат алюминия»[33].

Технология № 2. Переработка электронного лома с использованием криогенного охлаждения. В нее включаются процессы сепарации, выщелачивания, фильтрации, царско-водочного растворения.

Технология № 3. «Переработка электронного лома с применением криогенного охлаждения с воздушной сепарацией включает криогенное охлаждение, несколько циклов измельчения, воздушной и магнитной сепарации. Подготовленный материал направляется на плавку на медный коллектор. Выплавленный металл состоит в основном из меди с примесями благородных металлов. В последующем из него электролитическими методами выделяют сначала медь, затем золото, серебро, платину и палладий.

Технология № 4. Переработка электронного лома с воздушно-магнитной сепарацией и последующим обжигом.

Технология № 5. Переработка электронного лома с применением магнитной и электростатической сепараций с последующей плавкой на медный коллектор. Эта технология ориентирована, главным образом, на переработку отдельных типов лома, таких, как печатные платы, электронно-вакуумные приборы, блоки ПТК в телевизорах и др. Переработка печатных плат и их ценность как вторичного сырья определяются значительным содержанием в них меди, оловянно-свинцового припоя и благородных металлов, в основном серебра. Это технология выделения металлов из печатных плат с применением электростатической сепарации. Далее следует плавка на медный коллектор. Выплавленный металл состоит в основном из меди с примесями благородных металлов. В дальнейшем из него электролитическими методами выделяют сначала медь, затем серебро, золото, платину и палладий.

Технология № 6. Переработка электронного лома с применением криогенного охлаждения и магнитной сепарации ориентирована на переработку в основном такого сырья, как брак радиоэлектронной аппаратуры (БРЭА). Первым этапом является ручная механическая дифференцированная разборка крупногабаритной техники. Затем сырьё переводят в разлагающуюся форму путём криогенного охлаждения, после чего идет дробление. Полученные продукты проходят стадию пневмосепарации с выделением неметаллов и металлов, далее отделяют чёрные металлы на стадии магнитной сепарации в слабом магнитном поле. Затем производят плавку на медный коллектор. Получают металл из меди с примесями благородных металлов. Медь направляется на рафинирование с последующим получением шлама благородных металлов и черновой меди.

В *технологии № 7* (переработка электронного лома с применением обжига, плавки на медный коллектор) и в *технологии № 8* (переработка электронного лома с применением обжига, плавки на медный коллектор и прокалики остатка) исходное сырьё измельчают, оно проходит стадии обжига и

плавки на медный коллектор, описанные в подобных схемах. Далее следуют операции извлечения золота из гранул, богатых золотом, после стадии фильтрации золотосодержащий раствор идёт на осаждение. Технология № 8 отличается от технологии № 7 тем, что после операций растворения гранул и фильтрации следуют стадии прокали остатка, растворения остатка и фильтрации с добавлением раствора царской водки, раствора $\text{CO}(\text{NH}_2)$ и извлечения золота из раствора.

Технология № 9. Переработка электронного лома с применением кислотно-солевого метода извлечения благородных металлов направлена на переработку такого сырья, как, например, изоляторы с применением оловянного покрытия или без оловянного покрытия. Способ сводится к растворению лома в растворе из смеси серной, азотной и соляной кислот. В результате растворения получается концентрат. Серебро отделяется от стекла в виде хлопьев и выделяется затем из раствора методами сепарации» [2,24, 32-, 35, 40-43].

Приведенные технологии предназначены для получения чистого золота марки ЗЛА-999,9, степень извлечения около 99 %. Производственные мощности российских аффинажных заводов позволяют осуществлять этот процесс. Данные технологии являются вполне отвечающими современным требованиям высокой рентабельности и частично внедрены в производство.

Взаимозаменяемость является важной особенностью этих технологий. Взаимозаменяемы комбинации различных стадий и операций, но не их сущность, «благодаря чему достигается наиболее оптимальная технология переработки исходного состава на существующем оборудовании» [33]. Но в связи с необходимостью улучшать экономические показатели в целях упрочнения своей рыночной позиции и получения максимальной прибыли предприятия, занятого переработкой электронного лома, возникает потребность внедрения родственной диверсификации. Для этого необходимо разработать и внедрить технологическую схему, позволяющую извлекать из вторичного сырья не только золото, но и другие ценные компоненты. Применение схемы

комплексного использования сырья для переработки любого из шести составов лома даст возможность улучшить экономическое состояние предприятия, не доминирующему на рынке аффинажных, увеличив объем и ассортимент выпускаемой продукции. Также представляется актуальной задача привлечения поставщиков на предприятия с целью увеличения объема переработки.

Технологическая схема комплексного использования сырья и экономические показатели, полученные при ее использовании, приведены в гл. 3.

Выводы

Конъюнктура рынка драгоценных металлов в настоящее время благоприятна для развития их производства, что объясняется высоким уровнем промышленного и инвестиционного спроса. Тенденция превышения спроса на драгоценные металлы над их предложением, наблюдаемая в последние годы, позволяет предположить, что высокий уровень цен на драгоценные металлы сохранится в ближайшей перспективе. Важнейшим источником получения драгоценных металлов является переработка вторичного полиметаллического сырья, образующегося вследствие технического перевооружения предприятий, организаций и воинских частей.

Электронные отходы необходимо перерабатывать, поскольку, во-первых, они наносят значительный вред окружающей среде, и во-вторых, содержат большое количество таких ценных компонентов, как драгоценные и цветные металлы. Существующие технологии переработки электронного лома ориентированы, главным образом, на получение золота. Для улучшения экономического состояния предприятия по переработке вторичного многокомпонентного полиметаллического сырья, которое не доминирует на рынке, необходимо совершенствовать технологии и методы принятия управленческих решений. Одним из направлений стратегического развития такого предприятия может стать применение технологии, позволяющей извлекать максимальное количество драгоценных и цветных металлов. Кроме

того, чтобы обеспечить загрузку производственных мощностей и увеличить количество выпускаемой продукции, нужно увеличивать объем переработки сырья. Соответственно, привлечение поставщиков электронного лома на предприятие, не доминирующее на рынке, в целях увеличения объема закупки сырьевых ресурсов становится актуальной задачей.

Таким образом, для повышения эффективности хозяйственной деятельности предприятию вторичной металлургии драгоценных металлов необходимо искать новые технологические схемы, позволяющие извлекать из электронного лома не только золото, но и другие ценные компоненты, а также разрабатывать новые управленческие решения, в частности, в области ценообразования на электронный лом, которые позволят покупать дополнительный объем вторичного сырья, не провоцируя ценовой войны на рынке закупки. Для принятия обоснованных координационных решений в области управления хозяйственной деятельностью необходимо проанализировать взаимодействие поставщиков сырья и предприятий на рынке закупки электронного лома и выработать методические рекомендации по разработке стратегии улучшения экономического состояния предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов, не доминирующего на рынке.

В гл. 2 рассматривается взаимодействие хозяйствующих субъектов на рынке закупки вторичного золотосодержащего сырья с применением элементов теории игр, приводятся методические рекомендации по повышению эффективности управления хозяйственной деятельностью предприятия и по совершенствованию его рыночной стратегии.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ВТОРИЧНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

2.1 Методические вопросы повышения эффективности управления промышленным предприятием

За последние десятилетия в мировой и отечественной практике были разработаны методологические принципы и стандартные формы управления развитием производственных предприятий, способствующих эффективной организации и развитию бизнеса. Все они базируются на теоретических выводах и обобщениях, сделанных ранее А.Д. Чандлером, И. Ансоффом, К. Эндрюс, М. Портером, А. Коулом, П. Дракером, У. Бенисом, Б. Неймусом, Э.Голдраттом и другими авторами. Огромный вклад в становление и развитие стратегического планирования как раздела науки управления внесли Ф. Абрамс, Дж. Куинн, А. Стрикленд, А. Томпсон, Г. Хамел, К. Хофер, Г. Штейнер.

Основные публикации российских ученых по проблемам управления развитием и в целом по стратегическому управлению стали появляться в основном с середины 90-х годов XX в. после вступления России на путь перехода к рыночным отношениям. Наиболее известные в этой области работы принадлежат Г.Л. Азоеву, А.Е. Варшавскому, О.С. Виханскому, В.В. Гончарову, П.В. Забелину, В.Л.Квинту, Н.К. Моисеевой, А.Г. Поршневу, З.П. Румянцевой, Н.А. Соломатину, В.В. Титову, Л.Н. Шевелеву.

Общетеоретические и методологические проблемы управления отечественной экономикой, ее подразделениями и предприятиями, а также аспекты управления отраслевыми рынками отражены в работах А.Г. Аганбегяна, С.Б. Авдашевой, В.Н. Андрианова, В.Л.Квинта, А.В. Авсеенко, Е.П. Караваева, Е.Б. Кибалова, В.В. Кулешова, Ю.Г. Лебедева, Д.С. Львова, В.Л. Макарова, Ю.Н. Райкова, Н.М. Розановой, Б.А. Райзберга,

Р.А. Фатхутдинова, В.А. Штанского, О.В. Юзова. Одно из направлений в области управления промышленными предприятиями и экономическими системами – применение математических методов и моделей, рассматривалось в работах Э.М. Бравермана, А.А. Васина, В.В. Глухова, С.Б. Коробко, Б.З. Мильнера, М.Д. Медникова, В.В. Морозова, И.М. Рожкова, А.С. Рыкова.

Вопросы развития металлургической отрасли, с решением которых тесно взаимосвязаны задачи совершенствования процессов управления металлургическими предприятиями, рассматриваются в работах таких отечественных авторов, как А.Г. Абрамов, С.З. Афонин, А.А. Бродов, И.А. Буданов, Ю.А. Карпов, Ю.Г. Лебедев, В.Н. Лексин, Д.В. Мельников, Г.Б. Поляк, В.М. Соколов, Л.С. Стрижко, Ю.С. Шашурин и др.

Однако, несмотря на многочисленность публикаций, остаются недоисследованными такие аспекты управления промышленными предприятиями в изменяющейся экономической среде, как вопросы планирования процессов поставок сырья необходимых составов, методы формирования оплаты сырья на рынке ресурсов, а также способы повышения конкурентоспособности предприятий, осуществляющих экономическую деятельность в условиях олигополии, в частности, для предприятий вторичной металлургии драгоценных металлов. В публикациях последних лет немало внимания уделяется вопросам планирования, но, в основном, общетеоретическим. Представляется актуальным рассмотреть планирование процессов по отдельным направлениям деятельности предприятия, в частности, по закупке и оплате сырья.

Одной из наиболее эффективных методологий управления любой системой в любом виде деятельности является теория ограничений, разработанная Э.Голдратом. Необходимо выявить ключевое ограничение системы и, управляя им, повысить эффективность всей системы. Воздействуя на небольшое количество аспектов, можно получить больший эффект по сравнению с воздействием на все проблемные аспекты системы. Для предприятий вторичных драгоценных металлов ограничением является объем

поставок сырья. Управляя поставками, возможно повысить эффективность работы предприятия в целом [44-45].

Вопросам стратегического планирования были посвящены многочисленные публикации последнего времени. Так, в статье Р.Я. Вакуленко, И.В. Логиновой, Е.В. Новоселова [46] стратегическое планирование на промышленном предприятии рассматривается как фактор его эволюции. Проведено исследование этапов общего тренда эволюции предприятия, что позволяет сформулировать несколько теоретических положений. Во-первых, на участке падения валового продукта предприятия (ВПП) происходит потеря целей развития, областей приложения усилий, снижается уровень монетарного обеспечения различных функций, реализовывавшихся на стадии роста, происходят перманентные изменения на фирме, так как она пытается сохранить свои позиции, возрастают издержки трансакций, снижается устойчивость к мутациям и возрастает степень отторжения кардинально новых решений. Во-вторых, учитывая первое положение, реструктуризация носит вынужденный характер и принимает форму антикризисного управления. Чтобы предотвратить такое развитие событий, как раз необходимо стратегическое планирование как инструмент управления долгосрочными изменениями. Оно не может осуществляться без учета тех особенностей, которые отмечены в ходе проведенного анализа. Постановка стратегических целей и подбор методов для их достижения должны осуществляться на основе выявления долгосрочных предпочтений предприятия. Конечно, это становится возможным, если применить эволюционную логику к разработке стратегического плана.

Вопросы разработки стратегии компании рассматриваются в работах В.Л.Квинта. В частности, в публикациях о создании стратегии по результатам мониторинга внутренней и внешней среды. В процессе разработки стратегии в качестве руководящих векторов должны использоваться ключевые тренды и закономерности, характерные для данного региона и отрасли. Особое внимание следует уделять возможности появления новых конкурентов «из смежных секторов и отраслей экономики. Стратеги должны анализировать возможности,

которые могут появиться у новых конкурентов, с точки зрения потенциальных «окон» возможностей для собственного объекта. Отраслевой прогноз должен включать технологические прогнозы, связанные с поставщиками сырья, комплектующих и элементов технологического сервиса. Для региональных прогнозов стратеги должны анализировать развитие региональной секторальной структуры отраслей, их темпов и пропорций с точки зрения потенциальных угроз» [47], а также проводить мониторинг изменений рынка. Очень важным этапом региональных прогнозов является оценка будущего производства компаний из близлежащих районов, этот этап может привести компанию к новому и более дешевому сырью. Итогом такой деятельности является «прогноз, специфичный для конкретной компании, который раскрывает наиболее важные глобальные, отраслевые и региональные тренды, влияющие и могущие повлиять на корпоративную деятельность. Ключевым этапом прогнозирования является сканирование внешней и внутренней среды и создание их объективной, стратегически ориентированной характеристики»[48]. Этапы общепринятого SWOT-анализа предлагается рассматривать в другом порядке – OTSW (Opportunities, Threats, Strength, Weakness). Такой порядок «намного лучше соответствует процессу формирования стратегического видения, приоритетов и целеполагания» [47-48], обеспечивает компаниям временное преимущество для распознавания возможностей и угроз и позволяет оказаться впереди конкурентов.

Оценка эффективности системы управления предприятием рассматривается в работе Т.Н. Дмитриевой [49]. Выполнен подробный обзор существующих на данный момент методик оценки эффективности функционирования структур управления предприятиями, а также сформулирован ряд полезных практических рекомендаций по совершенствованию структур управления организацией, применительно к отечественным условиям.

Ряд научных работ, опубликованных в последние годы, посвящен применению математических методов в области управления промышленными

предприятиями. Математические модели управления производственной и финансовой устойчивостью промышленного предприятия исследуются в работе К.В. Анциборко [50]. Предложен подход к совершенствованию теоретических подходов и разработке экономико-математических методов и математических моделей оценки производственной и финансовой устойчивости и управления развитием промышленного предприятия в нестабильной рыночной среде. Вопросам стратегии развития предприятия и их математическим аспектам посвящена публикация Т.Ю. Давыдовой [51]. В данной работе рассматриваются особенности моделей описания и оптимизации процессов функционирования и развития производства, алгоритмов и процедур выбора стратегических целей, оценки альтернатив, экономических возможностей и производственных программ выпуска продукции по совокупности критериев.

В последние годы в научной литературе было опубликовано достаточное количество работ по проблемам взаимодействия фирм в конкурентной среде, а также по вопросам принятия решений в условиях неопределенности рынка. Такие аспекты конкурентоспособности, как ее сущность и методические подходы к оценке, рассматриваются в работе Л.Ю. Филобоковой [52]. Представлено авторское понимание сущности конкурентоспособности, рыночной, финансовой, экономической устойчивости и разработанные неформальные методические подходы к их оценке.

Отдельным направлением в области изучения взаимодействия фирм в конкурентной среде выделяется такой раздел, как экономическая конфликтология. Анализ теоретических и методологических основ экономической конфликтологии как направления экономической теории произведен в диссертации Н.В. Абдуллаева [53]. Автор считает, что для выявления методов разрешения экономических конфликтов в современном российском обществе необходимо решение следующих задач: проанализировать закономерности возникновения и развития экономического конфликта, выявить причины и убытки (потери), которые несут субъекты при конфликтном взаимодействии; выявить и проанализировать формы и способы

ведения конкурентной борьбы, являющиеся источниками экономических конфликтов; исследовать возможность регулирующего воздействия на конфликтные процессы; определить основные линии развертывания конфликтов на микро-, макро и мегаэкономическом уровнях, выявить факторы, способствующие развитию конфликта, что помогает выработке действенного механизма их предотвращения и разрешения; разработать рекомендации по воздействию на конфликтные процессы в условиях переходной экономики, а также методы по разрешению или предотвращению экономических конфликтов.

Других взглядов на появление конфликтных ситуаций придерживается А. Сементелли [54], поощряя их возникновение. По мнению автора, в условиях неопределенности среды окружения можно рассчитывать на появление достаточно плодотворных идей о принципах современного менеджмента.

Вопросам теории и практики принятия решений в технических, организационных и экономических системах, а также вопросам моделирования, посвящена статья Н.И. Юсуповой [55]. Специальные разделы сборника отображают результаты, полученные авторами в области моделирования и разработки программного обеспечения, применения математических методов в экономике, задач раскрытия и упаковки. В сборнике [56] представлены материалы, отражающие актуальные направления применения математических методов и информационных технологий в экономике и гуманитарных науках.

Теоретические основы планирования бизнес-процессов предприятия рассматривается в статье Р.Р. Загидуллина [57]. Процесс планирования должен быть комплексным, то есть учитывать не только технологические процессы предприятия, но и остальные, которые обозначаются общим термином «бизнес-процессы». Под «бизнес-процессом» (БП) здесь понимается процесс, имеющий некоторую потребительскую ценность. Автор утверждает, что по сравнению с процессами, в которых происходит качественное изменение полуфабриката, не менее значимыми, являются процессы транспортировки, контроля продукции, разработки технологических схем, и даже процесс ожидания, если это ожидание поставок сырья, деталей и реагентов. Процесс управления

планированием включает в себя такие этапы, как перечень всех процессов на предприятии, их регламентация и распределение во времени. Знание состава процессов позволяет руководить не только технологическим участком, но и предприятием в целом. Кроме того, в научных трудах за последнее десятилетия были рассмотрены разные вопросы стратегического планирования. Так, в работе Н. Фрезоргера [58] показано, что эффективно выстроенный механизм ценообразования, согласующийся с целями бизнеса и требованиями рынка, оценивается как основа успешного функционирования любой компании в условиях рыночной экономики. В данном материале автор систематизирует методологию механизма условий оплаты сырья, классифицирует и подробно рассматривает стратегию и методику, дает анализ влияния цены на другие показатели финансово-хозяйственной деятельности продавца, определяет основные условия и тактические приемы успешной реализации механизма формирования оплаты сырья продукции.

Для повышения качества функционирования промышленных предприятий И.П.Зотов и А.В.Яровый предлагают модель взаимодействия бизнес-процессов промышленного предприятия, как один из способов стратегического планирования. Повышение уровня стратегического планирования является средством повышения качества работы предприятия. С этой целью выделены основные и прикладные процессы, описаны преобразующие действия, их математическая взаимосвязь, определены входные и выходные данные, а также факторы значимости каждого этапа отдельного процесса. Разработана имитационная системно-динамическая модель менеджмента качества предприятия, показывающая взаимодействие основных бизнес-процессов в условиях повышения уровня конкуренции. Она позволяет моделировать поведение сложной системы во времени и минимизировать временные и ресурсные затраты в случае возникновения рискованных ситуаций [59].

Планирование в качестве важнейшей функции менеджмента рассматривают в своей статье М.Ю.Катаев, В.А.Емельяненко и

А.А.Емельяненко. Такая концепция позволяет обеспечить производство необходимыми ресурсами получить гарантированный объем продукции, а также получить гарантированный объем продукции. Стратегический план трактуется как система мер, ориентирующая производство на запросы потребителя, осуществляющая гибкое регулирование своей деятельности и необходимые изменения в организации производства. Он связан с такими инструментами, как бюджетирование, менеджмент проектов, процессный подход, процессно-ориентированное бюджетирование. На уровне стратегического планирования определяются цели предприятия. Для этого анализируется внешняя среда и показатели бизнес-процессов, в результате формируется совокупность стратегических показателей на будущее. На этапе тактического планирования формируется процессно-ориентированная модель, направленная на реализацию стратегических целей. Стратегические и тактические показатели связаны с показателями бизнес-процессов, тем самым обеспечивается возможность контроля производственной деятельности на основе совокупности финансовых и производственно-технических показателей. Набор стратегических показателей является входными данными для процессно-ориентированной модели. На основе концептуальной схемы моделей определяются прогнозные значения показателей. Взаимосвязь стратегического и тактического планирования показана как непрерывный процесс взаимодействия с оптимальным использованием ресурсов, используемых бизнес-процессами [59].

В статье В.В.Мартынова и Ю.А.Старцевой о стратегическом управлении бизнес-процессами рассматриваются методы управления инвестиционными проектами при диверсификации. В условиях большого риска для инвесторов в реальный сектор экономики целесообразным представляется развитие стратегии диверсифицированного роста как инструмента снижения инвестиционного риска проекта. Предлагаемая стратегия особенно важна при усилении конкуренции как один из путей эффективного развития. На этапе формирования стратегии предполагается подбор альтернативных направлений

развития предприятия, их оценка и выбор лучшей альтернативы для реализации. В основе концепции эффективного распределения средств лежит теория портфеля Г.Марковица [61]. Авторы статьи утверждают, что, согласно исследованиям в США, фирмы, применяющие портфельный анализ, имеют более выраженную ориентацию на долгосрочные цели. Основным приемом портфельного анализа является построение 2-х (3-х, 4-х...) мерных матриц с помощью которых сравниваются бизнес-единицы или продукты по разным критериям: темпы роста продаж, конкурентная позиция, доля рынка, привлекательность отрасли и другим. Чтобы стратегия диверсификации успешно реализовывалась, необходима процедура стратегического отраслевого анализа (СОА). Для определения оптимальности проекта предлагается применить теорию игр, поскольку решения принимаются в условиях неопределенности. На основе данных маркетингового исследования определяются возможные состояния рыночной конъюнктуры и отрасли, строится матрица характеристик показателей, ее ячейки заполняются прогнозными значениями. Далее происходит выбор оптимальной стратегии в условиях неопределенности, учитывающий все выигрыши лица, принимающего решения при всех возможных стратегиях противника. Предложенные методы позволяют произвести выбор оптимального проекта с учетом рисков и предполагаемой прибыли. По каждому проекту учитывается экспертная оценка лица, принимающего решение, что позволяет получить наилучшее решение по выбору оптимального проекта[62].

Управление процессом планирования на промышленном предприятии проанализировано в работе И.А.Павлова и И.С.Пельмской. Авторы утверждают, что одним из факторов успешного развития предприятия является переход от иерархического подхода к управлению к процессному. В данной статье рассматривается процессный подход на металлургическом предприятии. Особенностью процессного подхода является связь между функциональными подразделениями, являющимися наиболее слабыми (представляющими угрозу для устойчивого развития), в противовес принятому ранее подходу, когда

внимание руководства концентрировалось на вертикальных связях. Сущность процессного подхода состоит в представлении предприятия системой взаимосвязанных и взаимодействующих бизнес-процессов. Приведены различные толкования понятия «бизнес-процесс». Даны определения составляющих компонентов бизнес-процесса. Приводится классификация бизнес-процессов на виды и их дальнейшая структуризация. По мнению авторов, бизнес-процессы делятся на основные, обеспечивающие, бизнес-процессы управления и бизнес-процессы развития. Бизнес-процесс планирования является процессом управления. Приведено определение понятия планирования как разработки и корректировки плана, включающих обоснование, конкретизацию и описание деятельности хозяйствующего субъекта на ближайшую и удаленную перспективы. Планирование опирается на принципы непрерывности, участия, комплексности, эффективности, единый научный подход к обоснованию плановых показателей. Соблюдение принципов планирования дает предпосылки для успешного функционирования и развития предприятия. Авторы рассматривают схему бизнес-процессов на примере расчета себестоимости продукции металлургического предприятия. Обоснована необходимость перехода к процессному подходу в управлении, поскольку иерархический подход ведет к снижению конкурентоспособности [64].

В последние годы в научной литературе также уделялось внимание процессам формирования оплаты сырья на перерабатывающем предприятии. В статье С.П. Богачева [65] на примере индивидуальной сделки показана недостаточность рассмотрения только экономических факторов в вопросе оплаты сырья, выделена «зона торга» и отражено участие социально-психологических факторов. При общерыночном подходе применение интегральной теории предложения, поясняющей подстройку предложения под спрос, позволило рассматривать линию спроса в качестве равновесной линии бездефицитности, а цену как свободную переменную, определяющую движение по ней. Сочетание с функцией издержек (двухфакторность по Маршаллу) позволило отразить на функции спроса две точки экономических ограничений

– конкурентную при цене, равной издержкам, и монопольную, при цене, отвечающей условиям максимизации массы прибыли. Принятие конкурентной и монопольной точек на линии спроса как экономических ограничений области функционирования рынка позволило сделать вывод о расположении всех промежуточных равновесных точек между ними и представить этот диапазон в виде отдельной зоны на шкале стоимости, что подтверждается практическими наблюдениями маркетологов.

Помимо вышеперечисленных работ, обобщающих практические подходы к формированию стоимости сырья и продукции, в последние годы были опубликованы труды, рассматривающие математические основы формирования условий оплаты как элемента стратегической политики. Обоснование рациональных контрактных цен на товарных и финансовых рынках приведено в статье Ю.В. Беззубова, А.Б. Овчарова и В.Ю. Хатькова [65]. Показано полное решение задачи гибкого минимаксного контракта (ГМК), предполагающего, что рыночные цены подчиняются наиболее адекватной (на настоящее время) модели геометрического броуновского движения (модель логнормального рынка). При выводе формулы (алгоритма) для расчета гибких минимаксных цен использованы результаты ранее опубликованной работы. Итоговая формула (алгоритм) для расчета гибких минимальной и максимальной цен предложена к применению при экономическом анализе и подготовке проектов контрактов купли–продажи активов на товарном и финансовом рынках.

Принципы установления стоимости сырья и продукции на конкурентных и монополизированных рынках рассматриваются в статье А. Вереникина [66]. Автор показывает одинаковую направленность динамики цен в рамках монополистической рыночной структуры, что обусловлено следующим фактом: с одной стороны, оптимальная для монополии цена, по которой она будет предлагать продукцию, является неубывающей функцией предельных издержек, с другой стороны, оптимальная с точки зрения монополии цена на приобретаемый ею ресурс оказывается неубывающей функцией предельной доходности данного фактора производства. Рыночная цена при совершенной

конкуренции при прочих равных условиях так же, как и при наличии рыночной власти, монотонно зависит от предельной доходности фактора производства. Сделан вывод, что одним из важнейших факторов формирования цены, является «динамика факторов производственно-технологического характера, формирующих уровень издержек производства и их предельные значения. Следовательно, модель совершенной конкуренции, наиболее полно изученная в теоретическом плане и обладающая преимуществом простоты, может быть использована в качестве отправной точки при анализе рынков с несовершенной конкуренцией» [66].

Однако в вышеперечисленных трудах прежде всего рассматриваются методы формирования стоимости готовой продукции предприятий и не уделяется должного внимания формированию оплаты сырья на рынке ресурсов, необходимых для осуществления производственной деятельности.

Новые технические решения реализованы за последние годы в области производства цветных металлов из вторичного сложного полиметаллического сырья. Недостаточный научно-технический уровень ряда производств цветной металлургии стимулирует развитие разработки новых процессов и оборудования. К новым процессам следует отнести плавку в жидкой ванне (печь ПВ), факельно-барботажный агрегат для реализации комбинированных процессов, электротермический процесс, использующий постоянный ток (печь ПДФ), электротермическую переработку комплексного сырья и промпродуктов предприятий цветной металлургии и др. В настоящее время сырьевые ресурсы тяжелых цветных металлов представлены в значительной степени полиметаллическими труднообогатимыми рудами. Производство монометаллических (цинковых, медных, свинцовых) высококачественных концентратов сопровождается получением комплексных промежуточных продуктов, в которые переходит значительное количество цветных и драгоценных металлов. Отсутствие рациональных технологий переработки подобных промышленных продуктов или коллективных концентратов снижает выпуск этих металлов и рентабельность производства. Разработанные

институтом ГИНЦВЕТМЕТ технологии и аппаратура, основанные на использовании электротермии, определяют перспективы повышения комплексности использования рудного и техногенного сырья [67].

2.2 Стратегическое взаимодействие крупных фирм на рынке вторичных драгоценных металлов

Одной из самых распространенных структур рынка в современной экономике является олигополия. В большинстве стран почти все отрасли тяжелой промышленности (металлургия, химия, автомобилестроение, электроника, судо- и самолетостроение и др.) имеют именно такую структуру. В России отчетливо олигополистический характер носят сырьевые отрасли, черная и цветная металлургия. Поведение фирм при таком состоянии рынка является стратегическим: при выборе варианта деятельности фирма вынуждена считаться с наличием и поведением других контрагентов и принимает во внимание возможные ответные действия конкурентов. Структурные особенности, имеющие стратегическое значение для рыночного поведения предприятия, включают:

- степень концентрации продавцов и покупателей, определяемую их числом и их относительными долями в общем объеме продаж;
- условия входа на рынок, а также выхода из него;
- характеристики производимого продукта (гомогенный или дифференцированный продукт);
- степень участия фирм в производстве ресурса для своей продукции или в организации ее продажи (вертикальная интеграция);
- способность фирм действовать не на одном, а на нескольких рынках (диверсификация) [68–74].

Наиболее заметная черта олигополии состоит в немногочисленности действующих на рынке фирм. В олигополистической отрасли, как и при монополевой конкуренции, наряду с крупными, часто действует немало мелких

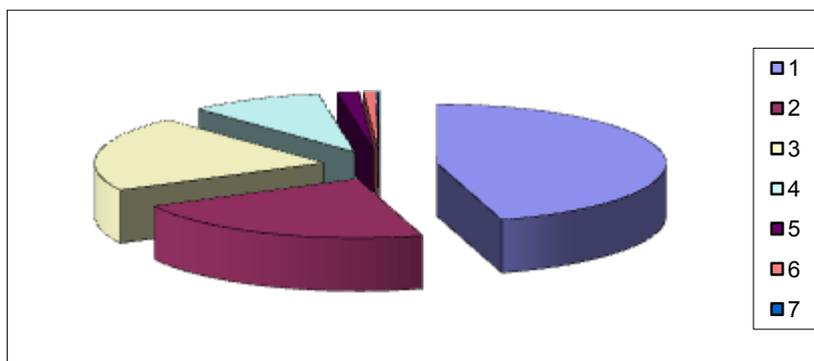
фирм. Однако на несколько ведущих компаний приходится столь большая часть суммарного оборота отрасли, что именно их деятельность определяет развитие событий. Формально к олигополистическим обычно относят те отрасли, где несколько крупнейших фирм (в разных странах за точку отсчета принято от трех до восьми фирм) производят более половины всей выпускаемой продукции. Если же концентрация производства оказывается ниже, то отрасль считают действующей в условиях монополистической конкуренции [75–77]. Например, российская никелевая подотрасль цветной металлургии сконцентрирована по производителям и представлена четырьмя производителями: ОАО ГМК «Норильский никель», ОАО «Южуралникель» (Мечел), ОАО «Уфалейский никелевый комбинат» (Промышленно-металлургический холдинг) и ЗАО ПО «Режникель» (Промышленно-металлургический холдинг), при этом более 90 % российской добычи обеспечивает вертикально-интегрированная компания ОАО ГМК «Норильский никель» [78]. На рынке алюминия лидером является Объединенная компания «Российский алюминий». На ее долю приходится около 13,2 % мирового рынка алюминия и 16 % глинозема. По состоянию на 01.01.17 компания выпустила 3,685 млн т первичного алюминия. Второй по объему производства алюминия является компания Alcoa, которой в России принадлежат ОАО «Самарский металлургический завод» и ОАО «Белокалитвинское металлургическое производственное объединение». По состоянию на 01.01.16 компания выпустила 3,965 млн т первичного алюминия. Канадский производитель алюминия Alcan, один из лидеров мировой алюминиевой промышленности, добывающий бокситы, производящий глинозем и алюминий, входит в тройку лидеров по выпуску конструкционных и упаковочных материалов. [79].

Рынок производителей золота из первичного сырья можно считать олигополией. В 2016 г. аффинаж золота в РФ осуществляли 11 предприятий:

- ОАО «Приокский завод цветных металлов»;
- ОАО «Новосибирский аффинажный завод»;
- ОАО «Щелковский завод вторичных драгоценных металлов»;

- ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В.Н. Гулидова»;
- ОАО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов»;
- ЗАО «Кыштымский медеэлектролитный завод»;
- ОАО «Колымский аффинажный завод»;
- ОАО «Уралэлектромедь»;
- ФГУП «Московский завод по обработке специальных сплавов»;
- ГОСА ГМК «Норильский никель»;
- ЗАО «Уральские инновационные технологии».

Совокупные перерабатывающие мощности вышеперечисленных предприятий в четыре раза превышают объемы добычи золота и серебра в России при отсутствии импорта рудоконцентратов. В первом приближении можно полагать, что доли на рынке РФ аффинажных предприятий более-менее стабильны [4]. Доли предприятий в аффинаже золота по РФ представлены на рисунке 6.



1 – ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В.Н.Гулидова».(45 %);
 2 – ОАО «Приокский аффинажный завод» (22 %); 3 – ОАО «Колымский завод цветных металлов» (20 %); 4 – ОАО «Новосибирский аффинажный завод» (9 %); 5 – ОАО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов» (1.55 %); 6 – ОАО Уралэлектромедь (0.8 %); 7 – «Щелковский завод вторичных драгоценных металлов» (0.14 %).

Рисунок 6 – Доли аффинажных предприятий по России

Индекс концентрации четырех наиболее крупных аффилированных предприятий составляет 97,26265, это достаточно высокая степень концентрации, то есть рыночная власть сосредоточена в руках 4-х наиболее влиятельных фирм. Индекс Херфиндаля–Хиршмана для всех действующих фирм равен 0,3.

Рынок производителей вторичных драгметаллов из электронного лома является олигополистическим, так как число предприятий, производящих большую часть объема всей продукции отрасли, около десяти. Модель рынка закупки сырья для переработки, на котором действуют несколько покупателей (предприятий) и большое количество продавцов – поставщиков сырья, может рассматриваться как олигопсония.

На отечественном рынке вторичной металлургии драгоценных металлов работает более 200 предприятий, которые имеют регистрационные удостоверения Государственной пробирной палаты Российской Федерации на право сбора и переработки вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы [28]. К наиболее крупным из них, способным перерабатывать большие объемы сырья, можно отнести:

- ОАО «Кировоградский медеплавильный комбинат»;
- ОАО «Приокский завод цветных металлов»;
- ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В.Н.Гулидова»;
- ОАО «Щелковский завод вторичных драгоценных металлов»;
- ООО «Мосэкспо-металл».

Вышеперечисленные заводы обладают техническими возможностями для переработки широкого спектра сырья, кроме средств вычислительной техники отечественного и импортного производства (персональных компьютеров, рабочих станций, серверов, универсальных ЭВМ, периферийных средств), устройств электронной, радиоэлектронной и электротехнической промышленности. На переработку поступают отходы ювелирного производства, зола фарфоровых производств, шламы золотого электролиза [24].

Конкурентная среда носит довольно однородный характер. Линейка услуг и преЙскуранты у всех заводов примерно одинаковы. Типичные условия:

- точность, правильность и квалифицированность процедуры, начиная с опробования, взвешивания, анализа сырья и продукции, исполнения всех видов документов и их своевременной отправки;

- высокое извлечение;

- гарантированное качество металла;

- умеренные цены;

- личные отношения.

Вариации коммерческих условий могут касаться процедуры тестирования сырья, договорного процента извлечения золота, размеров авансирования и отсрочек платежей и тому подобных «тонких» регуляторов.

Конкурентоспособность каждого из них зависит от степени дифференциации выпускаемых продуктов и от уровня закупочной цены на сырье. Рынок закупки и переработки электронного лома является неоднородным, но в достаточной степени низкодифференцированным, так как разнообразие выпускаемых продуктов невелико.

Из-за резкого повышения цен на золото и увеличения мирового спроса на драгоценные металлы в различных областях промышленности растёт масштаб переработки «бедных» отходов. Раньше фирмы брали на переработку только отходы, в которых было не менее 5 % драгоценных материалов, а сейчас берут даже те, где содержится менее 1 %. Крупные партии сырья поступают на рынок после технического перевооружения предприятий, организаций и воинских частей, и потенциальный сдатчик имеет возможность выбирать завод для сдачи материала [32]. Каждый завод заинтересован в получении электронного лома как сырья для вторичной переработки. При выборе варианта деятельности, особенно в области ценовой и маркетинговой политики, каждое крупное предприятие вынуждено считаться с наличием и поведением других контрагентов в отрасли, т.е. поведение фирм на олигополистическом рынке вторичной металлургии драгоценных металлов является стратегическим.

Ценовая политика таких агентов выходит за рамки только активной или только пассивной политики и включает более гибкое изменение цен на колебания экономического окружения [72, 75, 77].

Реализация стратегического поведения фирм в условиях олигополии. На рынке закупки электронного лома как сырья для переработки взаимодействие предприятий происходит в виде некооперативного взаимодействия [74, 75]: если на рынок поступает крупная партия электронных отходов, то каждая фирма заинтересована в ее получении, и если один завод купит конкретную партию, то другой лишается этой возможности. Варианты стратегического поведения фирм классифицируются в зависимости от последовательности принятия решения (принимаются ли решения одновременно всеми фирмами или последовательно – вначале свои условия назначает лидер рынка, а затем вступают в действие фирмы-последователи) и от выбора фирмами стратегической переменной (объем выпуска или цена). Возможные стратегии представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Классификация возможных стратегий поведения фирм в зависимости от последовательности принятия решения

Последовательность принятия решения	Стратегическая переменная	
	Объем продаж	Цена
Одновременно	Модель Курно	Модель Бертрана
Последовательно	Модель Штакельберга	Модель Форхаймера

Для описания взаимодействия крупных фирм на рынке переработчиков электронного лома целесообразно применить модель Бертрана. «Целью каждой фирмы является максимизация прибыли. Отсутствуют соглашения фирм друг с другом» [74]. Предположим, что на рынке действуют две фирмы, производящие однородный продукт, например, золото. Стратегической переменной в данном случае является цена закупки лома.

Рассмотрим ценовую политику двух предприятий, перерабатывающих вторичное сырье, в данном случае определенный состав электронного лома, и производящих однородный продукт – золото в слитках. Целью каждого из них является максимизация прибыли. Соглашения фирм друг с другом отсутствуют. Пусть фирмы назначают цену одновременно, и тогда каждая из них не может знать заранее реакцию конкурента. Предполагается, что в долгосрочном периоде средние издержки постоянны и равны между собой. Если фирма 1 назначает цену на фиксированный состав лома первой, то эта цена оказывается фиксированной при принятии решения фирмой 2. Если фирма 2 назначит цену выше цены фирмы 1, то предложение поставщиков переключится на фирму 1. Поэтому фирма 2 может назначить цену на уровне цены фирмы 1 или чуть выше. В этом случае фирма 2 захватывает весь рынок. Но подобную стратегию может проводить и фирма 1 по отношению к фирме 2. В результате на рынке возникает ценовая конкуренция, и, как следствие, цена поднимается до максимально возможного уровня. Фирма с более низкими предельными издержками получит конкурентное преимущество [80-83].

Если взаимодействие фирм продолжается бесконечно долго, то доминирующими стратегиями в бесконечно повторяющейся игре могут быть две стратегии:

- стратегия «рука, дрожащая на курке»: назначить низкую цену в момент t , если другая фирма назначила низкую цену в момент $(t - 1)$, и назначить высокую цену в противном случае;

- стратегия «хищничество» – назначить высокую цену в любой момент времени.

Выбор оптимальной стратегии фирмы зависит от соотношения выигрышей по каждому из возможных вариантов и зависит как от объективных факторов – вероятности продолжения взаимодействия фирм в будущем, так и от субъективных факторов – межвременных предпочтений фирм [75].

Если предположить, что каждая фирма принимает решение об уровне оплаты, не зная выбора другой фирмы, то одна из них может оказаться лидером

в установлении цены, а остальные могут ориентироваться на этот уровень и в целях привлечения поставщиков немного увеличить цену. Таким же образом могут повести себя другие игроки. В результате возникает ценовая конкуренция, и цена повышается до максимально возможного уровня. Если фирмы идентичны и их издержки приблизительно одинаковы, равновесная цена установится на новом, более высоком уровне. В противном случае, если предельные издержки не равны, то преимущество получит фирма с более низкими предельными издержками (доминирующая фирма). Издержки доминирующей фирмы могут быть ниже в следующих случаях:

- если доминирующая фирма обладает более эффективной технологией или более качественными ресурсами (включая лучший менеджмент);
- если доминирующая фирма в большей степени, чем конкуренты способна усваивать и использовать накопленный опыт (learning-by-doing);
- если доминирующая фирма обладает преимуществами экономии на масштабах производства.

Отношения типа «ценовой лидер – последователи» являются типичными для олигополистического рынка при координировании изменения цен и приводят к высокому уровню ценового параллелизма [83-84].

На рынке закупки электронного лома в качестве сырья для получения драгоценных металлов некоторые предприятия действуют как фирмы-лидеры, имеющие возможность оказывать влияние на рыночную цену, а также фирмы, которые не имеют такой возможности. В качестве ценового лидера выступает фирма, которая имеет значительную долю в производстве данного продукта или низкие ценовые затраты. Снижение себестоимости извлечения золота вследствие комплексного извлечения ценных компонентов даст преимущество той фирме, которая применяет новые технологии обработки сырья.

Взаимодействие поставщиков и покупателей сырья на рынке электронного лома можно описать с помощью модели «кругового города» (модель Салопы). На Европейской территории России расположены четыре из пяти крупнейших предприятий, перерабатывающих электронный лом:

- ОАО «Кировоградский медеплавильный комбинат»;
- ОАО «Приокский завод цветных металлов»;
- ОАО «Щелковский завод вторичных драгоценных металлов»;
- ООО «Мосэкспо-Металл».

Кроме того, здесь находится несколько небольших производств по переработке электронного лома, не имеющих возможности перерабатывать большие объемы сырья и не оказывающих значительного влияния на рынок. На Европейской территории России расположено много предприятий, организаций и воинских частей, соответственно, после их технического перевооружения на рынок поступают большие партии электронного лома как вторичного сырья для переработки.

Пусть издержки всех предприятий постоянны, одинаковы и равны предельным издержкам (МС), число фирм на рынке постоянно и равно n . При равных условиях закупки поставщики не имеют предпочтений, на какое предприятие сдавать сырье. Возможности ценовой конкуренции среди закупщиков зависят от максимальной возможности платить за сырье, от числа предприятий на рынке, от ставки транспортного тарифа t и от линейки предоставляемых услуг. При фиксированной ставке транспортного тарифа выбор переработчика поставщиком зависит в большей степени от предлагаемой цены [85– 87]. Равновесные цены краткосрочного периода, сформировавшиеся под воздействием конкуренции между предприятиями отрасли, при данном числе продавцов на рынке, составляют $P_i = MC + t/n$ [75, 81].

В настоящее время на рынке закупки электронного лома сложились равновесные цены на определенные виды перерабатываемого сырья. Реализация предлагаемой стратегии на повышение закупочных цен позволит установить равновесные цены на более высоком уровне, что даст возможность одному из доминирующих предприятий занять лидирующее положение.

Стоимость основной производимой продукции, сдаваемой государству – золото в слитках – складывается по формуле (4):

$$(\text{Стоимость сырья} + \text{себестоимость продукции}) \times \text{Рентабельность} = \text{Стоимость продукции. (4)}$$

Отсюда получаем формулу (5):

$$\text{Стоимость продукции/Рентабельность} - \text{себестоимость продукции} = \text{Стоимость сырья. (5)}$$

Так как стоимость продукции устанавливается государством [25, 28] и одинакова для всех предприятий (стоимость продукции = const), то при снижении себестоимости выпускаемого золота за счет попутного извлечения других ценных компонентов (комплексного использования сырья) уровень оплаты сырья можно увеличить. Применение технологии КИС оказывает значительное влияние на снижение себестоимости золота как основного производимого продукта.

2.3 Формирование рыночной стратегии предприятия для увеличения объема поставок

Планирование представляет собой определение способа будущих действий предприятия, установку экономического содержания и последовательных шагов, ведущих к намеченной цели. Анализ конъюнктуры рынка является первым шагом в формировании рыночной стратегии предприятия. Конъюнктура – это сложившаяся экономическая ситуация, включающая в себя соотношение между спросом и предложением, движение цен и товарных запасов, портфель заказов и другие экономические показатели [88–89]. В последние годы конъюнктура на рынке предприятий – производителей вторичных драгметаллов достаточно благоприятна, так как на рынок поступает возрастающее количество электронного лома вследствие модернизации компьютерного парка организаций и списания устаревшей техники оборонных предприятий. Результаты исследования изменений спроса и предложения на золото [4, 9, 16] позволяют предположить, что тенденция роста цены сохранится. Это делает выгодным переработку электронного лома с целью извлечения золота и других ценных компонентов.

После анализа конъюнктуры рынка необходимо создание и осуществление стратегического планирования, включающего возможность гибкого реагирования на изменения внутренней и внешней среды [90–91]. «Стратегическое планирование представляет собой набор действий и решений, которые ведут фирму к достижению своих целей»[92–95]. В процессе стратегического планирования предприятие, занятое в сфере вторичной металлургии, должно решать такие основные задачи, как:

- распределение сырьевых, финансовых и организационных ресурсов;
- адаптация к внешней среде, т.е. учет конъюнктуры рынка, поведения конкурентов, емкость рынка сбыта готовой продукции, оценка объемов доступного для переработки сырья, отслеживание предприятий, предполагающих модернизацию парка техники в целях привлечения дополнительных поставок;
- внутренняя координация управленческой и организационной деятельности.

Стратегическое планирование заканчивается определением «общих направлений, следование которым обеспечивает рост и укрепление позиций предприятия» [88, 93–96].

В процессе функционирования предприятию вторичной металлургии драгоценных металлов, не доминирующему на рынке, необходимо применять определенные стратегии для улучшения экономического состояния и укрепления конкурентной позиции. Формирование стратегии роста фирмы включает определение сфер направления своих усилий при различных вариантах роста. Конкурентная стратегия характеризует различные подходы, которые позволяют предприятию определить оптимальный путь достижения целей [66, 88, 96-102]. Для предприятия, перерабатывающего электронный лом, перспективными конкурентными стратегиями могут являться:

- увеличение доли рынка готовой продукции благодаря выпуску дополнительной продукции, получаемой из единицы сырья вследствие применения технологии комплексного использования сырья (КИС);

- увеличение своей доли на рынке закупки сырья путем повышения закупочных цен по сравнению с равновесными ценами на рынке поставок. Такую возможность может обеспечить дополнительная прибыль, получаемая за счет реализации расширенного ассортимента продукции, полученной в результате применения технологии КИС. Для реализации этой стратегии необходимо применение специальной стратегии ценообразования, учитывающей изменение конъюнктуры рынка, поведение конкурентов, а также собственное экономическое состояние;

- дифференцирование продукции, т.е. выпуск различной продукции на основе одного компонента, например, серебра в слитках, солей серебра, порошков для аккумуляторов.

Функциональные стратегии разрабатываются для каждой функциональной сферы деятельности предприятия, занятого в отрасли вторичной металлургии [43, 91, 94, 98]. Наиболее важными из них являются:

- маркетинговая стратегия: исследование рынков поставок сырья и рынков сбыта готовой продукции, в основном это относится к возможностям сбыта новых видов продукции, полученной в результате применения технологии КИС, и рынка электронного лома как сырья для переработки. При исследовании рынка поставок необходимо применять широкое оповещение о предполагаемой политике повышения цен на сырье в целях привлечения поставщиков;

- инновационная стратегия, направленная на разработку новых технологий переработки сырья в целях извлечения ценных компонентов. Так как в составе электронного лома содержится большое количество полимерных материалов, применяемые технологии должны учитывать это обстоятельство.

Стратегия поведения фирмы на рынке определяется конкурентоспособностью фирмы и ее товаров, уровнем научно-технического и ресурсного потенциала фирмы. Одной из перспективных стратегий для предприятия, не доминирующего на рынке аффинажных, является родственная

диверсификация, т.е. применение одной или схожей с основной технологии для извлечения из исходного сырья основного и попутных продуктов.

Диверсификация как часть инновационной стратегии развития «представляет собой процесс расширения фирмы в виде (в форме) увеличения ассортимента продукции и проникновения фирмы в смежные отрасли» [70, 103–106]. Она дает возможность перераспределить риски, предлагая несколько продуктов на различных рынках, а также может иметь синергетический эффект, обусловленный объединением взаимодополняемых видов деятельности. Стратегия родственной диверсификации может стать перспективной стратегией для предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов, не доминирующего на рынке. В целях улучшения экономического состояния и укрепления конкурентной позиции на рынке рекомендовано применение технологии комплексного использования сырья. Таким образом, перерабатывающий завод получит возможность извлекать не только золото и серебро, но и другие цветные и драгоценные металлы, а также увеличить количество видов продукции из электронного лома, например, солей серебра, порошков для аккумуляторов и т.п. Следовательно, незначительный объем продаж или убытки на одном рынке могут скомпенсироваться высоким объемом продаж и прибылями на другом.

Реализация предложенной стратегии родственной диверсификации на основе применения новых технологических схем для КИС и увеличения закупочных цен на ресурсы даст возможность предприятию, занятому на рынке вторичных драгметаллов, увеличить прибыль, что позволит направить ее часть на повышение закупочных цен. Такой подход будет стимулировать поставщиков сырья сдавать его переработчику, предлагающему цену выше, чем конкуренты. Перерабатывающий завод, не доминирующий на рынке, сможет привлечь дополнительное количество поставщиков, повысить объем переработки, упрочнить конкурентную позицию и улучшить свое экономическое состояние. Расчеты дополнительной прибыли, полученной за счет увеличения производительности, приведены в гл. 3.

Повышение эффективности использования возвратных ресурсов является одной из наиболее актуальных научно-технических и хозяйственных задач. Особый научный и практический интерес в настоящее время вызывает проблема экономической эффективности комплексного использования сырья, содержание и уровень решения которой определяют такие важнейшие направления социально-экономического развития, как повышение эффективности производства, рост эффективности капиталовложений, охрана окружающей среды от промышленных загрязнений и других нарушений экологического баланса. Применение технологии комплексной переработки является частью инновационной стратегии предприятия. Большое значение комплексного использования сырья в современных условиях и его возрастающая роль в структуре металлургического производства определяют актуальность оценки его экономической эффективности [107–110]. Правильно оценивая и соизмеряя все результаты комплексного использования сырья и требуемые для их достижения затраты, можно обоснованно планировать, экономически стимулировать и оценивать результативность извлечения ценных компонентов на предприятии.

Понятие «комплексное использование сырья» является частью более общего понятия «рациональное использование ресурсов», т.е. экономически оправданного расширения номенклатуры, ассортимента, объема и стоимости продукции, получаемой из определенного ресурса [39, 110]. Экономическим признаком рационального использования ресурса является общее повышение объема и потребительской стоимости продукции, получаемой из единицы ресурса вне зависимости от вида и направления использования этой продукции. Комплексное использование сырья представляет самостоятельный и специфический элемент рационального использования ресурсов, характеризующийся собственной системой технологических и экономических признаков. Оно объединяет все производственно-экономические явления при одновременном или последовательном извлечении из сырья отдельных ценных компонентов. Ценными компонентами являются химические элементы,

промышленное использование которых экономически оправдано при современном уровне техники и является конечной целью конкретных стадий производства [110–113].

Комплексное использование сырья взаимосвязано с рациональным использованием сырья, частью которого оно является и во многом определяет его уровень и показатели. Так, более полное разделение ценных компонентов, получение максимально чистых металлов, как правило, позволяет использовать их с минимальными нормами расхода на единицу изделий. В то же время от уровня рационального использования сырья в ряде случаев зависит полнота и степень извлечения отдельных ценных компонентов. Единство комплексного и рационального использования сырья обусловлено единой задачей – использованием сырья с максимальной эффективностью.

Планирование и управление комплексным использованием ресурсов могут осуществляться на основе определенных количественных характеристик, т.е. показателей уровня и эффективности. Показатели уровня характеризуют физические результаты комплексного использования сырьевых ресурсов – количество и перечень извлекаемых компонентов. Они зависят от конкретных особенностей используемого сырья, технологии, специализации предприятий, от потребности других отраслей промышленности в определенных продуктах использования сырья. Показатели эффективности основываются на соизмерении экономического эффекта КИС и затрат, необходимых для достижения этого эффекта. Эти показатели необходимы для обоснования планов и для оценки влияния комплексного использования ресурсов на такие экономические показатели, как снижение себестоимости продукции и рост прибыли.

Актуальность КИС обусловлена ростом потребности в продуктах его переработки, особенно редких компонентов, таких, например, как металлы платиновой группы, извлекаемые из вторичного сырья, а также наличием на рынке потребителей соответствующей продукции [39].

Комплексное использование сырья по своей сути неразрывно связано с проблемой сокращения отходов производства (последовательным превращением их в товарные продукты или полуфабрикаты), причем в современных условиях последствия отрицательного воздействия на окружающую среду обусловлены не только расширением каждого индивидуального производства, но и приближением общей массы отходов к тому пределу, за которым даже незначительное ее увеличение приводит к геометрическому росту ущерба окружающей среде. В связи с этим влияние на сохранность окружающей среды следует также считать одним из принципиальных свойств комплексной переработки.

Возможность комплексного использования определяется, прежде всего, его многокомпонентным составом, естественным разделением компонентов в процессах его переработки, использованием достижений науки и техники. Она базируется на разработанных технологических схемах переработки и на экономической заинтересованности в наиболее полном использовании сырья, в том числе и вторичного. Новые технологические процессы позволяют обеспечить полную очистку и утилизацию отходящих газов, совместить ряд технологических стадий и операций в одном агрегате, максимально оптимизировать производство.

К конечным продуктам переработки сырья относятся все виды товарной продукции (металлы, полуфабрикаты, химические соединения, изделия и пр.), реализуемые отраслью.

Экономические оценки процессов переработки электронного лома с извлечением только благородных металлов показывают недостаточную эффективность такого производства из-за низкого содержания благородных металлов в ломе, несмотря на их высокую стоимость. Целесообразна комплексная переработка лома и отходов электронной техники, которая улучшит экономические показатели производства, повысив его рентабельность путем расширения ассортимента выпускаемой продукции [24, 32].

Предприятия, занятые в сфере металлургии вторичных драгметаллов, экономически заинтересованы в наиболее полном использовании сырьевых ресурсов, так как при этом снижается сырьевая составляющая в затратах на производство продукции, совершенствуется отраслевая структура производства и снижается его материалоемкость, расширяется ассортимент продукции. На хозрасчетном предприятии увеличивается прибыль, снижаются условно постоянные расходы, растет фондоотдача.

Комплексное использование сырья оказывает непосредственное влияние на эффективное решение множества взаимосвязанных хозяйственных и социально-экономических проблем [39, 107, 114].

Одним из направлений стратегического развития предприятия является процесс выбора специфических стратегий для определения и приобретения необходимых ресурсов и их распределения с целью эффективной работы предприятия в настоящем и будущем. Особое место в долгосрочном плане развития предприятия занимает политика управления поставками сырья как элемент конкурентной стратегии [115–118]. Предприятия вырабатывают свои подходы к ценовым решениям, ориентируясь на достижение целей, таких, как обеспечение стабильного функционирования и улучшение экономического состояния.

Стоимость продукции является важнейшим элементом конкурентной стратегии предприятия, которая включает разработку мероприятий, направленных на выживание и победу в борьбе с конкурентами на рынке конкретной продукции. Чтобы достичь этих целей, предприятие должно осуществить внутреннюю оценку своих ресурсов и возможностей в сравнении с конкурентами, чтобы выявить свои сильные и слабые стороны. Предприятию следует также осуществить внешнюю оценку характера и устойчивости движущих сил конкуренции на конкретном рынке [118–126]. Для рынка вторичных драгметаллов такими силами являются соперничество существующих фирм и рыночная власть поставщиков производственных факторов, например, сырья. Рассмотрение этих факторов завершается

выработкой общей конкурентной стратегии предприятия, основанной либо на лидерстве в области затрат в целом по отрасли, либо на дифференциации продукта, либо на более узконаправленной деятельности, нацеленной на получение конкурентных преимуществ на ограниченном сегменте рынка.

Стоимость основного продукта – золота в слитках, который реализуется производителями по фиксированной цене либо государству, либо ограниченному числу коммерческих банков, фиксирована, и предприятия не имеют возможности оказывать на нее влияние. Для улучшения своего экономического состояния и получения большей прибыли вследствие увеличения производительности предприятие может увеличить уровень оплаты сырья в целях привлечения поставщиков. Возможность увеличения оплаты может быть реализована за счет применения технологии комплексной переработки.

Рекомендации по стратегическому взаимодействию предприятий вторичной металлургии в конкурентной среде и обоснованию ценовых решений на рынке закупки ресурсов могут быть получены с помощью математической теории игр. В теории игр рассматриваются идеализированные математические модели коллективного поведения, когда несколько участников (игроков) влияют на ситуацию (исход игры), причем их интересы (их выигрыши при возможных различных ситуациях) различны. Формализованная (схематизированная) модель конфликтной ситуации называется игрой, а участники конфликта – игроками [127]. Антагонизм интересов рождает конфликт, в то время как совпадение интересов сводит игру к чистой координации, соответственно, такие ситуации могут быть отражены некооперативными или кооперативными играми. В конфликтной ситуации решения принимаются не одним индивидуумом, а несколькими участниками, и функция выигрыша каждого зависит не только от его стратегии, но также от решений других участников. Если игроков двое, а их интересы противоположны, то игра называется антагонистической. Основные понятия теории антагонистических игр были введены Э.Борелем [128].

Для игр характерна неопределенность результата (исхода). Неопределенность имеет стратегическое происхождение: игрок не знает, какого рода или образа действий придерживается его противник, т.е. неопределенность исходит от другого лица. Соответствующие игры называются стратегическими [75, 129–134].

Рассматривается модель конечной (по количеству игроков и их стратегий) игры с полной информацией, в которой участвуют две стороны, имеющие противоположные интересы. В распоряжении каждого игрока имеется множество стратегий. Антагонистическая игра задается совокупностью $\Gamma = (X, Y, F(x, y))$, где $X = \{x_1, x_2, \dots\}$ – множество стратегий первого игрока, $Y = \{y_1, y_2, \dots\}$ – множество стратегий второго игрока.

Под стратегией понимают совокупность правил (принципов), определяющих выбор варианта действий при каждом личном ходе игрока в зависимости от сложившейся ситуации. Первый игрок выбирает стратегию x из X , второй игрок выбирает стратегию y из Y . Нормальная форма игры подразумевает, что каждый игрок выбирает свою стратегию независимо, не зная выбора партнера. $F(x, y)$ – функция выигрыша первого игрока, определенная на $X \times Y$. В игре с нулевой суммой выигрыш $F(x, y)$ первого игрока является проигрышем для второго. Цель первого игрока состоит в увеличении своего выигрыша $F(x, y)$, а цель второго – в его уменьшении [135].

Стратегическое поведение фирм – закупщиков электронного лома можно рассматривать как модель игровой динамики, когда игра повторяется в некоторые моменты времени и состояние экономической среды изменяется. Модели этого типа построены как альтернатива статическим принципам оптимальности, таким, как равновесие по Нэшу и решение по доминированию [130].

Рассмотрим ситуацию по взаимодействию конкурирующих предприятий на рынке закупки электронного лома, когда на рынок поступает крупная партия сырья. Данную ситуацию можно рассматривать как конфликтную, так как на этом рынке присутствует несколько участников, каждый из которых

преследует противоположные цели, а результат мероприятия с каждой стороны зависит от действий конкурента. Предполагается, что операция (игра) проводится против разумного противника (конкурента), преследующего свои собственные цели и сознательно противодействующего достижению цели другим участником. Так, если на рынок поступает крупная партия сырья после технического перевооружения некоторой крупной организации, то каждый потенциальный переработчик стремится ее приобрести, тем самым противодействуя приобретению этой партии другим участником. Результат игры – победа или поражение, которые в некоторых случаях можно условно выразить числами, например 0, $\frac{1}{2}$, 1 [135].

Конфликтная ситуация на подобном рынке определяется следующими чертами:

- наличие двух или более участников конфликта, в данном случае предприятий-переработчиков электронного лома;

- у каждого участника есть набор стратегий $X = \{x_j\}$, $j = 1...m$; повышать или не повышать цену на определенный вид сырья по отношению к равновесным ценам.

- каждый участник располагает информацией о наборе стратегий других, но не знает, какую конкретно стратегию примет любой из них;

- эффективность действий любого участника определяется с помощью функции эффективности E ;

- эффективность действий каждого участника зависит не только от своих, но и от выбираемых другими участниками стратегий.

Все эти черты присущи олигополистическому рынку данной отрасли. Считается, что отношения олигополистов антагонистичны. Если эффективность действий каждого оценивать как функции E_1 и E_2 , то

$$E_1 = f(X, Y);$$

$$E_2 = f(X, Y),$$

где X и Y – наборы стратегий конфликтующих игроков, то выполняется условие $E_1 = -E_2 = E$ [127]. Если один из олигополистов купит партию сырья, то

другой лишается этой возможности, поэтому такую конфликтную ситуацию можно описать моделью игры с нулевой суммой.

Развитие игры во времени представляется как ряд последовательных ходов. Ходы могут быть сознательными и случайными. Сознательный ход – это выбор игроком одного из возможных вариантов действия (стратегии) и принятие решения о его осуществлении. Антагонистическая игра называется матричной, если множества стратегий игроков конечны: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$. Возможные варианты (исходы) игры сводятся в прямоугольную таблицу – платежную матрицу (таблица 10), в которой строки соответствуют различным стратегиям первого игрока, столбцы – стратегиям второго игрока. Элемент матрицы u_{ij} – выигрыш первого игрока, если он применит стратегию x_i , а его противник - стратегию y_j .

Таблица 10 – Платежная матрица антагонистической игры

	y_1	y_2	...	y_n
x_1	u_{11}	u_{12}	...	u_{1n}
x_2	u_{21}	u_{22}	...	u_{2n}
....
x_m	u_{m1}	u_{m2}	...	u_{mn}

В игре двух лиц с нулевой суммой, как и в любой другой стратегической игре, исход зависит от поведения обоих игроков. Цель теории игр – выработка рекомендаций для различного поведения игроков в конфликтной ситуации, т.е. выбор оптимальной стратегии для каждого из них. Для нахождения оптимальной стратегии необходимо проанализировать все возможные стратегии и рассчитывать на то, что разумный противник на каждую из них будет отвечать такой, при которой выигрыш другого игрока минимален. Если игрок не знает, как поступит его противник, то, действуя наиболее целесообразно, не желая рисковать и считая, что противник также будет действовать целесообразно, он выберет такую стратегию, которая гарантирует

ему наибольший из наименьших выигрышей при любой стратегии противника. Предпочтительной, или осторожной стратегией для первого игрока будет выбор максимального значения из минимальных в каждой строке:

$$\alpha = \max \min u_{ij}$$

где α – максиминный выигрыш, а соответствующая стратегия – максиминная.

Если придерживаться максиминной стратегии, то при любом поведении конкурента первому игроку гарантирован выигрыш, во всяком случае не меньше α . Поэтому α называют также нижней ценой игры, или сокращенно максимином. Это гарантированный минимум, который обеспечен при наиболее осторожной (перестраховочной) стратегии. В свою очередь второй игрок, действуя рационально, выберет «такую стратегию, которая гарантирует ему наименьший из возможных проигрышей при любых действиях противника» [136]. Он должен выбрать минимальное значение из максимальных в столбцах:

$$\beta = \min \max u_{ij},$$

где β – минимаксный проигрыш, соответствующая стратегия – минимаксная.

Придерживаясь минимаксной стратегии, второй игрок проиграет не меньше β , в этом случае β называют верхней ценой игры или минимаксом.

Числа α и β являются соответственно максимальным гарантированным выигрышем первого игрока и минимальным гарантированным проигрышем второго. Они связаны неравенством (6):

$$\max \min u_{ij} \leq \min \max u_{ij} \tag{6}$$

Если выполнено равенство $\max \min u_{ij} = \min \max u_{ij} = C$, т.е. нижняя цена игры равняется ее верхней цене, то C называют ценой игры или седловой точкой. Если неравенство (1) строгое, то считается, что игра не имеет цены.

Нахождение решения игры состоит в выборе пары максиминной и минимаксной стратегий, которые являются оптимальными, так как любое отклонение от этих стратегий приводит к уменьшению выигрыша первого игрока и увеличению проигрыша второго игрока по сравнению с ценой игры. В антагонистической игре, имеющей решение, компоненты седловой точки являются максиминной и минимаксной стратегиями игроков и, наоборот, любая пара таких стратегий образует седловую точку [135–137].

Для игр с нулевой суммой пара оптимальных стратегий является седловой точкой. Ключевой характеристикой игр с нулевой суммой является существование или отсутствие цены игры. Если игра обладает ценой, то оптимальные стратегии существуют и определяются эквивалентно двумя способами: изолированно (как осторожные стратегии) и одновременно обоими игроками (как седловые точки) [135].

Однако «существуют матрицы игры двух лиц с нулевой суммой, для которых $\alpha \neq \beta$, т.е. определенная выше седловая точка отсутствует. Исход такой игры определить труднее, поскольку какой-либо одной, так называемой чистой оптимальной стратегии ни для одного игрока не существует. В таких случаях говорят, что решение игры в чистых стратегиях отсутствует, и рассматривают так называемое смешанное расширение игры, решение которой ищут в смешанных стратегиях. Смешанная стратегия игрока – это случайная величина, значениями которой являются его чистые стратегии. Задание смешанной стратегии игрока состоит в указании вероятностей (частот), с которыми выбираются его первоначальные (смешанные) стратегии. При этом предполагается, что игра повторяется многократно» [84].

Для матричной игры $m \times n$ обозначим через $P = (p_1, p_2, \dots, p_m)$ смешанную стратегию первого игрока, где $p_1 \geq 0, p_2 \geq 0, \dots, p_m \geq 0, \sum p_i = 1$, через $Q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ смешанную стратегию второго игрока, где $q_1 \geq 0, q_2 \geq 0, \dots, q_n \geq 0, \sum q_j = 1$.

Здесь p_1, p_2, \dots, p_m – вероятности использования первым игроком в смешанной стратегии своих чистых стратегий x_1, x_2, \dots, x_m ; q_1, q_2, \dots, q_n –

вероятности использования вторым игроком в смешанной стратегии своих чистых стратегий y_1, y_2, \dots, y_n .

Математическое ожидание выигрыша первого игрока:

$$M(P, Q) = \sum \sum x_{ij} p_i q_j.$$

Смешанная стратегия, которая гарантирует данному игроку наибольший возможный средний выигрыш (или наименьший возможный средний проигрыш), называется его оптимальной смешанной стратегией, а стратегии, из которых складывается оптимальная смешанная стратегия, определяются как выгодные стратегии. Пусть P^* – смешанная стратегия первого игрока, Q^* – смешанная стратегия второго игрока. Ситуацию (P^*, Q^*) , при которой $M(P, Q^*) \leq M(P^*, Q^*) \leq M(P^*, Q)$, называют седловой точкой смешанного расширения игры, а математическое ожидание выигрыша $v = M(P^*, Q^*)$ – ценой игры, причем всегда $\alpha \leq v \leq \beta$ [131].

Рассмотрим однократное повторение игры, т.е. действия конкурентов в области ценообразования при закупке одной неделимой партии сырья.

Предположим, что предпочтения поставщиков зависят только от цены, которую предлагает предприятие – переработчик лома. В данном случае игра является антагонистической, поскольку интересы игроков – покупателей лома противоположны. Каждое предприятие, осведомленное о намерении сдатчика продать некоторый объем электронного лома, заинтересовано, чтобы данная партия сырья поступила к нему, а не к другому предприятию. Эта игра имеет смысл в случае информированности игроков о действиях конкурентов. В случае, когда один из игроков осведомлен о ценах, предлагаемых вторым, он может повысить свою цену, конечно, если располагает финансовыми возможностями для повышения цены. Если первый повысил цену, а второй нет, то к нему с большей вероятностью поступит «разыгрываемая» партия сырья. В противном случае, при повышении цены только вторым игроком, партия сырья поступит к

нему. Если же оба закупщика предлагают равновесные цены, то сырье с равной вероятностью может получить как первый, так и второй игрок.

Обозначим как 0 результат игры, когда завод не покупает данный объем сырья, 1 – покупает, и $\frac{1}{2}$ когда данная партия с равной вероятностью может поступить как на первый, так и на второй завод.

Получается следующая матрица игры:

$$\begin{bmatrix} 1/2 & 1 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix}.$$

Первая строка и первый столбец матрицы соответствуют повышению цены первым и вторым игроком соответственно, вторая строка и второй столбец – оставлению текущего уровня цен первым и вторым игроком соответственно. В ячейках таблицы – выигрыши и проигрыши участников. Ячейка (1,1) отражает осторожные стратегии: максиминную стратегию первого и минимаксную стратегию второго игрока, поскольку значение в этой ячейке является максимальным из минимальных по строкам. В случае, когда цена на сырье одинакова у обоих предприятия, то такие стратегии являются равновесными. Так как результат применения максиминной стратегии равен результату применения минимаксной, точка (1,1) будет являться седловой и цена игры в данном случае будет равна $\frac{1}{2}$.

Таким образом, в антагонистической игре принцип равновесия согласуется с принципами оптимизации игроками своих гарантированных результатов. Если игроки, то есть предприятия, закупающие сырье, выбрали в качестве стратегии компоненты седловой точки, то каждому из них не выгодно отклоняться от выбранной стратегии. Седловая точка является формализацией концепции равновесия в игре. Но если кому-то из игроков равновесие не выгодно, он непременно от него отклонится. Располагая резервами для повышения закупочных цен, одно из предприятий может предложить продавцу более высокую цену, чем конкурент, тем самым отклониться от оптимальной стратегии и нарушить ценовое равновесие.

Если цены равновесны, то предпочтения поставщика зависят от других факторов, таких, как

- возможность обработки большого объема электронного лома;
- возможность обработки любых видов электронного лома;
- величина транспортного тарифа, удаленность продавца от покупателя;
- транспортная доступность предприятия - переработчика, возможность принять груз, прибывший по железной дороге;
- информированность поставщика о технологиях извлечения, применяемых на конкретном предприятии
- личные отношения поставщика и переработчика;
- скорость расчетов.

В этом случае при выборе конкретного предприятия для продажи партии сырья поставщик будет руководствоваться другими соображениями.

При рассмотрении постоянной деятельности предприятий конфликтная ситуация описывается игрой с конечными множествами стратегий, и игра повторяется в моменты времени $t = 1, 2, \dots, n$. Перед продажей очередной партии сырья потенциальный сдатчик собирает информацию о ценах, предлагаемых за данный вид сырья, о предприятиях, расположенных в регионе сбора лома или в близлежащих регионах, готовых принять данное сырье, о возможности принять лом в определенный момент времени, о расходах на страхование и о других вышеперечисленных критериях выбора. Если имеется возможность отправки груза почтой при небольшом его объеме, то продавец учитывает скорость доставки. Предприятия, информированные о поступлении очередной партии сырья, могут выбирать свои стратегии из конечного множества стратегий: предлагать более высокие закупочные цены по сравнению с конкурентами, или же заинтересовывать продавца другими условиями.

Процесс нахождения решения игры можно рассматривать как итерационный, когда по определенным правилам игроки несколько раз выбирают свои стратегии. Такой процесс называют итерационным процессом Брауна или методом Брауна. Он состоит в многократном разыгрывании матричной игры, при котором игроки по определенным правилам выбирают

свои стратегии. На первом шаге игроки произвольно выбирают стратегии, на $(k + 1)$ -м шаге игроки выбирают стратегии как наилучший ответ на соответствующий ход партнера. Если наилучших ответов несколько, то выбирается любой из них. Каждый игрок имеет по крайней мере одну оптимальную стратегию. Решение игры, т.е. ситуация равновесия, находится, когда разница между двумя последующими значениями становится меньше некоторого числа ε . При этом стратегия первого игрока будет максиминной, а второго – минимаксной. В методе Брауна предельные точки последовательностей применения стратегий игроками являются оптимальными смешанными стратегиями [78]. Кроме того, предельная точка последовательностей итерационного процесса является ситуацией равновесия игры. Если множества стратегий игроков конечны, то смешанная стратегия определяется как вероятностное распределение, т.е. вероятность выбора одной стратегии в качестве реальной. Ситуации равновесия в такой игре называются смешанными равновесиями по Нэшу [127, 134]. В любой игре с конечными множествами стратегий существует смешанное равновесие по Нэшу. Если при совокупном приближенном равновесии прочих условий одно из предприятий будет последовательно повышать закупочные цены, то другому необходимо проводить ту же политику, и в итоге равновесие установится на другом уровне.

Рациональный подход к нахождению цены игры предполагает, что каждый игрок формирует свои предположения о поведении остальных, и на основе этих предположений формирует наилучший ответ. «Указанные принципы принятия решений требуют для своей реализации полной информированности игроков относительно условий игры (т.е. относительно множества стратегий и функций выигрыша всех участников). Игроки должны быть рациональны в принятии собственных решений и предполагать такую же рациональность от своих партнеров. Бесконечную последовательность ситуаций называют траекторией процесса» [83]. Каждый участник выбирает стратегию ценообразования – повышать или не повышать цены – на очередной шаг исходя из истории, сложившейся к этому периоду. Стратегические

решения, принимаемые сегодня, зависят от предыдущих партий игры или хотя бы от начальной позиции. Такое поведение называется адаптивным, «его смысл состоит в том, что игрок прогнозирует вероятности реализации стратегий партнеров исходя из предыстории и максимизирует собственный выигрыш на основании такого прогноза. В этом случае адаптивный процесс сходится к ситуации равновесия» [127].

Рассмотренные модели однократного и многократного повторения игры предполагают одинаковый уровень информированности игроков о действиях конкурентов. На олигополистическом рынке закупки электронного лома как сырья для последующей переработки в целях извлечения золота и других ценных компонентов естественным образом возникает несимметричное распределение информации. Такая ситуация описывается моделью «поведение типа лидер – ведомый в игре двух лиц». Каждый из игроков, получив информацию о стратегии другого игрока, формирует свой наилучший ответ. Наилучший ответ каждого игрока – это максимизация своего выигрыша. Но при этом один из игроков является лидером на рынке и обладает информацией о своей функции выигрыша (о результате применения своей стратегии) и о функции выигрыша конкурента. Эту информацию он использует для предсказания реакции второго участника. «Второй игрок (ведомый) воспринимает стратегию первого игрока как заданную экзогенно и максимизирует собственный выигрыш, полагая, что стратегия первого игрока фиксирована. Таким образом, первый игрок, имея первый ход и предвидя, что второй игрок использует один из наилучших ответов на поведение первого, найдет оптимальное решение. Такая ситуация называется равновесием по Штакельбергу» [75].

Использование «равновесия по Штакельбергу требует от игроков сотрудничества, которое не всегда возможно» [69]. В этой ситуации одна из фирм оказывается сильнее остальных и имеет возможность диктовать свою цену рынку. Подобная игра представляет собой борьбу за лидерство: если игроки информированы о предпочтениях друг друга, то выгодно иметь первый

ход и вынудить другого игрока занять позицию ведомого. Лидером на рынке закупки сырья может стать предприятие, обладающее значительными производственными мощностями, преимуществами в издержках, а также имеющее квалифицированную PR-службу для сбора и обработки необходимой для закупки и производства информации [136].

На российском рынке закупки сырья для получения вторичных драгоценных металлов наибольшее влияние на рынок оказывают пять крупных перерабатывающих предприятий, предоставляющих услуги по аффинажу драгоценных металлов. Каждое из них характеризуется значительными производственными мощностями и постоянной удельной себестоимостью производимых продуктов, в частности золота в слитках. Лом как сырье для переработки классифицируется либо по процентному содержанию золота, либо по своему происхождению в зависимости от сферы производства (см. гл. 1). Устанавливается процентное содержание ценных компонентов в различных видах сырья, и при приеме на переработку конкретной партии завод оплачивает поставщику половину стоимости золота, содержащегося в данном виде лома по паспортным данным [24, 32]. Для изделий, в которых отсутствуют данные о драгоценных металлах, производится расчёт с учетом количества электронных компонентов. На разные виды сырья существуют равновесные цены. Но повышение уровня оплаты сырья одним предприятием не может не вызвать реакции остальных участников. Если одно из предприятий обладает преимуществом в издержках, то оно может стать лидером в отрасли и повысить закупочные цены, тем самым нарушив сложившееся равновесие.

Преимущество в издержках может быть основано, например, на применении технологии комплексного использования сырья, т.е. извлечении из электронного лома не только золота, но и других ценных компонентов, что позволяет получить дополнительную прибыль от реализации драгоценных и цветных металлов, а также изделий из них. Перспективным направлением также является производство нанотехнологичных продуктов. В ходе

неизбежных ответных действий остальных участников ценовое равновесие установится на новом, более высоком уровне.

Общим методом нахождения решения игры любой (конечной) размерности является «сведение игры двух лиц с нулевой суммой к задаче линейного программирования. Это позволяет формализовать конфликтную экономическую ситуацию и найти оптимальные стратегии взаимодействия конкурентов как решение задачи линейного программирования. Известно, «что при использовании смешанных стратегий существует по меньшей мере одно оптимальное решение с ценой игры v , причем $\alpha \leq v \leq \beta$, т.е. цена игры находится между нижним и верхним значениями игры. Величина v неизвестна, но всегда можно предположить, что $v > 0$. Это условие выполняется, поскольку всегда можно путем соответствующего преобразования матрицы сделать все элементы матрицы положительными. Таким образом, если в исходной платежной матрице имеется хотя бы один неположительный элемент, то первым шагом сведения игры к задаче линейного программирования должно быть ее преобразование к матрице, все элементы которой строго положительны. Для этого достаточно увеличить все элементы исходной матрицы на одно и то же число $d > \max \max |a_{ij}|$, где $a_{ij} \leq 0$. При таком преобразовании матрицы оптимальные стратегии игроков не изменяются.

Допустим, что смешанная стратегия первого игрока складывается из стратегий a_1, a_2, \dots, a_m с вероятностями соответственно p_1, p_2, \dots, p_m ($\sum p_i = 1, p_i \geq 0$). Оптимальная смешанная стратегия второго игрока складывается из стратегий b_1, b_2, \dots, b_n с вероятностями q_1, q_2, \dots, q_n ($\sum q_j = 1, q_j \geq 0$). Условия игры определяются платежной матрицей» [136] $[a_{ij}] m \times n, a_{ij} > 0, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$.

Если первый игрок применяет оптимальную смешанную стратегию, а второй – чистую стратегию b_j , то средний выигрыш первого игрока (математическое ожидание выигрыша) составит $p_1 a_{1j} + p_2 a_{2j} + \dots + p_m a_{mj}$, ($j = 1, \dots, n$).

Первый игрок стремится к тому, чтобы при любой стратегии второго игрока его выигрыш был не менее, чем цена игры v , и сама цена игры была максимальной. Такое поведение первого игрока описывается следующей моделью линейного программирования (7):

$$\begin{aligned}
 v &\rightarrow \max \text{ (первый игрок стремится максимизировать свой выигрыш);} \\
 p_1 a_{11} + p_2 a_{21} + \dots + p_m a_{m1} &\geq v; \\
 p_1 a_{12} + p_2 a_{22} + \dots + p_m a_{m2} &\geq v; \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 p_1 a_{1n} + p_2 a_{2n} + \dots + p_m a_{mn} &\geq v; \\
 p_1 + p_2 + \dots + p_m &= 1; \\
 p_i &\geq 0, \quad (i = 1, \dots, m),
 \end{aligned} \tag{7}$$

или, обозначив $x_i = p_i / v$, получим систему (8):

$$\begin{aligned}
 x_1 + x_2 + \dots + x_m &\rightarrow \min; \\
 a_{11} x_1 + a_{21} x_2 + \dots + a_{m1} x_m &\geq 1; \\
 a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{m2} x_m &\geq 1; \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 a_{1n} x_1 + a_{2n} x_2 + \dots + a_{mn} x_m &\geq 1; \\
 x_i &\geq 0, \quad (i = 1, \dots, m).
 \end{aligned} \tag{8}$$

Причем $v = 1/(x_1 + x_2 + \dots + x_m)$.

Поведению второго игрока соответствует двойственная задача (9):

$y_1 + y_2 + \dots + y_n \rightarrow \max$ (эквивалентно $v \rightarrow \min$: второй игрок стремится минимизировать свой средний проигрыш);

$$\begin{aligned}
 a_{11} y_1 + a_{21} y_2 + \dots + a_{1n} y_n &\leq 1; \\
 a_{21} y_1 + a_{22} y_2 + \dots + a_{2n} y_n &\leq 1; \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 &\cdot
 \end{aligned}$$

$$a_{m1} y_1 + a_{m2} y_2 + \dots + a_{mn} y_n \leq 1;$$

$$y_j \geq 0, (j = 1, \dots, n), y_j = q_j / v. \quad (9)$$

Задача (7) всегда имеет решение. Получив ее оптимальное решение $x^*_1, x^*_2, \dots, x^*_m$, можно найти цену игры $v^* = 1 / (x^*_1 + x^*_2 + \dots + x^*_m)$, оптимальные значения $p^*_1, p^*_2, \dots, p^*_m$, и, следовательно, оптимальную стратегию первого игрока. Если исходная матрица увеличивалась на d , то для получения цены первоначальной игры v^* нужно уменьшить на d [135].

Рассмотренные модели позволяют формализовать поведение компаний на олигополистическом рынке и найти решение игры в условиях неопределенности. Это даст возможность выработки рекомендаций по принятию стратегических решений с точки зрения математической теории игр для оптимизации стратегии ценообразования. Таким образом, предлагаемые правила игровых моделей некооперативного взаимодействия и конкуренции представляют принципы реализации стратегии ценообразования, на основе которых возможна реализация долгосрочных планов предприятия по улучшению экономического состояния.

Выводы

На олигополистическом рынке производителей вторичных драгметаллов из электронного лома конкурентоспособность каждого из них зависит от степени дифференциации выпускаемых продуктов и от уровня закупочной цены на сырье. Модель рынка закупки сырья для переработки, на котором действуют несколько покупателей (предприятий) и большое количество продавцов – поставщиков сырья, может рассматриваться как олигопсония. На рынке закупки электронного лома как сырья для получения драгоценных металлов некоторые предприятия действуют как фирмы-лидеры, имеющие возможность оказывать влияние на стоимость сырья, и некоторое число фирм, не имеющих такой возможности. В качестве ценового лидера выступает фирма,

которая имеет значительную долю в производстве данного продукта или низкие ценовые затраты. Снижение себестоимости извлечения золота даст преимущество той фирме, которая применяет новые технологии обработки сырья.

Для улучшения экономического состояния предприятию вторичной металлургии, не доминирующему на рынке и работающему на рынке с нестабильными поставками сырья, для формирования механизма устойчивого развития экономики предприятия необходимо развивать подходы к планированию и конкурентную стратегию, а именно, такие ее направления, как увеличение доли рынка готовой продукции за счет выпуска дополнительной продукции, получаемой из единицы сырья, увеличение своей доли на рынке закупки сырья за счет повышения уровня оплаты сырья по сравнению с равновесными ценами на рынке поставок, а также дифференцирование продукции. Реализация этих направлений может быть осуществлена за счет применения стратегии родственной диверсификации на основе технологии комплексного использования сырья на предприятии.

Таким образом, перерабатывающий завод получит возможность извлекать не только золото и серебро, но и другие цветные и драгоценные металлы, а также увеличить количество видов продукции из электронного лома, например, солей серебра, порошков для аккумуляторов и т.п. Применение технологии комплексного использования сырья может стать важнейшим элементом бизнес-процессов не доминирующего на рынке завода. Стратегия родственной диверсификации даст возможность предприятию, занятому на рынке вторичных драгметаллов, увеличить прибыль, что позволит направить ее часть на повышение закупочных цен. Наиболее значимым фактором, влияющим на объем выпускаемой продукции, является количество перерабатываемого сырья. Поэтому важно увеличивать объем закупки сырья и с этой целью использовать в качестве конкурентной стратегии стратегию управления поставками сырья, которая может применяться в планировании бизнес-процессов предприятия.

Рекомендации по стратегическому взаимодействию предприятий вторичной металлургии в конкурентной среде и обоснованию решений на рынке закупки ресурсов могут быть получены с помощью математической теории игр. Модели на основе теории игр позволяют формализовать поведение компаний на олигополистическом рынке и найти решение игры в условиях неопределенности. Это даст возможность выработки рекомендаций по принятию стратегических решений для оптимизации уровня оплаты. На рынке закупки электронного лома применение элементов теории игр позволит одному из предприятий приблизиться к лидирующему положению, не провоцируя при этом ценовой войны. Кроме того, необходимо обосновать методические рекомендации по созданию новых и адаптации существующих подходов к формированию стоимости сырья, основанных на КИС, как инструменту внутрифирменного и стратегического планирования. Представляется целесообразным дополнить существующую методику оплаты электронного лома, учитывая анализ состава получаемого сырья, дополнительную выручку, получаемую в результате применения комплексного подхода к переработке сырья, а также изменяющуюся ситуацию на рынке закупки. Технологическая схема комплексного использования сырья, позволяющая реализовать стратегию родственной диверсификации, анализ изменения экономических показателей предприятия, получаемых в результате применения схемы КИС, а также рекомендации по методике оплаты лома, которые дадут возможность управлять объемами закупки электронного лома, рассматриваются в гл. 3.

3 РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЫРЬЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА СЧЕТ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОСТАВКАМИ РЕСУРСОВ

3.1 Технология комплексного извлечения ценных компонентов из электронного лома, результаты ее применения

В последние годы произошло изменение состава вторичного сырья, содержащего благородные металлы. Наблюдается тенденция снижения драгоценных металлов в ломе: например, если содержание золота ранее находилось на уровне 0,1 – 1,0 %, то в настоящее время оно снизилось до 0,01 – 0,10 %. В связи со сложностью переработки многокомпонентного лома и необходимостью повышения рентабельности производства для укрепления конкурентной позиции предприятия появилась необходимость разработки новых технологий, позволяющих наряду с основным металлом извлекать и другие металлы, содержащиеся в ломе (медь, алюминий, цинк, олово, свинец и др.). Рассмотренные в гл. 1 технологические схемы ориентированы главным образом на извлечение золота. Конечным продуктом переработки являются золото и серебро в слитках, которые впоследствии могут быть реализованы Центральному Банку Российской Федерации или коммерческим банкам [25].

Для повышения экономических показателей процессов переработки вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы, необходима его комплексная переработка. Извлечение благородных и цветных металлов позволит повысить экономическую целесообразность указанного технологического процесса. «Учитывая то обстоятельство, что металлы в электронном ломе обладают существенно различными физико-химическими свойствами, находятся в различных структурных состояниях и в комбинациях с

различными неметаллическими составляющими, реализация комплексной и полной переработки электронного лома является, безусловно, актуальной научно-технической проблемой. Для решения указанной проблемы необходимо создание научных основ переработки многокомпонентных материалов электронного лома – разработки эффективных экологически чистых технологий, предусматривающих комплексное дифференцированное извлечение благородных и цветных металлов из электронного лома»[33]. В связи с актуальностью задачи комплексного использования сырья возникает необходимость в разработке соответствующей технологии, которая позволит снизить себестоимость извлечения золота посредством извлечения остальных материалов и получить дополнительную прибыль за счет реализации металлов и изделий из них. На основании результатов лабораторных исследований была предложена технологическая схема по переработке многокомпонентного электронного лома, содержащего благородные и цветные металлы, и проведены ее опытно-промышленные испытания в производственных условиях. Предлагаемая технология включает в себя пирометаллургические и гидromеталлургические процессы переработки вторичного сырья. Она имеет ряд преимуществ перед существующими в настоящее время способами переработки электронного лома, содержащего цветные и благородные металлы [2]. Графически схема изображена на рисунке 7.

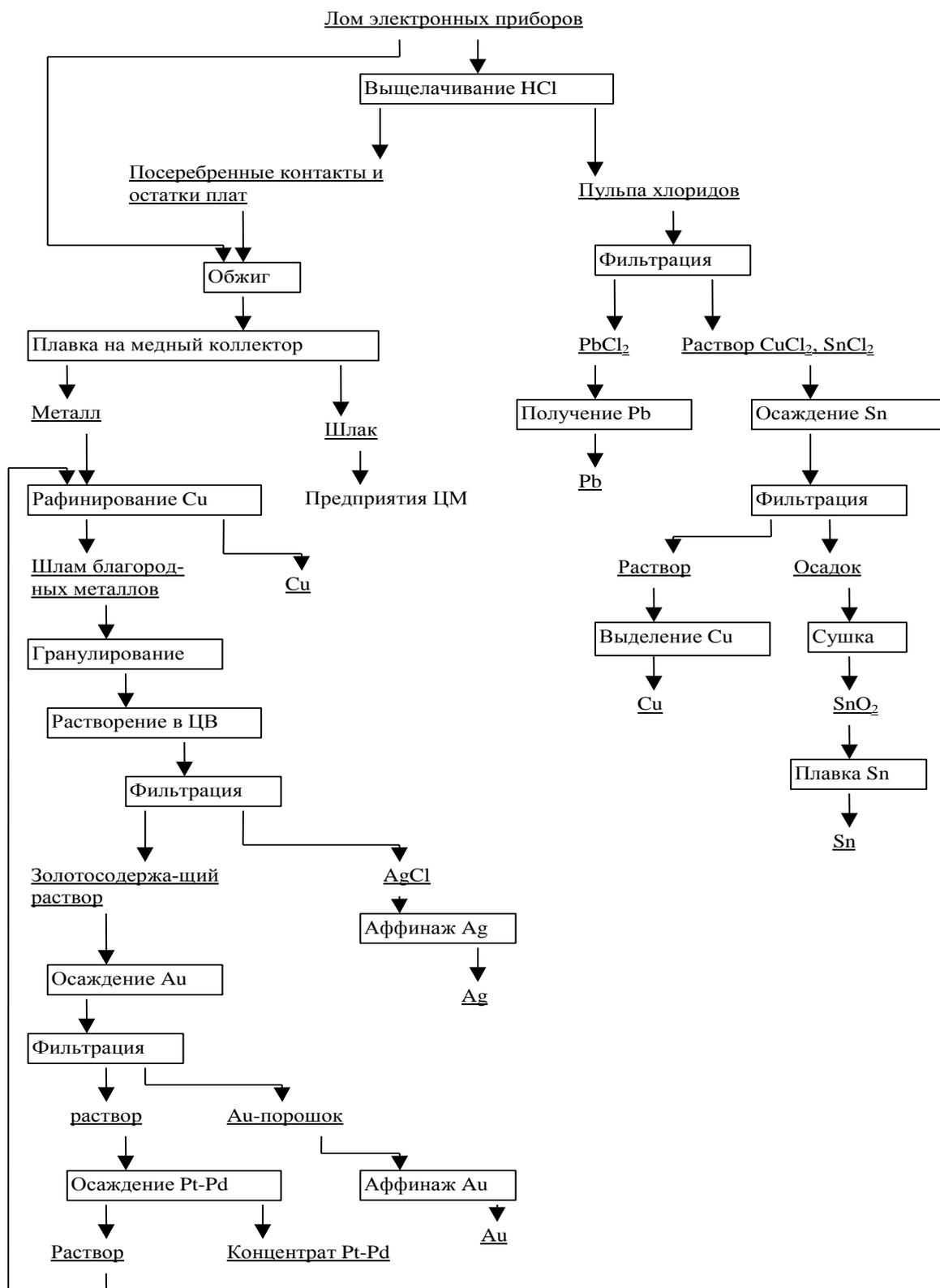


Рисунок 7 – Технологическая схема комплексной переработки электронного лома

Данная технологическая схема имеет особенности:

- подходит для бедного сырья, которое обычно направляется на медеплавильные комбинаты, где «существенно ниже показатели сквозного извлечения цветных и благородных металлов»[34];

- «позволяет поэтапно извлекать цветные и благородные металлы и выделять их в отдельные продукты»[34];

- обеспечивает высокую степень извлечения ценных компонентов: золота – 97 %, серебра – 94 %, меди – 96 %, олова – 92 %, свинца – 91 %, металлов платиновой группы – 95 %;

- «характеризуется простотой аппаратного оформления, применением невысоких температур и высокими экологическими показателями»[34].

Расчет материального баланса и экономических показателей [138–146] схемы комплексного использования сырья для усредненного состава лома приведены в приложениях А и Б. Анализ изменения экономических показателей после применения схемы комплексного использования сырья показал высокую рентабельность процесса. Основные техникоэкономические показатели производства при переработке состава, содержащего 0,1 % Au, 24,0 % Cu, 10 % Sn, 3,0 % Pb, 1,0 % Ag и 0,015 % Pt–Pd, сведены в таблицу 11:

Таблица 11 – Основные технико-экономические показатели

Показатель	Значение показателя
Годовой выпуск продукции:	
- в натуральном исчислении, кг	24,25
- в стоимостном исчислении, тыс. руб.	32 666,23
Попутная продукция:	
Cu	
- в натуральном исчислении, кг	11 520,00
- в стоимостном исчислении, тыс. руб.	2859,17
Sn	
- в натуральном исчислении, кг	4600,00
- в стоимостном исчислении, тыс. руб.	3801,02
Pb	
- в натуральном исчислении, кг	1365,00
- в стоимостном исчислении, тыс. руб.	90,54
Ag	
- в натуральном исчислении, кг	470,00
- в стоимостном исчислении, тыс. руб.	15 021,86
Pt–Pd	
- в натуральном исчислении, кг	4,73
- в стоимостном исчислении, тыс. руб.	5274,98
Капитальные вложения на строительство цеха, тыс. руб.	64 302,78
Себестоимость годовой переработки лома, тыс. руб.	5288,14
Себестоимость переработки 1000 кг лома, руб.	10 5762,76
Годовая балансовая прибыль, тыс. руб.	27 536,74
Годовая чистая прибыль, тыс. руб.	21 368,5
Рентабельность, %	77

Произведенные расчеты показывают, что применение технологии комплексного использования сырья дает существенное улучшение экономических показателей предприятия.

В ходе работы были проанализированы экономические показатели, получаемые в результате применения технологии комплексного использования

сырья для переработки определенных категорий электронного лома. Электронный лом подразделяется на категории в зависимости от происхождения.

По оценке производителей, в год завод перерабатывает следующее количество лома, согласно классификации по составам (см.таблицу 8), разработанной Л. С.Стрижко и С.И.Лолейтом [25, 33-34]:

- 1 состава – до 100 т;
- 2 состава – до 17 т;
- 3 состава – до 150 т;
- 4 состава – до 20 т;
- 5 состава – до 50 т;
- 6 состава – до 10 т.

Содержание металлов в перерабатываемом за год объеме лома представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Содержание металлов в количестве сырья, равном годовой переработке

Состав	Au	Ag	Cu	Pb	Sn	Pt-Pd	Al	Fe	Ni	Прочие	Всего
1	80	430	21 110	3150	12410	700	15200	7150	2140	37 630	100 000
2	46	2500	3917	476	238	153	2618	2091	553	6484	17 000
3	30	180	27 900	3375	7050	30	21900	15 300	4275	69 870	150 000
4	62	2890	2400	170	246	30	3522	1490	440	11 062	20 000
5	5	200	16 500	1985	2000	0	6850	17630	525	4405	50 000
6	100	200	131	96	125	11	3278	2250	125	3864	10 000

Согласно данным о годовой производительности и показателях извлечения, технологическая схема комплексной переработки дает возможность получить количество продукции, представленное в таблице 13.

Таблица 13 – Производительность технологии по каждому металлу в год, кг/год

Состав	Au	Ag	Cu	Pb	Sn	Pt-Pd
1	77,60	404,20	20 265,60	2866,50	11 417,20	661,50
2	44,52	2350,00	3760,13	433,16	218,96	144,59
3	29,10	169,20	26 784,00	3071,25	6486,00	28,35
4	60,14	2716,60	2304,00	154,70	226,32	28,35
5	4,85	188,00	15 840,00	1806,35	1840,00	0,00
6	97,00	188,00	125,76	87,36	115,00	10,40
Извлечение	0,97	0,94	0,96	0,91	0,92	0,945

Исходя из приведенных данных по объему различных составов лома, были рассчитаны годовая выручка, полученная после вычета затрат и налогов, и прибыль в расчете на одну тонну, полученная после переработки каждого состава лома. Полученные показатели в значительной степени отличаются по своей величине. Это объясняется содержанием цветных и благородных металлов в различных категориях лома. Наиболее прибыльными составами для переработки являются составы 2 и 6, поскольку в них содержится наибольшее количество золота, серебра и платиноидов. Наименее прибыльным является состав 5. Низкая прибыль состава 5 объясняется низким содержанием в нем золота и, соответственно, малым количеством извлекаемого из него в год золота – 4,85 кг. Но завод обязан принимать привезенный лом, даже если он беден по содержанию. Убытки от переработки состава 5 компенсируются прибылью от переработки других составов.

Установлено, что применение на предприятии данной технологической схемы позволит в значительной степени повысить получаемую выручку. При извлечении из обобщенного состава лома и реализации дополнительных видов продукции выручка предприятия, перерабатывающего в год 350 тонн лома разных составов, увеличится в среднем на 220 % по сравнению с выручкой, получаемой при извлечении только золота. Прирост выручки, получаемой при переработке конкретного состава, сильно зависит от состава лома, в

особенности от процентного содержания благородных металлов в данном составе. В таблице 14 приведены показатели увеличения выручки, получаемой в результате применения технологии комплексного извлечения цветных и благородных металлов по сравнению с показателями, получаемыми в результате применения традиционной технологии, позволяющей извлекать только золото и серебро, в зависимости от состава сырья [2].

Таблица 14 – Показатели выручки, получаемые в результате применения технологической схемы комплексного извлечения цветных и благородных металлов.

Состав	Выручка			Увеличение выручки по сравнению с извлечением Au–Ag	Переработка т/год	Выручка от общего извлечения на 1 т
	от извлечения Au–Ag, тыс. руб.	от извлечения цветных металлов, тыс. руб.	от извлечения Pt–Pd, тыс. руб.			
1	200689,99	22312,18	1256850	1279162,18	100	14798,52
2	120332,8	1845,95	274711,5	276557,45	17	23346,489
3	78422,61	19058,48	53865	72923,48	150	1008,97
4	162655,25	1225,3	53865	55090,30	20	10887,28
5	14670,55	8874,7	0	8874,70	50	470,90
6	471613,72	403,47	39501	39904,47	10	51151,82

Данные таблицы 14 позволяют заключить, что наибольшие показатели выручки на 1 т лома обеспечивает переработка составов 2 и 6. Следовательно, для предприятия наиболее важны те составы, в которых содержится не менее 0.25 % золота и 0.1 % платиноидов.

Получение дополнительной прибыли в результате применения технологии комплексного извлечения дает возможность предприятию направить ее часть на повышение закупочных цен на сырье. В практике ценообразования цветной металлургии единицей является сам компонент. Цена

лома, закупаемого для переработки, устанавливается по содержанию в нем драгоценных металлов, а именно, оплачивается 50 % за содержание драгоценных металлов по курсу Центрального Банка РФ, и эта цена является равновесной на рынке закупки сырья. Но в результате применения технологии комплексной переработки предприятие получает дополнительную прибыль и, следовательно, имеет возможность, повысить оплату различных категорий лома в целях привлечения дополнительного количества поставщиков и увеличения объемов производства. В ходе исследования было проанализировано влияние увеличения закупочной цены лома на единичную прибыль (прибыль на 1 т перерабатываемого лома). При увеличении закупочной цены на 10, 20, 30, 40 и 50 % для каждого состава было проанализировано изменение прибыли в годовом объеме переработки (таблица 15).

Таблица 15 – Прибыль на 1 т при увеличении закупочной цены на лом, тыс. руб.

Состав	Покупка лома					
	за 50 %	за 60 %	за 70 %	за 80 %	за 90 %	за 100 %
1	2996,28	2954,28	2912,28	2870,28	2828,28	2786,28
2	23 565,60	23 496,33	23 427,05	23 357,78	23 288,50	23 219,23
3	118,03	115,27	112,52	109,76	107,01	104,25
4	6506,69	6470,85	6435,02	6399,19	6363,35	6327,52
5	-207,84	-208,92	-210,00	-211,08	-212,17	-213,25
6	11 902,61	11 821,94	11 741,28	11 660,61	11 579,94	11 499,28

Уменьшение прибыли при увеличении оплаты сырья до 100 % за содержание драгоценных металлов составило не более 5 %, т.е. прибыль меняется незначительно. Получение попутной продукции оказывает намного большее влияние на снижение себестоимости золота, чем увеличение затрат на сырье на повышение себестоимости. При увеличении затрат на сырье в два раза себестоимость золота возрастет в среднем на 26 %, тогда как получение попутной продукции снижает себестоимость золота в среднем на 353 %. Кроме

того, цена на золото достаточно высока сегодня. Поэтому можно сделать вывод, что уменьшение прибыли ничтожно.

Из расчетов следует, что существует возможность значительного увеличения закупочной цены на сырье по сравнению с равновесными ценами, сложившимися на рынке, без потери прибыли, с целью получить преимущество среди предприятий, закупающих лом для переработки, и привлечь дополнительное количество поставщиков. Повышение закупочных цен даст возможность предприятию увеличить производительность и выпускать больший объем готовой продукции.

В ходе выполнения работы была исследована зависимость годовой прибыли от увеличения переработки наиболее богатых составов 2, 4 и 6. По расчетным данным построена зависимость (рисунок 8).

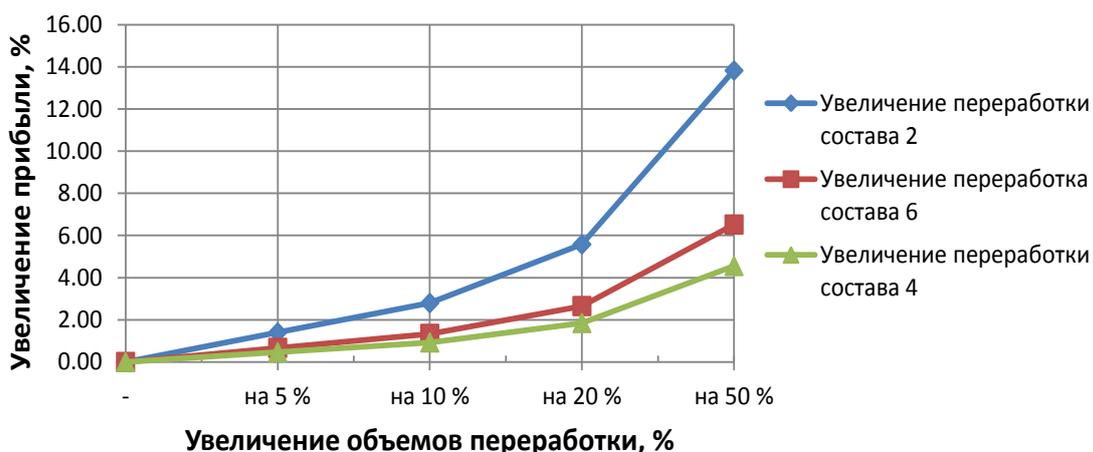


Рисунок 8 – Увеличение прибыли при увеличении объемов переработки отдельных видов сырья

Также в ходе проведенного исследования были рассчитаны значения дополнительной прибыли при увеличении производительности на 1, 3, 5, 10 % по отношению к годовому объему производства. Результаты расчетов приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Дополнительная прибыль при увеличении производительности

Переработка, т/год	Годовая прибыль, тыс. руб. (составы 1–6)	Дополнительная прибыль, тыс. руб.	Объем лома, который можно купить на дополнительную прибыль	
			т	%
347	327 193,39	–	–	–
347 + 1 %	330 464,55	3271,16	11,33	3,27
347 + 3 %	337006,85	9813,46	34,00	9,80
347 + 5 %	343 549,16	16 355,77	56,66	16,33
347 + 10 %	359 904,93	32 711,54	113,32	32,66

Приведенные в таблице данные показывают, что на прибыль от дополнительной переработки 1 % лома можно закупить 11,33 т лома, что составит 3,27 % от годовой переработки лома. Но учитывая, что наиболее прибыльными являются составы 2, 4 и 6, дополнительную прибыль целесообразно направить на закупку именно этих составов. Практика показывает, что на рынке мало предложений тех составов, которые являются наиболее богатыми по содержанию ДМ. Соответственно, рекомендуется увеличить их оплату по отношению к равновесным ценам, сложившимся на рынке. Увеличение уровня оплаты послужит сигнальной информацией для продавцов, выбирающих предприятие для переработки сдаваемого сырья. Предприятие, предлагающее более высокий уровень оплаты определенных категорий лома, получит возможность увеличить объем перерабатываемой продукции.

Например, если производительность по составу 2 увеличится до 20 т, по составу 4 до 22 т и по составу 6 до 15 т (общее увеличение производительности составит 10 т или 2,88 %), то повышение прибыли составит 16,57 % или 54 200,85 тыс. руб.

При увеличении оплаты вышеуказанных составов на 50 % (т.е. оплачивается 75% за содержание драгоценных металлов по курсу ЦБ РФ) дополнительная прибыль снизится до 54 060,90 тыс. руб., т.е. на 0,26 %. А при увеличении оплаты вдвое (оплачивается 100 % за содержание драгоценных металлов) дополнительная прибыль составит 53 920,94 тыс. руб., что, в свою очередь, на 0,52 % ниже прибыли полученной от дополнительной переработки 10 т составов 2, 4 и 6 без удорожания закупочной цены.

Следовательно, уменьшение прибыли при увеличении закупочной цены весьма незначительно, поэтому рекомендуется увеличивать оплату определенных виды лома, а именно, тех категорий, которые содержат не менее 0,25 % золота и 0,1 % платиноидов, то есть составов 2, 4 и 6. Увеличение закупочных цен рекомендуется в целях привлечения дополнительного количества поставщиков, загрузки производственных мощностей, увеличения объема производства и получения дополнительной прибыли [142-143].

В ходе исследования были проведены опрос и оповещение постоянных и потенциальных поставщиков сырья в целях распространения информации о предполагаемом повышении оплаты лома. По результатам опроса было установлено, что политика повышения цен с большой вероятностью простимулирует продавцов сырья поставлять его на предприятие, предлагающее более высокую, чем конкуренты, цену. Соответственно, это предприятие получит возможность планирования поставок сырья на основе долгосрочных соглашений с поставщиками.

Таким образом, методология управления эффективностью развития предприятия вторичной металлургии ДМ может включать в себя способы и методы управления поступлением сырья на конкретное предприятие, базирующиеся на диверсификации как доминирующей стратегии и увеличении закупочных цен на сырье как производственный ресурс.

Увеличение получаемой прибыли вследствие применения стратегии родственной диверсификации на основе технологии КИС позволит предприятию использовать ее для реализации краткосрочных и долгосрочных

целей по улучшению своего экономического состояния и укреплению рыночной позиции в условиях конкуренции. Часть дополнительной прибыли рекомендуется направить на увеличение закупочных цен на разные виды сырья в целях привлечения поставщиков. Предлагаемая стратегия увеличения уровня оплаты сырья как часть общей экономической политики даст возможность предприятию, не доминирующему на рынке, упрочить свою позицию за счет выпуска дополнительного количества основной продукции – золота марки ЗЛА-999,9 а также производства продукции других видов продукции – металлов и изделий из них. Например, спросом на рынке пользуются получаемые из вторичного серебра соли и порошки для аккумуляторов.

Кроме того, дополнительную прибыль можно вкладывать в резервный фонд и фонд накопления, используемые на покрытие возможных убытков от деловых расходов, на затраты по расширению производства, техническому перевооружению, развитию технологий, а также прирост оборотных средств [138–140]. Немаловажное значение имеет также фонд потребления, средства из которого могут быть направлены на осуществление мероприятий по социальному развитию и на увеличение заработной платы. Произведенные расчеты показали, что увеличение фонда заработной платы даже на 200 % практически не влияет на удельную прибыль по каждому составу. Таким образом, управляя формированием уровня оплаты сырья, можно воздействовать на увеличение объема поставок необходимых составов, что приведет к обеспечению стабильного функционирования предприятия в рыночных условиях.

3.2 Механизм формирования оплаты сырья

С целью реализации стратегии привлечения поставщиков предлагается следующий механизм: на первом этапе предприятие оценивает результативность приобретения партии сырья, затем определяет стратегию своего поведения, а после использует двухуровневую модель оплаты поступившего лома.

Для обоснования решений предприятия о повышении закупочной цены на лом или об оставлении цен на прежнем уровне предлагается использовать разработанную стратегию принятия решений в области планирования бизнес-процессов предприятия, использующую выбор оптимальной стратегии согласно теории игр [147]. Действия завода на конкурентном рынке закупки сырья можно рассматривать как игру против «природы», где «природа» – это состояние рынка. Возможные стратегии предприятия и получаемые им выигрыши в игре при поступлении на рынок очередной партии сырья – в данном случае суммы, уплаченные за количество приобретенного лома определенного состава, представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Выигрыши предприятия в игре на рынке закупки сырья

Действия предприятия	Состояние рынка	
	Цена стабильна	Цена повышается
Не повышать цену	s_4	s_3
Повысить цену	s_2	s_1

Примечание: s_1, s_2, s_3, s_4 – суммы, уплаченные за лом. Чем больше эта сумма, тем большее количество лома завод получил для переработки, при этом $s_2 > s_1 > s_4 > s_3$.

При рассмотрении постоянной деятельности предприятий на рынке закупки электронного лома их деятельность может быть описана игрой, которая повторяется в периоды времени $t = 1, 2, \dots, n$ (см.гл.2). Доминирующими стратегиями в бесконечно повторяющейся игре могут быть:

- стратегия следования за лидером: если одна фирма повышает закупочную уровень оплаты, то вторая тоже повышает;
- стратегия повышения оплаты в любой момент времени независимо от действий других участников [69].

В результате применения первой стратегии максимальный выигрыш $PV_1(p)$ фирмы составит

$$PV_1(p) = s_1 + s_1 p \delta + s_1 p^2 \delta^2 + \dots = \frac{s_1}{1 - \delta p}, \quad (10)$$

где s_1 – сумма, уплаченная за лом предприятием, назначившим высокую закупочную цену при условии, что другое предприятие тоже назначило высокую цену;

p – вероятность взаимодействия предприятий в будущем, т.е. для момента времени t вероятность взаимодействия в момент времени $t + 1$;

δ – дисконтирующий множитель, связанный со ставкой дисконтирования: $\delta = 1/(1 + i)$, i – ставка дисконтирования, определяемая экспертами, которая учитывает риск получить лом более бедного состава, чем заявлено поставщиком.

Если предприятие применит второй вариант, то его выигрыш $PV_2(p)$ составит:

$$PV_2(p) = s_2 + s_4 p \delta + s_4 p^2 \delta^2 + \dots = s_2 - s_4 + \frac{s_4}{1 - \delta p}, \quad (11)$$

где s_2 – сумма, уплаченная за лом предприятием, повысившим закупочную цену при условии, что другое предприятие цену не повышало;

s_4 – сумма, уплаченная за лом предприятием, не повысившим закупочную цену при условии, что другое предприятие также не повышало цену.

Убывание значений членов приведенных числовых рядов имеет эмпирический смысл и означает повышение устойчивости общего результата покупок.

Таким образом, выбор стратегии зависит от соотношения выигрышей по каждому из них. Преобразуя формулы (10) и (11), получаем выражения вида $p\delta$ и $\frac{s_2 - s_1}{s_2 - s_4}$. Обозначим $r = \frac{s_2 - s_1}{s_2 - s_4}$. По оценкам экспертов, в качестве которых

выступили должностные лица предприятия по переработке вторичного полиметаллического сырья, целесообразно принять вероятность взаимодействия предприятий в будущем $p = 0,9$, ставку дисконтирования $i = 0,2$, соответственно, дисконтирующий множитель $\delta = 0,83$, а соотношение разностей выигрышей $r \approx 0,8$, так как рынок электронного лома достаточно стабилен, и при незначительном повышении оплаты объем предлагаемого лома не может быть резко увеличен. Следовательно, предприятию выгодно первым применить вариант повышения цены. Рекомендуется увеличивать закупочную цену на 10–20 %, чтобы не вызвать ценовой войны. Для предприятия, не доминирующего на рынке, применение стратегии опережающего повышения закупочной цены может стать элементом основы методологии планирования деятельности предприятия.

На рынке закупки электронного лома как сырья для переработки взаимодействие предприятий происходит в виде некооперативного взаимодействия: если на рынок поступает крупная партия электронных отходов, то каждая фирма заинтересована в ее получении, и если один завод купит конкретную партию, то другой лишается этой возможности. Если поставщик рассматривает n предприятий в качестве потенциальных переработчиков, готовых купить предлагаемую им партию, то начальная вероятность ее закупки для каждого предприятия равна $1/n$. Вероятность закупки может увеличиться под влиянием определенных управляющих воздействий, как:

p_1 – наличие у предприятия финансовых возможностей для повышения закупочной цены на лом;

p_2 – территориальная доступность для поставщика, приемлемый для него размер транспортного тарифа;

p_3 – возможность комплексной переработки любого состава лома;

p_4 – возможность принять груз, прибывший по железной дороге;

p_5 – возможность переработки большого объема электронных отходов;

p_6 – дружественные отношения руководства предприятия с организацией, готовой привезти лом;

p_7 – размер расходов на страхование отправляемой партии лома.

Возникает необходимость оценить влияние управляющих воздействий на результативность закупки лома с помощью интегрального показателя эффективности, учитывающего эффективность воздействия каждого из факторов. «Для построения обобщенного показателя эффективности в работе используется функция желательности Харрингтона. Натуральные значения частных показателей эффективности преобразуются в безразмерную шкалу желательности. Назначение данной шкалы заключается в том, чтобы установить соответствие между физическими и психологическими параметрами» [148-151] (таблица 18).

Таблица 18 – Стандартные отметки на шкале желательности Харрингтона

Желательность	Отметки на шкале желательности
Очень хорошо	1,00 – 0,80
Хорошо	0,80 – 0,63
Удовлетворительно	0,63 – 0,37
Плохо	0,37 – 0,20
Очень плохо	0,20 – 0,001

«Значения шкалы желательности Харрингтона лежат в интервале от 0 до 1 и обозначаются d (*desirable* – желательный). Значение j -го частного параметра p_j , преобразованное в шкалу желательности, называется частной желательностью и обозначается как d_j . После того как частные параметры p_j переведены в свои желательности d_j , может быть сформирована обобщенная функция желательности. Обычно ее рассчитывают как среднее геометрическое частных желательностей» [151].

Результативность закупки партии лома предлагается оценить модифицированным обобщенным показателем эффективности с использованием весовых коэффициентов, отражающих разную значимость частных показателей эффективности и вклад каждого из них в окончательное

решение. Для этого вычисляется среднее геометрическое взвешенное частных желательностей. В этом случае применяется формула (12):

$$D = \left(\prod_{j=1}^7 (d_{p_j})^{\gamma_j} \right)^{1/\sum_{j=1}^7 \gamma_j} = ((d_{p_1})^{\gamma_1} (d_{p_2})^{\gamma_2} (d_{p_3})^{\gamma_3} (d_{p_4})^{\gamma_4} (d_{p_5})^{\gamma_5} (d_{p_6})^{\gamma_6} (d_{p_7})^{\gamma_7})^{1/\sum_{j=1}^7 \gamma_j} \quad (12)$$

где γ_j – значения весового вектора,

D – обобщенный показатель эффективности.

В работе для определения весовых коэффициентов предлагается метод, основанный на мнении экспертов о парном сравнении частных показателей эффективности. «Для удобства сравнения критериев эффективности обычно используется шкала качественных описаний уровней важности, далее каждому уровню ставится в соответствие определенное число» [151]. В таблице 19 приводится возможная шкала уровней важности, которую удобно использовать для сравнения показателей эффективности.

Таблица 19 – Шкала уровней важности

Уровень важности	Количественное значение
Равная важность	1
Умеренное превосходство	2
Существенное превосходство	3
Значительное превосходство	4
Очень большое превосходство	5

«На следующем этапе выполняются попарные сравнения элементов каждого уровня, при этом результаты сравнений переводятся в числа» [151]. Результаты экспертных сравнений семи показателей эффективности, исходя из их уровней важности, представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Матрица сравнений показателей эффективности

Показатель эффективности	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7
p_1	1	3	4	4	3	3	5
p_2	1/3	1	3	3	3	4	4
p_3	1/4	1/3	1	2	2	1/2	3
p_4	1/4	1/3	1/2	1	2	1/2	2
p_5	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1/2	3
p_6	1/3	1/4	2	2	2	1	3
p_7	1/5	1/4	1/3	1/2	1/3	1/3	1

Весовые коэффициенты определяются путем нормализации собственных векторов по каждому показателю эффективности. Для вычисления собственного вектора матрицы извлекается корень n -й степени (где n – размерность матрицы) из произведений элементов каждой строки матрицы сравнений. Результаты расчета весовых коэффициентов представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Весовые коэффициенты показателей эффективности

Показатель эффективности	Собственный вектор	Весовой вектор
p_1	2,99	0,34
p_2	2,034	0,23
p_3	0,906	0,10
p_4	0,701	0,08
p_5	0,635	0,07
p_6	1,104	0,13
p_7	0,369	0,04

После подстановки значений весового вектора из таблицы 23 в формулу (12), получим формулу (13) для расчета обобщенного показателя эффективности в следующем виде:

$$D = (d_{p_1})^{0,34} (d_{p_2})^{0,23} (d_{p_3})^{0,1} (d_{p_4})^{0,08} (d_{p_5})^{0,07} (d_{p_6})^{0,13} (d_{p_7})^{0,04} \quad (13)$$

Для предприятия, располагающего дополнительной прибылью и возможностью увеличить закупочную цену, предлагается принять следующие значения для эффективности факторов, влияющих на вероятность закупки (согласно экспертным оценкам):

$$d_{p_1} = 0,9; d_{p_2} = 0,6; d_{p_3} = 0,6; d_{p_4} = 0,4; d_{p_5} = 0,5; d_{p_6} = 0,8; d_{p_7} = 0,4.$$

Тогда обобщенный показатель эффективности получит значение $D = 0,67$, и таким образом будет оценена результативность закупки с учетом воздействия управляющих факторов по сравнению с первоначальной вероятностью $1/n$.

Для оценки эффективности закупки поступившей на рынок партии сырья создана экономико-математическая модель с целевой функцией $y = (D - 1/n) \rightarrow \max$, где D – интегральный показатель эффективности, $1/n$ – первоначальная вероятность закупки, $D > 0, n > 0$. Чем больше значение y , тем больше результативность закупки.

Предлагаемый критерий дает возможность предприятию более точно оценить результативность применения стратегии опережающего увеличения уровня оплаты сырья и использовать ее в тех случаях, когда предприятие заинтересовано в закупке конкретной партии лома. Например, когда производственные мощности недостаточно загружены или происхождение лома предполагает высокое содержание ценных компонентов (отходы ЭВМ типа IBM, транзисторные стеклянные изоляторы или печатные платы). В определенных ситуациях предприятие может отказаться от участия в игре по закупке, когда установившееся ценовое равновесие обеспечивает бесперебойную работу в ближайшем будущем благодаря образовавшимся складским ресурсам или же на рынке предлагается бедное по составу сырье [2,150].

Математическая модель прогноза выручки в зависимости от фактического содержания ценных компонентов в ломе

Предложенная технология дает возможность комплексного дифференцированного извлечения ценных компонентов из электронного лома, обеспечивая при этом высокую степень извлечения. Показатели производительности данной технологии для каждого из шести составов лома см. в таблице 13. В производственных условиях на перерабатывающий завод может поступать лом, несколько отличающийся по составу от усредненных показателей содержания драгоценных и цветных металлов по каждому из шести составов (см. таблицу 11). Поскольку в данной работе используется классификация лома по его происхождению, то конкретный состав сырья, поступивший на завод, в любом случае будет отнесен к одной из шести категорий, но фактическое содержание ценных компонентов устанавливается после выполнения измерений химического состава проб (анализа) электронного лома и отходов. После определения фактического содержания каждого из ценных компонентов лома стоимость каждого металла, содержащегося в данном составе устанавливается, базируясь на текущем уровне рыночных цен на каждый компонент.

Математическая модель прогноза выручки от переработки каждого состава в зависимости от стоимости компонентов была разработана методом корреляционно-регрессионного анализа [150, 152–154]. В зависимости от содержания металла в ломе, показателей извлечения, определенных с помощью расчета материального баланса (приложение А), и текущих цен на каждый компонент рассчитывается предполагаемая выручка от реализации готовых продуктов, полученных из конкретного состава [147]. На основе данных предварительной статистики, сгенерированных с 10 %-ным разбросом от составов лома по таблице 8, для каждого состава получены коэффициенты уравнения регрессии и определена их значимость. Пусть

y_i – выручка от переработки i -го состава, на 1 т, тыс.руб.;

x_j – стоимость компонента в ломе, $j=1, \dots, 6$ (1 – Au, 2 – Ag, 3 – Cu, 4 – Pb, 5 – Sn, 6 – Pt–Pd);

где i – номер состава лома согласно принятой в работе классификации, $i = 1, \dots, 6$.

Тогда:

Для состава 1 прогноз выручки определяется по следующему уравнению

$$y_1 = 56,1 + 12,63x_1 + 7,92x_2 + 6,18x_3 + 1,31x_4 + 9,63x_5 + 9,02x_6$$

Сила влияния показателей x_j на выручку:

$$t_1 = 4,6; t_2 = 3,7; t_3 = 1,97; t_4 = 1,98; t_5 = 2,13.$$

Наиболее значимы $x_1 > x_2 > x_5$, т.е. наибольшее влияние на выручку оказывает содержание Au и Ag.

Оценка среднеквадратичного отклонения составит $S^2 = 0,07$.

Для состава 2 прогноз выручки определяется по уравнению:

$$y_2 = 4,07 + 9,51x_1 + 8,07x_2 + 31,72x_3 + 0,86x_4 + 1,17x_5 + 9,47x_6$$

Сила влияния показателей x_j на выручку:

$$t_1 = 4,7; t_2 = 3,9; t_3 = 1,97; t_4 = 1,97; t_5 = 1,97; t_6 = 5,0$$

Наиболее значимы $x_6 > x_1 > x_2$, т.е. наибольшее влияние на выручку оказывает содержание Pt–Pd, Au и Ag.

Оценка среднеквадратичного отклонения составит $S^2 = 0,11$.

Для состава 3 прогноз выручки определяется по уравнению:

$$y_3 = 12,79 + 7,25x_1 + 18,56x_2 + 15,71x_3 + 2,32x_4 + 5,91x_5 + 8,85x_6$$

Сила влияния показателей x_j на выручку:

$$t_1 = 3,8; t_2 = 3,4; t_3 = 3,1; t_4 = 1,97; t_5 = 2,1; t_6 = 3,6$$

Наиболее значимы $x_1 > x_6 > x_2 > x_3$, т.е. наибольшее влияние на выручку оказывает содержание Au, Pt–Pd, Ag и Cu.

Оценка среднеквадратичного отклонения составит $S^2 = 0,09$.

Для состава 4 прогноз выручки определяется по уравнению

$$y_4 = 23,9 + 8,62x_1 + 17,31x_2 + 7,73x_3 + 4,62x_4 + 7,64x_5 + 7,67x_6$$

Сила влияния показателей x_j на выручку:

$$t_1 = 4,7; t_2 = 4,1; t_3 = 1,97; t_4 = 1,97; t_5 = 1,98; t_6 = 4,4$$

Наиболее значимы $x_1 > x_6 > x_2$, т.е. наибольшее влияние на выручку оказывает содержание Au, Pt–Pd и Ag.

Оценка среднеквадратичного отклонения составит $S^2 = 0,12$.

Для состава 5 прогноз выручки определяется по уравнению

$$y_5 = 6,98 + 15,74x_1 + 5,75x_2 + 3,65x_3 + 2,75x_4 + 4,85x_5$$

Сила влияния показателей x_j на выручку:

$$t_1 = 4,7; t_2 = 4,3; t_3 = 4,1; t_4 = 1,97; t_5 = 2,3$$

Наиболее значимы $x_1 > x_2 > x_3$, т.е. наибольшее влияние на выручку оказывает содержание Au, Ag и Cu.

Оценка среднеквадратичного отклонения составит $S^2 = 0,13$.

Для состава 6 прогноз выручки определяется по уравнению

$$y_6 = 16,41 + 9,38x_1 + 15,63x_2 + 10,74x_3 + 12,6x_4 + 8,31x_5 + 12,51x_6$$

Сила влияния показателей x_j на выручку:

$$t_1 = 5,2; t_2 = 3,1; t_3 = 1,98; t_4 = 1,97; t_5 = 1,99; t_6 = 4,7$$

Наиболее значимы $x_1 > x_6 > x_2$, т.е. наибольшее влияние на выручку оказывает содержание Au, Pt–Pd и Ag.

Оценка среднеквадратичного отклонения составит $S^2 = 0,07$.

Таким образом, после поступления партии электронных отходов на перерабатывающий завод, предприятие может установить в ней точное содержание ценных компонентов и определить предполагаемый объем выручки от их извлечения и реализации [2].

Алгоритм формирования оплаты сырья

В настоящее время на предприятиях, закупающих электронный лом для последующей переработки, принята следующая система расчетов с поставщиками: при поступлении лома на перерабатывающий завод производится оплата 50 % заявленного поставщиком содержания золота в ломе, после переработки данной партии производится окончательный расчет согласно фактическому содержанию золота. Имеют место случаи, когда

содержание золота оказывается столь низким, что после переработки лома итоговый расчет не производится.

В настоящей работе предлагается использовать алгоритм формирования оплаты сырья, стимулирующий поставщика сдавать лом применяющему данную методику предприятию. Прогнозируя выручку от переработки конкретного состава с извлечением всех ценных компонентов, предприятие имеет возможность увеличивать стоимость лома на рынке ресурсов.

Предлагается ввести двухуровневую систему оплаты за поступивший лом:

- первый этап: оплата партии лома по цене, равной базовой за определенный состав плюс 10 % от базовой цены после опробования при поступлении его на предприятие;

- второй этап: оплата по итогам поставки, исходя из прогнозируемой выручки. Если содержание ценных компонентов в данном составе не ниже усредненных показателей для этого состава, то выполняется оценка предполагаемой выручки от реализации всех содержащихся ценных компонентов согласно построенной регрессионной модели. Коэффициент повышения цены предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$\text{Коэффициент повышения цены} = \frac{Vp(\text{КИС})}{Vp(\text{Au} + \text{Ag})} \times (1 + \alpha), \quad (14)$$

где $Vp(\text{КИС})$ – выручка, получаемая от реализации всех ценных компонентов лома;

$Vp(\text{Au} + \text{Ag})$ – выручка, получаемая от традиционного извлечения золота и серебра.

α – ситуационный показатель, определяемый экспертами, зависящий от уровня конкурентной борьбы на рынке, от типа сырья и от наличия данного типа сырья на рынке.

Значение α предлагается принимать в пределах от 0 до 1. Чем более предприятие заинтересовано в приобретении лома определенного типа, тем большее значение рекомендуется присваивать этому показателю.

Оплату второго этапа поставщику за данную партию сырья предлагается рассчитывать следующим образом (формула 15):

$$\text{Дополнительная оплата} = \text{Базовая цена за состав} \times (\text{Коэффициент повышения цены} - \text{коэффициент предварительной надбавки}). \quad (15)$$

Если содержание ценных компонентов в поступившем составе ниже показателей усредненного состава данной категории, то производится окончательный расчет согласно содержанию золота. Графическое изображение алгоритма формирования оплаты показано на рисунке 9.



Рисунок 9 – Алгоритм формирования оплаты электронного лома

Введение повышающего коэффициента и коэффициента изменения стоимости золота позволит адаптировать существующую методику ценообразования к рыночным условиям. Применение предложенных рекомендаций по методике оплаты сырья мотивирует поставщиков сдавать лом на предприятие, предлагающее более привлекательные условия закупки, в том

числе и условия оплаты. Таким образом, будет сделан значительный шаг в решении проблемы привлечения поставщиков сырья на предприятия. Использование усовершенствованной методики даст возможность предприятию управлять объемами поставок сырья и тем самым повысить эффективность управления хозяйственной деятельностью [2,156-158].

3.3 Оценка изменения экономических показателей предприятия в результате применения схемы комплексного использования сырья и политики управления поставками

Анализ экономических показателей применения схемы комплексной переработки электронного лома позволил установить, что в результате ее применения на предприятии вторичной металлургии драгоценных металлов экономические показатели предприятия значительно повысятся. Согласно принятой методике, на предприятии вторичных драгоценных металлов при получении небольшого количества попутной продукции калькуляция себестоимости продукции производилась методом исключения затрат. Если производить расчет себестоимости золота тем же методом с использованием технологии комплексной переработки, то значение себестоимости составит отрицательную величину, поскольку количество и стоимость попутной продукции достаточно велики. По этой причине величина себестоимости 1 кг золота при комплексном извлечении в данном исследовании не приводится. Увеличение выручки при условии реализации всей полученной продукции может составить до 246 %.

В ходе исследования было установлено, что непостоянное эпизодическое повышение закупочной цены предприятием, не доминирующим на рынке, не приводит к ценовой войне. Таким образом, решается задача увеличения объема закупки сырья без провоцирования ценовой войны [2,159-160].

По данным предприятия, применившего в своей хозяйственной деятельности предложенные рекомендации, использование элементов теории игр в методике принятия решений в области планирования бизнес-процессов предприятия и предложенных рекомендаций по методике оплаты сырья дает возможность увеличить объем закупок на 12 %, при этом увеличения равновесных рыночных цен не последовало. Опытными промышленными испытаниями результатов диссертационной работы, подтвержденными соответствующим актом (приложение В) установлено, что в сочетании с применением рекомендованного механизма оплаты сырья, а именно при повышении на первом этапе закупочной цены на электронный лом на 10 %, предприятие получит возможность увеличить объем закупок сырьевых ресурсов. Соответственно, увеличится объем переработки сырья, что является важнейшим фактором для изменения прибыли [161]. Кроме того, повышается эффективность используемого оборудования. В течение марта–апреля 2012 г. автором были оповещены сдатчики сырья о проведении акции по повышению на 10 % уровня оплаты лома в мае. Результаты показали, что за май объём поставляемого сырья повысился на 12 % и составил 14,4 тонны электронного лома. При этом прибыль увеличилась на 14 % и составила 525 тыс. руб.

Выводы

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что применение предприятием, не доминирующим на рынке, стратегии родственной диверсификации на основе технологической схемы по переработке многокомпонентного электронного лома позволит существенно улучшить экономические показатели. В результате анализа экономических данных о результатах применения схемы комплексной переработки установлено, что повышение закупочной цены на лом не оказывает значительного влияния на прибыль, намного большее значение имеет увеличение объемов переработки. Поэтому для продвижения предприятия к лидирующему положению крайне

важно увеличивать объемы переработки, главным образом, тех составов, которые содержат наибольшее количество драгоценных металлов, а именно, составов 2 и 6. Предприятие, получающее дополнительную прибыль в результате применения схемы комплексного использования сырья, имеет возможность направить ее часть на привлечение поставщиков. Для реализации политики управления поставками разработан алгоритм формирования оплаты сырья и политика дополнительной мотивации поставщиков, которые учитывают особенности состава лома, ситуацию на рынке и изменение цены на золото. Разработан интегральный показатель, позволяющий оценивать результативность закупки партии сырья, учитывающий оценку наиболее значимых управляющих воздействий. Предлагается эпизодически увеличивать закупочные цены на важные для предприятия составы лома, а также скорректировать окончательный расчет с поставщиком в зависимости от содержания в ломе ценных компонентов и изменения цен с момента поставки. Представлены регрессионные уравнения, позволяющие оценить выручку, полученную при использовании технологии комплексной переработки. В алгоритм формирования оплаты введен определяемый экспертами ситуационный показатель, который отражает заинтересованность предприятия в покупке конкретной партии сырья. Применение предприятием, не доминирующим на рынке, технологии комплексного использования сырья и алгоритма формирования оплаты даст возможность повысить эффективность используемого оборудования, а также управлять объемами закупок сырьевых ресурсов, что является важнейшим фактором для повышения эффективности хозяйственной деятельности.

Работа выполнена в соответствии с Государственным контрактом № 02.740.11.0687 от «29» марта 2010 г. по теме: «Разработка ресурсосберегающих технологических процессов извлечение цветных, редких и благородных металлов из многокомпонентных материалов электронного лома и химических источников тока» и с договором с ОАО «ЩЗ ВДМ» «Разработка технологии извлечения цветных металлов из низкопробного вторичного лома». По данным

предприятия, применившего данные рекомендации по стратегии принятия решений в области обеспечения производства ресурсами, использование элементов теории игр в сочетании с рекомендованным механизмом формирования оплаты сырья позволило увеличить объем закупок сырья на 12%.

В диссертационной работе на основании выполненных исследований осуществлено решение важной научно-практической задачи разработки экономического механизма обеспечения сырьем не доминирующих на олигополистическом рынке предприятий вторичной металлургии драгоценных металлов за счет эффективного управления поставками ресурсов и комплексной их переработки. Применение новых подходов к технологическим процессам переработки позволило реализовать стратегию обеспечения процесса рациональных закупок и увеличить объем сырья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе на основании выполненных исследований осуществлено решение важной научно-практической задачи разработки экономического механизма обеспечения необходимым по объему и качеству сырьем предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов, что позволяет улучшить экономические показатели и повысить эффективность хозяйственной деятельности. Применение предложенных подходов к принятию решений по оперативному управлению поставками позволило реализовать стратегию обеспечения процесса рациональных закупок и увеличить объем вторичного золотосодержащего сырья. Разработанные алгоритмы и механизм рекомендуются предприятиям металлургического комплекса, не доминирующим на олигополистическом рынке.

Основные результаты, полученные лично автором:

1 Осуществлен комплексный анализ особенностей и тенденций развития рынка вторичной металлургии драгоценных металлов. Выявлены следующие особенности: увеличение объема электронного лома, который необходимо перерабатывать, тенденция превышения спроса на драгоценные металлы над их предложением, благоприятная ценовая конъюнктура рынка.

2 Определены наиболее значимые факторы, влияющие на результативность переработки партии вторичного золотосодержащего сырья.

3. Для оценки результативности закупки построена экономико-математическая модель на основе максимизации разницы между разработанным интегральным показателем на основе функции Харрингтона, который обобщает влияние управляющих на закупку воздействий, и первоначальной вероятностью закупки партии вторичного золотосодержащего сырья.

4. Разработан выбор стратегии взаимодействия не доминирующего на олигополистическом рынке предприятия с конкурентами и поставщиками ресурсов в условиях неопределенности рынка.

5. Разработан алгоритм формирования оплаты сырья, учитывающий особенности состава электронного лома, ситуацию на рынке и изменение цен на конечный продукт. Представлены регрессионные уравнения, позволяющие оценить выручку, полученную от применения схемы комплексного использования сырья. Предложен определяемый экспертами ситуационный показатель, который отражает заинтересованность предприятия в покупке конкретной партии сырья.

6. Сформирован экономический механизм обеспечения сырьем не доминирующих на олигополистическом рынке предприятий вторичной металлургии драгоценных металлов.

7. Результаты исследования апробированы на Щелковском заводе вторичных драгоценных металлов. Использование разработанного механизма обеспечения сырьем позволило увеличить объем закупаемого сырья на 12 %, при этом увеличения равновесных рыночных цен не последовало. Повышение прибыли предприятия за период применения предложенной модели составило 41 %.

Разработанные методические подходы целесообразно применять на предприятиях горно-металлургического комплекса, которые осуществляют переработку сырья с незначительным содержанием полезных компонентов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Мировой рынок золота // Мировая экономика. – URL : <http://www.ereport.ru/articles/commod/gold.htm> (дата обращения 03.06.2016).
- 2 **Костюхин Ю.Ю.** Разработка стратегии улучшения экономического состояния предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов : моногр. / Ю.Ю.Костюхин, Г.В.Кружкова, С.И.Рогов, Л.С.Стрижко.– М.: Изд. дом МИСиС, 2014. – 216 с.
- 3 Мировые запасы золота // Инфографика – URL : http://info-graphic.ru/news/mirovye_zapasy_zolota/2011-06-03-936 (дата обращения 03.06.2016).
- 4 Ежегодный доклад союза золотопромышленников «Золото – 2017» // Золото и технологии. – URL : <http://zolteh.ru/results/obzor-raboty-zolotodobyvayushhej-otrasli-v-rf-po-itogam-2016-goda/> (дата обращения 25.10.2017).
- 5 Состояние и использование минерально–сырьевых ресурсов Российской Федерации // ИАЦ «Минерал». – URL : http://www.mineral.ru/Facts/russia/147/406/17_au.pdf (дата обращения 18.06.2016).
- 6 Российское золото – минерально–сырьевая база // Энциклопедия финансиста. – URL : <http://www.reasonablefinance.ru/dragotsennie-kamni-i-metalli/rossiyskoe-zoloto-mineralno-sirevaya-baza.html> (дата обращения 27.10.2017).
- 7 Месторождения золота в России // Экологический центр «Экосистема». – URL : http://www.ecosystema.ru/08nature/min/1_6_1_1_4.htm (дата обращения 12.03.2017).
- 8 Добыча золота в России в 2015 году // Информ.–аналит. сайт gold.ru. – URL :

- <http://gold.ru/articles/news/dobycha-zolota-v-rossii-v-2011-godu-vyrosla-na-4-7-procentov.html> (дата обращения 03.03.2016).
- 9 Мировой рынок золота // Центр экономического анализа и экспертизы. – URL : <http://www.ceae.ru/The-commodity-markets4.htm> (дата обращения 03.03.2017).
 - 10 Курс золота за десятилетие // Актуальный курс золота : Аналитика, советы инвесторам, новости, котировки золота, прогноз цены. – URL : <http://www.kurszolota.ru> (дата обращения 03.03.2016).
 - 11 Past historical London fix // Kitco metals Inc. – URL: <http://www.kitco.com/charts/historicalgold.html> (дата обращения 03.08.2016).
 - 12 Historical gold // Kitco metals Inc. – URL : http://www.kitco.com/scripts/hist_charts/yearly_graphs.plx (дата обращения 21.03.2016).
 - 13 Прогноз цен на золото в 2017 году // Инвестиции в России. – URL : <http://www.investmentrussia.ru/rinok-investitsii/tovarnie-rinki/prognoz-tzen-na-zoloto-2013.html>(дата обращения 03.03.2016).
 - 14 Обзор мирового рынка золота // Внешпромбанк. – URL : <http://vpb.aic.ru/upload/iblock/49a/world.pdf>(дата обращения 24.06.2016).
 - 15 Мировые рынки золота // Валютный рынок – аналитика Форекс. – URL : http://forexaw.com/TERMs/Exchange_Economy/International_Exchange/Commodity_Exchange/1809_%D0%9C%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B8_%D0%B7%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0_Global_markets_gold(дата обращения 22.03.2016).
 - 16 Золото: финишный рывок? // Информ. агентство Metaltorg.ru – URL : <http://www.metaltorg.ru/analytics/prec/?id=484> (дата обращения 14.03.2017).
 - 17 Особенности мирового рынка золота // Мировая экономика. – URL : <http://www.ereport.ru/articles/commod/gold.htm>(дата обращения 12.03.2017).

- 18 Открытие/брокер – URL:
http://bullion.ru/reports/otkritie/week/precious_metals_week.pdf (дата обращения 12.03.2016).
- 19 Обзор рынка серебра в СНГ // Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов, металлургии и химической промышленности. – URL :
http://www.marketing-services.ru/imgs/goods/808/rynok_serebra.pdf (дата обращения 03.03.2016).
- 20 Silver statistics and information // US geological survey. – URL :
<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/silver> (дата обращения 03.03.2017).
- 21 Среднегодовые цены на важнейшие виды минерально-сырьевой продукции // ИАЦ «Минерал». – URL :
<http://www.mineral.ru/Facts/Prices/148/466/index.html> (дата обращения 03.03.2016).
- 22 Обзор мирового рынка серебра // Информ. агенство Metaltorg.ru – URL :
<http://www.metaltorg.ru/analytics/publication/index.php?id=3915> (дата обращения 03.03.2017).
- 23 Перспективы рынка платины и палладия // Портал трейдеров FinStockClub. – URL :
<http://finstockclub.ru/forum/showthread.php?s=8f024456e80b2abf0086ce9d84604e5b&p=93417> (дата обращения 25.09.2016).
- 24 Программа ООН по устойчивому развитию // Цели в области устойчивого развития. – URL:
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/issues/prosperity/sustainable-consumption-production/> (дата обращения 23.01.2017).
- 25 **Стрижко Л.С.** Извлечение цветных и благородных металлов из электронного лома / Л.С. Стрижко, С.И.Лолейт. – М. : Изд. Дом «Руда и металлы», 2009. – 160 с.

- 26 Федеральный закон РФ от 26.03.1998 № 41–ФЗ «О драгоценных металлах и драгоценных камнях» (с последующими измен. и доп.).
- 27 **Стрижко Л.С.** Металлургия золота и серебра / Л.С. Стрижко. – М. : МИСиС, 2001.
- 28 Электронные отходы // Гринпис России. – URL : <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/toxics/e-waste> (дата обращения 21.02.2014).
- 29 Методика проведения работ по комплексной утилизации вторичных драгоценных металлов из отработанных средств вычислительной техники : утв. Гос. комитетом Рос. Федерации по телекоммуникациям 19.10.1999.
- 30 **Карпухин А.И.** Перспективные технологии аффинажа благородных металлов // А.И. Карпухин, И.И. Стелькина, С.Г. Рыбкина [и др.] // Цветные металлы. – 2001. – № 5. – С. 29–31.
- 31 Металлургия благородных металлов / И.Н. Масленицкий, Л.В. Чугаев, В.Ф. Борбат и др. – М. : Metallurgy, 1987. – 432 с.
- 32 Переработка вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы / под ред. Ю.А. Карпова. – М. : ОАО «Гиналмаззолото», 1996. – 290 с.
- 33 **Лолейт С.И.** Разработка экологически чистых технологий комплексного извлечения благородных и цветных металлов из электронного лома : дис. ... д-ра техн. наук / С.И. Лолейт. – М., 2009.
- 34 **Погосян А.Т.** Разработка оптимальной технико-экономической структуры переработки электронного лома : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.Т. Погосян.. – Москва, 2007. – 24 с.
- 35 **Мамонов С.Н.** Процессы химического осаждения в аффинаже золота и серебра : автореф. дис. ... канд. техн. наук / С.Н. Мамонов. – Красноярск, 2000. – 20 с.
- 36 Материалы фирм и компаний: Herauers (ФРГ) , Degussa (ФРГ) , Handy and Harman (США) , Johnson Matthey (Великобритания) , Tanaka Kikinzoku Kogyu KK (Япония) , SIPI of Metal Corp. (США), Rand

- Refinery LTD (ЮАР) , Behr Precious Metals (США). // М.: ОНТИ :
Гиналмаззолото. 2005. – 67 с.
- 37 **Карпов Ю.А.** Проблемы пробоотбора, пробоподготовки и анализа вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы / Ю.А. Карпов // Заводская лаборатория. – 1996. – № 10. – с.4–7.
- 38 **Котляр Ю.А.** Metallurgy благородных металлов / Ю.А Котляр. М.А Меретуков., Л.С. Стрижко. – М. : Изд. дом «Руда и металлы», 2005. – с. 85–102.
- 39 **Карпухин А.И.** Пуск и освоение технологии аффинажа золота на Колымском аффинажном заводе / А. И. Карпухин, И.И. Стелькина, Л.А. Медведева [и др.] // Цв. металлы. – 1999. – № 10. – С. 21–23.
- 40 **Лексин В.Н.** Экономика комплексного использования сырья в цветной металлургии / В.Н. Лексин., А.Г. Токарева. – 2-е изд. – М. : Металлургия, 1976. – 224 с.
- 41 **Marsden J.** The chemistry of gold extraction. / J. Marsden, L. House //Ellis Horwood, N.Y.– 1992. – p.157–160.
- 42 **Nicol M.** Extractive metallurgy of gold. / M. Nicol, C. Flemming, R. Paul –Ed.G.Stanley.SAIMM, Johannesburg, 1987, 831 p.
- 43 **Сафонов В.Л.** Организация, нормирование и оплата труда на предприятиях металлурго–машиностроительного комплекса / В.Л. Сафонов, Ю.Ю. Костюхин. – М. : Изд. дом «Руда и металлы», 2007. – 200 с.
- 44 **Голдратт Э.М., Кокс Д.** Цель. Процесс непрерывного совершенствования — Минск: Попурри, 2009.
- 45 **Детмер У.** Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию — М.:«Альпина Паблишер», 2010.
- 46 **Вакуленко Р.Я.** Стратегическое планирование на промышленном предприятии как фактор его эволюции / Р.Я Вакуленко, И.В. Логинова, Е.В. Новоселов // Стратегическое управление предприятием : материалы рос. научно–практич. конф. – Н. Новгород, 2004. – С. 33–39.

- 47 **Квинт В.Л.** Разработка стратегии: мониторинг и прогнозирование внутренней и внешней среды // Управленческое консультирование. – 2015. - №7. – с.6-11.
- 48 **Квинт В.Л.** Бизнес и стратегическое управление. // Лекция. - Сер. Избранные лекции университета - Выпуск 114. – Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов. – 2010.
- 49 **Дмитриева Т. Н.** Об оценке эффективности системы управления предприятием / Т. Н. Дмитриева. // Экономинфо. – Воронеж. – 2004. – № 2. – С. 6–9.
- 50 **Анциборко К. В.** Математические модели управления производственной и финансовой устойчивостью промышленного предприятия : автореф. дис. ... канд. экон. наук. / К.В. Анциборко. – М., 2007. – 23 с.
- 51 **Давыдова Т. Ю.** Модели описания и оптимизации процессов развития и функционирования производственных предприятий / Давыдова Т. Ю. // Изв. Тульск. гос. ун-та. Сер. Технол. машиностр. – 2006.
- 52 **Филобокова Л.Ю.** Конкурентоспособность, рыночная, финансовая и экономическая устойчивость малого предпринимательства: сущность, методические подходы к оценке / Л.Ю. Филобокова // Экон. анализ: теория и практи. – 2010. – № 42. – С. 2–13.
- 53 **Абдуллаев Н. В.** Конфликты в экономике: теория и методология анализа : автореф. дис. ... канд. экон. наук / Н.В. Абдуллаев. – СПб, 2006. – 18 с.
- 54 **Sementelli A.** Managing blurred environments / Sementelli A. // Admin. and Soc. – 2007. – 38, № 6. – С. 709–728.
- 55 **Принятие решений в условиях неопределенности : Вопросы моделирования : межвуз. науч. сб. / Уфим. гос. авиац.-техн. ун-т; – Уфа : УГАТУ, 2004. – Вып. 1. – 260 с.**
- 56 **Математические методы в технике и технологии. Международная научная конференция : сб. науч. тр. ; под ред. В.С. Балакирева. –Ярославль : ЯГТУ, 2007. – Т. 8. – 243 с.**

- 57 **Загидуллин Р. Р.** Теоретические основы планирования процессов предприятия // Автоматизированные технологии и производства – 2017.–№1. – С. 28–35.
- 58 **Фрезоргер Н.** Тактика и стратегия ценообразования // Фин. менеджер. – 2007. – № 8. – С. 45–58.
- 59 **Зотов И.В., Яровый А.В.** Методология стратегического планирования на основе системно-динамического моделирования бизнес-процессов предприятия // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №1 (2015) – URL.<http://naukovedenie.ru/PDF/18TVN115.pdf> (дата обращения 30.11.2017).
- 60 **Катаев М.Ю., Емельяненко В.А., Емельяненко А.А.** Система стратегического и тактического планирования деятельности промышленного предприятия на основе бизнес-процессов.// Вестник НГУ. Социально-экономические науки. – 2012.–Том 12. – Выпуск 2.
- 61 **Markowitz H. M.**, Mean Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets. – Basil. – Blackwell. – 1990.
- 62 **Мартынов В.В., Старцева Ю.А.** Стратегическое планирование бизнес процессов. // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2006. – том 8. – Номер 5.
- 63 Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учебное пособие / А.И.Алексеева, Ю.В.Васильев, А.В.Малеева, Л.И.Ушвицкий. – М.: Финансы и статистика, 2006.
- 64 **Павлов И.А., Пельмская И.С.** Управление бизнес-процессом планирования на промышленном предприятии. // Сборник докладов XI Международной конференции Российские регионы в фокусе перемен. – Екатеринбург, 2017 .
- 65 **Богачев С. П.** Разработка основ теории трехфакторного (социальнозависимого) ценообразования / С. П. Богачев // Аудит и фин. анализ. – 2006. – № 4. – С. 261–269.

- 66 **Беззубов Ю. В.** Рациональные контрактные цены на товарных и финансовых рынках / Ю.В. Беззубов, А. Б. Овчаров, В.Ю. Хатьков // Газовая пром-сть. – 2006. – № 1. – С. 46–48, 96.
- 67 **Вереникин А.** Общность принципов ценообразования на конкурентных и монополизированных рынках / А. Вереникин // Вопр. экономики. – 2005. – № 10. – С. 56 – 71.
- 68 **Тарасов А. В.** Повышение производства цветных металлов из вторичного сложного полиметаллического сырья на основе новых технических решений / А.В Тарасов, А.Д. Бессер. // Цв. металлургия. – 2005. – № 11. – С. 4–5.
- 69 **Азоев Г.Л.** Конкуренция: анализ, стратегия и практика / Г.Л. Азоев. – М. : Центр экономики и маркетинга, 1996. – 208 с.
- 70 **Азоев Г.Л.** Конкурентные преимущества фирмы / Г.Л Азоев, А.П. Челенков. – М. : Новости, 2000. – 254 с.
- 71 **Прокопенко С.А.** Конкуренция и конкурентоспособность: проявление и сущность / С.А. Прокопенко // Вестн. Кузбас. гос. техн. ун-та. – 2001. – № 1. – С. 108–113.
- 72 **Шумпетер И.** Теория экономического развития / И. Шумпетер. – М. : Прогресс, 1982. — 455 с.
- 73 **Сален П.** Конкуренция / П. Сален. – СПб. : Изд-во «Нева», 2004. – 96 с.
- 74 **Минько Э.В.** Качество и конкурентоспособность / Э.В. Минько, М.Л. Кричевский. – СПб. : Питер, 2004. – 268 с.
- 75 **Розанова Н.М.** Конкурентный процесс в современной рыночной экономике / Н.М. Розанова. – М. : МАКС Пресс, 2001. – 39 с.
- 76 **Авдашева С.Б.** Теория организации отраслевых рынков / С.Б. Авдашева, Н.М Розанова. – М. : Изд-во «Магистр», 1998. – 320 с.
- 77 **Микроэкономика. Теория и российская практика ; под ред. А.Г. Грязновой, А.Ю. Юданова.** – М. : КНОРУС, 2006. – 624 с.

- 78 **Гальперин В.М.** Макроэкономика / В.М. Гальперин, П.И. Гребенников А.И. Леусский., Л.С. Тарасевич. – СПб. : Изд-во «Экономическая школа», 1994. – 400 с.
- 79 Российский рынок никеля // Электротехнический рынок. – URL: <http://market.elec.ru/nomer/22/rossijskij-rынок-nikelya/> (дата обращения 12.04.2014)
- 80 Как устроен алюминиевый рынок // Сайт об алюминии. – URL: https://aluminiumleader.ru/economics/how_aluminium_market_works/ (дата обращения 12.02.2017).
- 81 **Маркова В.Д.** Стратегический менеджмент: курс лекций / В.Д.Маркова, С.А.Кузнецова. – М.: ИНФРА-М; Новосибирск: Сиб. Соглашение, 2000. – 288 с.
- 82 **Фатхутдинов Р. А.** Стратегический менеджмент / Р.А. Фатхутдинов. – М. : ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1997. – 304 с.
- 83 **Бранденбургер А.** Что такое правильная игра: теория игр и стратегия компании / А. Бранденбургер ; пер. с англ. / Управление в условиях неопределенности. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 212 с.
- 84 **Тарасевич В.М.** Ценовая политика предприятия / В.М. Тарасевич. – СПб. : Питер, 2003. – 288 с.
- 85 **Васин А.А.** Теория игр и модели математической экономики / А.А. Васин, В.В. Морозов. – М. : МАКС Пресс, 2005. – 272 с.
- 86 **Авдашева С.Б.** Доминирующее положение и антиконкурентные соглашения / С.Б. Авдашева, Н.М. Розанова // Экон. вестн. РГУ. – 2004. – № 2. – С. 112.
- 87 **Лебедев Ю.Г.** Логистика. Теория гармонизированных цепей поставок / Ю. Г. Лебедев – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005 . – 448 с.
- 88 **Григорьев М.Н.** Логистика / М.Н. Григорьев, А.П. Долгов, С.А. Уваров. – М. : Гардарики, 2006. – 463 с.
- 89 **Алексеева А.М.** Конкурентные преимущества и их роль в рыночной экономике / А.М. Алексеева. – М. : МАКС Пресс, 2003. – 49 с.

- 90 **Рубин Ю.** Теория и практика предпринимательской конкуренции / Рубин Ю. – М. : Маркет ДС Корпорейшен, 2006. – 784 с.
- 91 **Караваяев Е.П.** Экономические проблемы реализации инвестиционных проектов в металлургии / Е.П.Караваяев // Экономика в промышленности, 2008, № 1
- 92 **Портер М.** Конкуренция / М. Портер ; пер. с англ. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2005. – 608 с.
- 93 **Винокуров В.А.** Организация стратегического управления на предприятии / В.А. Винокуров. – М. : Центр экономики и маркетинга, 2004. – 160 с.
- 94 **Ансофф И.** Новая корпоративная стратегия / И.Ансофф. – СПб. : Питер Ком, 1999.
- 95 **Виханский О.С.** Менеджмент / О.С Виханский., А.И. Наумов. – 4–е изд. – М. : Экономистъ, 2005. – 670 с.
- 96 **Виханский.О.С.** Стратегическое управление : учеб. / О.С. Виханский. – 2–е изд., перераб. и доп. – М. : Гардарики, 1999. – 296 с.
- 97 **Джестер П.** Анализ сильных и слабых сторон компании: определение стратегических возможностей : пер. с англ. / П Джестер, Д. Хасси. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2003.
- 98 **Фатхутдинов Р.А.** Конкурентоспособность: экономика, стратегия, управление / Р.А Фатхутдинов. – М. : ИНФРА–М, 2000. – 312 с.
- 99 **Маршалл А.** Принципы экономической науки : в 3 т. / А. Маршалл. – М.: Изд. группа «Прогресс», 1993.
- 100 **Кэмпбел Д.** Стратегический менеджмент / Д. Кэмпбел. – М. : Проспект, 2003. – 336 с.
- 101 **Мильнер Б.З.** Системный подход к организации управления / Б.З. Мильнер, Л.И. Евенко, В.С. Рапопорт. – М. : Экономика, 1983. – 224 с.
- 102 **Райзберг Б.А.** Управление экономикой / Б.А. Райзберг, Р.А. Фатхутдинов. – М. : ЗАО «Бизнес–школа «Интел–Синтез», 1999. – 784 с.

- 103 **Воронов А.А.** Современная конкуренция: особенности и перспективы развития / А.А. Воронов. – Краснодар, 2002. – 318 с.
- 104 **Штанский В.А.** Стратегия инвестиционной политики металлургических компаний. / В.А.Штанский // Металлург – 2008 – № 11. – С. 5-7.
- 105 **Коробченко И.Ю.** Задачи повышения конкурентоспособности малого бизнеса в России / И.Ю. Коробченко // Вестн. акад. предпринимательства при Правительстве Москвы. – 2008. – № 2. – С. 57–58.
- 106 **Медведев Г.А.** Инновации, конкурентоспособность и эффективность организации / Г.А. Медведев. – М.: Маркетинг, 2004. – 414 с.
- 107 **Томпсон А.А.** Стратегический менеджмент : Искусство разработки и реализации стратегии : учеб. для вузов / А.А. Томпсон, А.Дж. Стрикленд ; пер. с англ. ; под ред. Л.Г. Зайцева, М.И. Соколовой. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 576 с.
- 108 **Светуньков С.Г.** Конкуренция и предпринимательские решения / С.Г. Светуньков, А.А. Литвинов. – Ульяновск : Изд-во «Корпорация технологий продвижения», 2000. – 256 с.
- 109 **Фатхутдинов Р.А.** Производственный менеджмент / Р.А Фатхутдинов. – М. : ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2000. – 464 с.
- 110 **Смыков В.Д.** Формирование конкурентной среды и обоснование стратегии развития предпринимательства как экономической системы : автореф. дис. ... канд. экон. наук / В.Д.Смыков. – Москва, 2004. – 24 с.
- 111 **Райков Ю.Н.** Экономика предприятий обработки цветных металлов / Ю.Н.Райков. – М.: Интермет Инжиниринг , 2003 – 336 с.
- 112 **Юданов А.Ю.** Конкуренция: теория и практика / А.Ю. Юданов – 3-е изд., испр. и доп. – М. : ГНОМ и Д, 2001. – 304 с.
- 113 Экономика предприятия ; под ред. В.Я.Хрипача. – Минск : Экономпресс, 2000. – 464 с.

- 114 **Лексин В.Н.** Эффективность совершенствования производства в цветной металлургии / В.Н. Лексин, Н.В. Крупкин, Л.Г. Мельник. – М. : Металлургия, 1980. – 216 с.
- 115 **Юзов О.В.** Экономика предприятия : учеб. / О.В. Юзов, Т.М. Петракова, И.П. Ильичев. – М. : МИСиС, 2009. – 520 с.
- 116 **Тихонова А.А.** Оптимизация затрат в цветной металлургии : автореф. дис. ... канд. экон. наук / А.А. Тихонова. – М., 2007. – 24 с.
- 117 **Юзов О.В.** Анализ производственно–хозяйственной деятельности металлургических предприятий : учеб. пособие / О.В. Юзов., А.М. Седых. – М. : МИСиС, 2005. – 360 с.
- 118 **Силакова В.В.** Экономические аспекты управленческой деятельности / В.В. Силакова. – М. : МИСиС, 2012. – 96 с.
- 119 **Харитоновна Н.А.** Управление расходами промышленного предприятия / Н.А. Харитоновна. – М.: ЗАО Изд–во «Экономика», 2004. – 128 с.
- 120 **Цены и ценообразование ;** под ред. В.Е. Есипова. – 4–е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 560 с.
- 121 **Липсиц И.В.** Ценообразование / И.В. Липсиц. – М. : Юрайт, 2011. – 400 с.
- 122 **Уткин Э.А.** Цены, ценообразование, ценовая политика / Э.А. Уткин. – М. : Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ», Изд–во «ЭКМОС», 2000. – 224 с.
- 123 **Самуэльсон П.** Основания экономического анализа / П. Самуэльсон. –СПб. : Изд–во «Экономическая школа», 2002. – 634 с.
- 124 **Самуэльсон П.Э.** Монополистическая конкуренция революция в теории / П.Э. Самуэльсон ; пер. И.В. Попович // Вехи экономической мысли ; под ред. В.М. Гальперина. – СПб. : Изд–во «Экономическая школа», 2000. – Т. 2 : Теория фирмы. – 534 с.
- 125 **О`Шонесси Дж.** Конкурентный маркетинг : Стратегический подход / Дж. О`Шонесси ; пер. с англ.; под ред. Д.О. Ямпольской. – СПб. : Питер, –2001.

- 126 **Щербаковский Г.З.** Внутренний механизм конкуренции и конкурентные силы / Г.З. Щербаковский. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 1997. – 30 с.
- 127 **Горев В.П.** Трансформация конкурентных отношений в условиях глобализации экономики / В.П. Горев. – Иркутск : ИГЭА, 2001. – 108 с.
- 128 **Глухов В.В.** Математические методы и модели для менеджмента / В.В. Глухов, М.Д. Медников, С.Б. Коробко. – СПб. : Изд-во «Лань», 2000. – 480 с.
- 129 **Borel E.** The theory of play and integral equations with skew symmetric kernels / E. Borel // *Econometrica*. 1953. – V. 21, N 1. – P. 97–117.
- 130 **Льюис Р.Д.** Игры и решения / Р.Д. Льюис, Х. Райфа. – М. : Иностранная литература, 1961. – 642 с.
- 131 **Нейман фон Дж.** Теория игр и экономическое поведение / Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн. – М. : Наука, 1970. – 708 с.
- 132 **Мулен Э.** Теория игр с примерами из математической экономики / Э. Мулен. – М. : Мир, 1985. – 200 с.
- 133 **Найт Ф.Х.** Риск, неопределенность и прибыль. / Ф.Х. Найт ; пер. с англ. – М. : Дело, 2003. – 360 с.
- 134 **Оуэн Г.** Теория игр / Г. Оуэн. – М. : Мир, 1971. – 229 с.
- 135 **Кружкова Г.В.** Управление выбором необходимых составов электронного лома на основе теории игр / Г.В.Кружкова, Ю.Ю.Костюхин, И.М.Рожков // *Экономика в промышленности*. 2017. Т. 10. № 4. С. 351-358.
- 136 **Афанасьев М.Ю.** Исследование операций в экономике / М.Ю. Афанасьев., Б.П. Суворов / МГУ, Эконом. фак. – Москва, 2003. – 312 с.
- 137 **Кружкова Г.В.** Совершенствование системы ценообразования на электронный лом на предприятии вторичной металлургии драгоценных металлов / Г.В. Кружкова // *Экономика в промышленности*. – 2012. – № 4.
- 138 **Алексахин А.В.** Ценообразование на вторичное сырье с использованием теории игр: Сб тез. и докл./А.В. Алексахин, Г.В. Кружкова Г.В., Ю.Ю. Костюхин // Двенадцатая Междунар. науч.-практич. конф. «Экономика,

социология и право в современном мире: проблемы и поиски решений». -
Пятигорск: Изд. Международной академии финансовых технологий, 2012.
– С.42–44.

- 139 **Стрижко Л.С** Извлечение цветных и благородных металлов из электронного лома: экономические показатели и стратегия ценообразования/ Стрижко Л.С., Костюхин Ю.Ю., Кружкова Г.В., Иванова Е.А. // Изв. вузов. Цветная металлургия. – 2013. – № 3. – С. 29–33.
- 140 **Кружкова Г.В.** Методика управления выбором рациональных составов электронного лома / Г.В.Кружкова, Ю.Ю.Костюхин, И.М.Рожков// Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. – № 9. – С. 47–57..
- 141 **Браверман Э.М.** Математические методы планирования и управления в экономических системах / Э.М. Браверман. – М. : Наука, 1976. – 308 с.
- 142 **Кружкова Г.В.** Совершенствование управления поставками сырья для предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов / Г.В.Кружкова , Ю.Ю.Костюхин, С.И.Рогов ,Л.С. Стрижко // Вестник УрФУ. – 2013 – № 4. – С.47–53..
- 143 **Кружкова Г.В.** Методические вопросы совершенствования конкурентной стратегии обеспечения сырьем предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов / Г.В.Кружкова, Ю.Ю.Костюхин/ Экономика в промышленности. – 2014. – № 1. – С 42–46.
- 144 **Кузнецова А.А.** Формирование себестоимости продукции / А.А. Кузнецова. – 2-е изд . – М. : Изд-во «Налоговый вестник», 2002. – 288 с.
- 145 **Ларионова И.А.** Финансовый менеджмент : Основные показатели диагностики экономического состояния предприятия.: курс лекций / И.А. Ларионова, И.М. Рожков, А.В. Пятецкая. – М. : МИСиС, 2007. – 51 с.
- 146 **Сергеев И.В.** Экономика предприятия / И.В. Сергеев. – М. : Финансы и статистика, 2001.

- 147 **Прохоренко А.А.** Экономика предприятия / А.А. Прохоренко. – СПб. : Финансы и статистика, 2001. – 258 с.
- 148 **Кружкова Г.В.** Теория игр и стратегия ценообразования на вторичное сырье / Г.В. Кружкова., Ю.Ю. Костюхин // Цв. металлы. – 2012. – № 8. – С. 6–9.
- 149 **Harrington E.C.** The desirable function / E.C. Harrington // Industrial Quality Control. – 1965. – V. 21, N 10.
- 150 **Рыков А.С.** Модели и методы системного анализа: Принятие решений и оптимизация / А.С. Рыков. – М. : МИСиС, 2005. – 352 с.
- 151 **Глеков С.Л.** Механизм принятия инвестиционных решений с учетом альтернативы «эффективность – надежность»: автореф. дис. ... канд. экон. наук / С.Л.Глеков. – Москва, 2011. – 24 с.
- 152 **Елисеева И.И.** Общая теория статистики : учеб. / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев ; под ред. чл.-корр. РАН И.И.Елисеевой. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 1999. – 480 с.
- 153 **Рожков И.М.** Диагностика и оптимизация финансово-экономического состояния предприятия/И.М.Рожков, И.А.Ларионова, А.В.Жагловская. – М.:Изд.дом МИСиС, 2014. – 297 с.
- 154 **Салманов О.Н.** Математическая экономика с применением Mathcad, MS Excel / О.Н. Салманов. – СПб. : БХВ–Петербург, 2003.
- 155 **Стрижко Л.С., Криводубский О.А., Костюхин Ю.Ю., Кружкова Г.В., Рогов С.И.** Комплексная переработка электронного лома: экономические показатели и рекомендации по ценообразованию: Сб. тез. / Пятнадцатая Междунар. науч.-технич. конф. «Моделирование, идентификация, синтез систем управления». - Донецк: ИПММ НАН Украины, 2012. - С.145-146.
- 156 **Кружкова Г.В., Стрижко Л.С., Костюхин Ю.Ю.** Совершенствование конкурентной стратегии обеспечения сырьем промышленного предприятия (на примере вторичной металлургии) / Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 3. Том 35. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2013. – С.51-53.

- 157 **Кружкова Г.В., Стрижко Л.С., Костюхин Ю.Ю.** Конкурентная стратегия обеспечения сырьем промышленного предприятия (на примере вторичной металлургии) / Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции «Трансформационные процессы в экономике государства и регионов» – Запорожье: Запорожский национальный университет, 2013. – С.438-439.
- 158 **Кружкова Г.В., Стрижко Л.С., Костюхин Ю.Ю.** Конкурентная стратегия обеспечения сырьем промышленного предприятия: теория и практика (на примере вторичной металлургии) / Materialy IX Mezinarodni vedecko-prakticka conference «Vedecky prumysl evropskeho kontinentu – 2013». – Dil 7. Economicke vedy. – Praha: Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2013. – P.93-95.
- 159 **Kruzhkova G.V., Alexakhin A.V., Kostyukhin Y.Y.** Ispolsovanie teorii igr v planirovanii bisness-processov predpriyatiya. / Материалы IX Международной конференции "Эффективное использование ресурсов и охрана окружающей среды - ключевые вопросы развития горно-металлургического комплекса" и XII Международной конференции "Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов" 20-23 мая 2015 г., Усть-Каменогорск, ВКГТУ им. Д.Серикбаева, 2015, с. 214-220.
- 160 **.Yuri Kostyukhin, Galina Kruzhkova, Alexander Alexakhin, Natalia Lomonosova.** The use of game theory to access and reduce risks of mining enterprises / Geo-spatial Technologies and Earth Resources. – Vietnam, Publishing House for Science and Technology, 2017.
- 161 **Кружкова Г.В.** Экономический механизм обеспечения сырьем предприятий, не доминирующих на рынке вторичных драгоценных металлов / деп.рукопись №1162 от 24.09.2018. // Горный информационно-аналитический бюллетень.

ПРИЛОЖЕНИЕ А РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА СХЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ ДЛЯ УСРЕДНЕННОГО СОСТАВА ЛОМА.

Расчет материального баланса и экономических показателей был произведен для усредненного состава лома электронных приборов, содержащего: 0,05 % Au, 1 % Ag, 24 % Cu, 10 % Sn, 3 % Pb, 0,01 % Pt–Pd. Расчеты производятся на 1 т лома.

Расчет материального баланса:

а) Выщелачивание соляной кислотой. В результате выщелачивания соляной кислотой в хлоридную форму переходят олово, свинец и в некотором количестве медь. Золото, серебро и металлы платиновой группы не реагируют с соляной кислотой и остаются в нерастворимом остатке. Растворение протекает по реакциям (1 – 3):



Степень протекания этой реакции 99 %, тогда на растворение олова потребуется соляной кислоты:

$$m(\text{HCl}) = 0,99 \times m(\text{Sn}) \times 2 \times M(\text{HCl}) : M(\text{Sn}) = 57,157 \text{ кг.}$$

При этом образуется

$$m(\text{ZnCl}_2) = 0,99 \times m(\text{Zn}) \times M(\text{ZnCl}_2) : M(\text{Zn}) = 148,649 \text{ кг,}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,99 \times m(\text{Zn}) \times M(\text{H}_2) : M(\text{Zn}) = 1,568 \text{ кг.}$$



Степень протекания этой реакции 98 %, тогда на растворение олова потребуется соляной кислоты:

$$m(\text{HCl}) = 0,98 \times m(\text{Pb}) \times 2 \times M(\text{HCl}) : M(\text{Pb}) = 9,723 \text{ кг.}$$

При этом образуется

$$m(\text{PbCl}_2) = 0,98 \times m(\text{Pb}) \times M(\text{PbCl}_2) : M(\text{Pb}) = 37,092 \text{ кг,}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,98 \times m(\text{Pb}) \times M(\text{H}_2) : M(\text{Pb}) = 0,267 \text{ кг.}$$



Степень протекания этой реакции 50 %, тогда на растворение олова потребуется соляной кислоты:

$$m(\text{HCl}) = 0,50 \times m(\text{Cu}) \times 2 \times M(\text{HCl}) : M(\text{Cu}) = 82,593 \text{ кг.}$$

При этом образуется

$$m(\text{CuCl}_2) = 0,50 \times m(\text{Cu}) \times M(\text{CuCl}_2) : M(\text{Cu}) = 152,327 \text{ кг,}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,50 \times m(\text{Cu}) \times M(\text{H}_2) : M(\text{Cu}) = 2,265 \text{ кг.}$$

Для растворения используется концентрированная соляная кислота, ее концентрация составляет 38 %. Тогда всего кислоты понадобится 452,36 кг. Материальный баланс выщелачивания представлен в таблице А.1.

Таблица А.1 – Материальный баланс операции выщелачивания соляной кислотой

Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Лом	712,71	0,3	12	3	28,2	94	144
HCl	452,36						
Всего	1165,1	0,3	12	3	28,2	94	144
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Пульпа хлоридов	641,22	0,0015	0,24	0,03	27,636	93,06	72
Остатки плат	519,74	0,2985	11,76	2,97	0,564	0,94	72
Газы	4,1008						
Всего	1165,1	0,3	12	3	28,2	94	144

б) *Обжиг*. На обжиг поступают остатки плат с выщелачивания, содержащие золото, серебро, медь и металлы платиновой группы, а также некоторое количество олово и свинца, которые не растворились в соляной кислоте. По технологической схеме видно, что также на обжиг поступает электронный лом, не прошедший выщелачивания. В таком сырье содержится много механических составляющих, которые мешают прямой плавке на медный коллектор. Для их удаления перед плавкой проводят обжиг во вращающейся электропечи непрерывного действия. Материальный баланс обжига представлен в таблице А.2.

Таблица А.2 – Материальный баланс операции обжига

Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Лом	287,29	0,2	8	2	1,7999	5,9999	96
Остатки плат	519,74	0,2985	11,76	2,97	0,5639	0,94	72
Всего	807,03	0,4985	19,76	4,97	2,3639	6,9399	168
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Обожженный лом	807,03	0,4985	19,76	4,97	2,3639	6,9399	168
Всего	807,03	0,4985	19,76	4,97	2,3639	6,9399	168

в) *Плавка на медный коллектор.* После обжига осуществляют плавку. Присутствующая в материале медь является хорошим коллектором благородных металлов, таким образом, на стадии плавки мы получаем сплав, богатый благородными металлами. Материальный баланс плавки на медный коллектор представлен в таблице А.3.

Таблица А.3 – Материальный баланс плавки на медный коллектор

Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Обожженный лом	807,03	0,4985	19,76	4,97	2,36399	6,93999	168
Всего	807,03	0,4985	19,76	4,97	2,36399	6,93999	168
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Металл	197,74	0,496	19,365	4,9452	2,32853	6,80119	163,8
Шлак	609,3	0,0025	0,3952	0,0249	0,03545	0,13879	4,2
Всего	807,03	0,4985	19,76	4,97	2,36398	6,93998	168

г) *Рафинирование меди.* Рафинирование меди проводят методом электролиза, разлитые в аноды слитки растворяются под действием силы тока, т.е. в раствор переходят ионы Cu^{2+} , а на катодах эти ионы разряжаются, осаждаясь на них слоем чистой меди.

Благородные металлы не претерпевают анодного растворения, а в ходе процесса оседают у анода, образуя вместе с другими примесями анодный шлам, который периодически извлекается. Олово же и свинец растворяются вместе с медью, но в электролите образуют малорастворимые соединения, выпадающие в осадок и также удаляемые. Электролитом служит раствор CuSO_4 и H_2SO_4 , напряжение между анодами и катодами 0,3–0,4В. Происходит электролитическое растворение анодов, электролит периодически обновляют.

Материальный баланс электролиза представлен в таблице А.4

Таблица А. 4 – Материальный баланс электролитического рафинирования меди

Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Метал	197,74	0,496	19,365	4,945	2,32853	6,8012	163,8
Раствор с осаднения Pt-Pd	113,66	0,0006	0,019	0,024	0,05209	0,1521	2,425
Всего	311,4	0,4966	19,384	4,969	2,38062	6,9533	166,23
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Шлам	3,81	0,4891	18,996	4,8695	0,07141	0,2086	3,3245
Медь	172,45	0,0074	0,3877	0,0994	2,30921	6,74476	162,9
Электро-лит	135,13						
Всего	311,4	0,4966	19,384	4,9689	2,38062	6,95336	166,23

5) *Растворение в царской водке.* Расчеты проводятся по реакциям (4 - 9):



По этой реакции растворяется 99% золота, тогда на растворение требуется:

$$m(\text{HCl}) = 0,99 \times m(\text{Au}) \times 4 \times M(\text{HCl}) : M(\text{Au}) = 0,3584 \text{ кг};$$

$$m(\text{HNO}_3) = 0,99 \times m(\text{Au}) \times M(\text{HNO}_3) : M(\text{Au}) = 0,1549 \text{ кг}.$$

При этом образуется:

$$m(\text{HAuCl}_4) = 0,99 \times m(\text{Au}) \times M(\text{HAuCl}_4) : M(\text{Au}) = 0,8353 \text{ кг};$$

$$m(\text{NO}) = 0,99 \times m(\text{Au}) \times M(\text{NO}) : M(\text{Au}) = 0,0738 \text{ кг};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,99 \times m(\text{Au}) \times 2 \times M(\text{H}_2\text{O}) : M(\text{Au}) = 0,0885 \text{ кг}.$$



По этой реакции прореагирует 99% серебра, тогда потребуется:

$$m(\text{HCl}) = 0,99 \times m(\text{Ag}) \times M(\text{HCl}) : M(\text{Ag}) = 0,0032 \text{ кг};$$

$$m(\text{HNO}_3) = 0,99 \times m(\text{Ag}) \times M(\text{HNO}_3) : M(\text{Ag}) = 0,0055 \text{ кг}.$$

При этом образуется:

$$m(\text{AgCl}) = 0,99 \times m(\text{Ag}) \times M(\text{AgCl}) : M(\text{Ag}) = 0,0126 \text{ кг},$$

$$m(\text{NO}_2) = 0,99 \times m(\text{Ag}) \times M(\text{NO}_2) : M(\text{Ag}) = 0,0040 \text{ кг},$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,99 \times m(\text{Ag}) \times M(\text{H}_2\text{O}) : M(\text{Ag}) = 0,0015 \text{ кг}.$$



По этой реакции прореагирует 80% меди, тогда потребуется:

$$m(\text{HCl}) = 0,80 \times m(\text{Cu}) \times 2 \times M(\text{HCl}) : M(\text{Cu}) = 1,9807 \text{ кг};$$

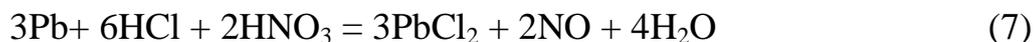
$$m(\text{HNO}_3) = 0,80 \times m(\text{Cu}) \times 2 \times M(\text{HNO}_3) : M(\text{Cu}) = 3,4234 \text{ кг}.$$

При этом образуется:

$$m(\text{CuCl}_2) = 0,80 \times m(\text{Cu}) \times M(\text{CuCl}_2) : M(\text{Cu}) = 3,6543 \text{ кг};$$

$$m(\text{NO}_2) = 0,80 \times m(\text{Cu}) \times 2 \times M(\text{NO}_2) : M(\text{Cu}) = 2,4996 \text{ кг};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,80 \times m(\text{Cu}) \times 2 \times M(\text{H}_2\text{O}) : M(\text{Cu}) = 0,9781 \text{ кг}.$$



По этой реакции прореагирует 80 % свинца, тогда потребуется:

$$m(\text{HCl}) = 0,80 \times m(\text{Pb}) \times 6 \times M(\text{HCl}) : (3 \times M(\text{Pb})) = 0,0201 \text{ кг};$$

$$m(\text{HNO}_3) = 0,80 \times m(\text{Pb}) \times 2 \times M(\text{HNO}_3) : (3 \times M(\text{Pb})) = 0,0116 \text{ кг}.$$

При этом образуется:

$$m(\text{PbCl}_2) = 0,9023 \times m(\text{Pb}) \times 3 \times M(\text{PbCl}_2) : (3 \times M(\text{Pb})) = 0,0767 \text{ кг};$$

$$m(\text{NO}) = 0,9023 \times m(\text{Pb}) \times 2 \times M(\text{NO}) : (3 \times M(\text{Pb})) = 0,0055 \text{ кг};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,9023 \times m(\text{Pb}) \times 4 \times M(\text{H}_2\text{O}) : (3 \times M(\text{Pb})) = 0,0066 \text{ кг}.$$



По этой реакции прореагирует 80 % олова, тогда потребуется:

$$m(\text{HCl}) = 0,80 \times m(\text{Sn}) \times 6 \times M(\text{HCl}) : (3 \times M(\text{Sn})) = 0,1025 \text{ кг};$$

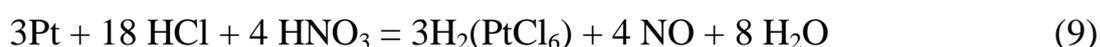
$$m(\text{HNO}_3) = 0,80 \times m(\text{Sn}) \times 2 \times M(\text{HNO}_3) : (3 \times M(\text{Sn})) = 0,0591 \text{ кг}.$$

При этом образуется:

$$m(\text{SnCl}_2) = 0,80 \times m(\text{Sn}) \times 3 \times M(\text{SnCl}_2) : (3 \times M(\text{Sn})) = 0,2667 \text{ кг};$$

$$m(\text{NO}) = 0,80 \times m(\text{Sn}) \times 2 \times M(\text{NO}) : (3 \times M(\text{Sn})) = 0,0281 \text{ кг};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,80 \times m(\text{Sn}) \times 4 \times M(\text{H}_2\text{O}) : (3 \times M(\text{Sn})) = 0,0337 \text{ кг}.$$



По этой реакции прореагирует 98,5 % платины, тогда потребуется:

$$m(\text{HCl}) = 0,985 \times m(\text{Pt}) \times 18 \times M(\text{HCl}) : (3 \times M(\text{Pt})) = 6,9582 \text{ кг};$$

$$m(\text{HNO}_3) = 0,985 \times m(\text{Pt}) \times 4 \times M(\text{HNO}_3) : (3 \times M(\text{Pt})) = 2,6726 \text{ кг}.$$

При этом образуется:

$$m(\text{H}_2(\text{PtCl}_6)) = 0,985 \times m(\text{Pt}) \times 3 \times M(\text{H}_2(\text{PtCl}_6)) : (3 \times M(\text{Pt})) = 7,1191 \text{ кг},$$

$$m(\text{NO}) = 0,985 \times m(\text{Pt}) \times 4 \times M(\text{NO}) : (3 \times M(\text{Pt})) = 1,2727 \text{ кг},$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,985 \times m(\text{Pt}) \times 8 \times M(\text{H}_2\text{O}) : (3 \times M(\text{Pt})) = 1,5272 \text{ кг}.$$

Соотношение $\text{HNO}_3:\text{HCl}$ равно 1:4, на растворение требуется 10,06 кг азотной кислоты или 15,96 кг 63 %-ой азотной кислоты, тогда соляной кислоты понадобится 63,86 кг. Всего царской водки необходимо 79,83 кг. Кислоты берутся с избытком 10 %. Материальный баланс растворения представлен в таблице А.5

Таблица А.5 – Материальный баланс растворения в царской водке

Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Гранулы	3,8136	0,4891	18,996	4,87	0,07141	0,2086	3,3245
HCl	17,563						
HNO3	70,251						
Всего	91,627	0,4891	18,996	4,87	0,07141	0,2086	3,3245
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Раствор	87,744	0,4891	18,996	4,8695	0,07141	0,2086	3,3245
Газы	3,8837						
Всего	91,627	0,4891	18,996	4,8695	0,07141	0,2086	3,3245

е) Фильтрация, промывка после царсководочного выщелачивания

- т:ж = 1:1
- промывки объединяют с фильтратом
- влажность осадка 5-8% (примем 5%)

Материальный баланс фильтрации представлен в таблице А.6.

Таблица А.6 – Материальный баланс фильтрации

Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Раствор	87,744	0,4891	18,996	4,87	0,07141	0,2086	3,3245
Вода	19,73						
Всего	107,47	0,4891	18,996	4,87	0,07141	0,2086	3,3245
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Au-раствор	86,888	0,4842	0,19	4,7965	0,05713	0,16688	2,6596
AgCl	20,585	0,0049	18,806	0,073	0,01428	0,04172	0,6649
Всего	107,47	0,4891	18,996	4,8695	0,07141	0,2086	3,3245

ж) Осаждение золота. Осаждение золота осуществляется добавлением в раствор тиосульфата натрия.

Расчет проводится по реакции (10):

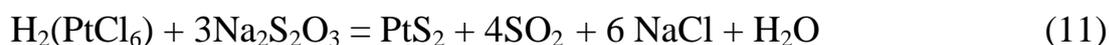


Материальный баланс осаждения золота представлен в таблице А.7.

Таблица А.7 – Материальный баланс осаждения золота

Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Аи-раствор	86,888	0,4842	0,19	4,796	0,05713	0,16688	2,6596
Na ₂ S	0,3837						
Всего	87,272	0,4842	0,19	4,796	0,05713	0,16688	2,6596
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
раствор	87,272	0,4842	0,19	4,7965	0,05713	0,16688	2,6596
Всего	87,272	0,4842	0,19	4,7965	0,05713	0,16688	2,6596

и) *Осаждение платиноидов.* Осаждение платиноидов из обеззолоченного раствора в виде сульфидов осуществляют с помощью тиосульфата натрия. Для этого реактор заполняют на 60–70 % обеззолоченным раствором, который разогревают до 90 °С, и при перемешивании добавляют в него насыщенный раствор тиосульфата натрия. Расчет проводится по реакциям (11–12):



Материальный баланс осаждения золота представлен в таблице А.8.

Таблица А.8 – Материальный баланс осаждения платиноидов

Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Раствор	87,23	0,001	0,0475	4,749	0,0537	0,15686	2,5
Na ₂ S	7,3566						
Всего	94,586	0,001	0,0475	4,749	0,0537	0,15686	2,5
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Раствор	89,51	0,0006	0,019	0,0237	0,05209	0,15216	2,425
Концентрат Pt-Pd	5,0767	0,0004	0,0285	4,7248	0,00161	0,0047	0,075
Всего	94,586	0,001	0,0475	4,7485	0,0537	0,15686	2,5

к) *Фильтрация пульпы хлоридов после выщелачивания соляной кислотой.*

Целью фильтрации является отделение твердых частиц от раствора. В данном случае это операция помогает выделить хлорид свинца в отдельный продукт и затем получить из него металлический свинец. Дальнейшее выделение свинца из хлорида осуществляется плавкой. Материальный баланс фильтрации представлен в таблице А.9.

Таблица А.9 – Материальный баланс фильтрации пульпы хлоридов

Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Пульпа хлоридов	641,22	0,0015	0,24	0,03	27,636	93,06	72
Вода	40,221						
Всего	681,44	0,0015	0,24	0,03	27,636	93,06	72
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
PbCl ₂	42,232	0,00135	0,0096	0,027	27,36	0,9306	2,16
Раствор	639,21	0,00014	0,2304	0,00299	0,2764	92,129	69,84
Всего	681,44	0,00149	0,24	0,02999	27,636	93,06	72

л) *Получение меди и олова из раствора хлоридов.* Отделенный фильтрацией раствор содержит хлориды меди и олова. Из раствора осаждают олово добавлением в раствор гидроксида натрия. Осаждение олова происходит по реакции (13):



Далее раствор фильтруют, осадок сушат и плавят. Таким образом получают металлическое олово. В раствор хлорида меди после фильтрации добавляют гидроксид натрия, для выделения из него меди по реакции (14):



Материальные балансы осаждения меди и олова представлены в таблице А.10 .

Таблица А.10 – Материальные балансы осаждения меди и олова

Осаждение олова							
Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
Раствор	639,21	0,00014	0,2304	0,003	0,2764	92,129	69,84
NaOH	62,692						
Вода	62,692						
Всего	764,6	0,00014	0,2304	0,003	0,2764	92,129	69,84
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
раствор	764,6	0,00014	0,2304	0,00299	0,2764	92,129	69,84
Всего	764,6	0,00014	0,2304	0,00299	0,2764	92,129	69,84
Фильтрация							
Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
раствор	764,6	0,00014	0,2304	0,003	0,2764	92,129	69,84
Вода	121,29						
Всего	885,89	0,00014	0,2304	0,003	0,2764	92,129	69,84
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
раствор	758,53	0,00001	0,212	0,00275	0,0553	0,1843	68,443
осадок	127,36	0,00013	0,0184	0,00024	0,2211	91,945	1,3968
Всего	885,89	0,00014	0,2304	0,00299	0,2764	92,129	69,84
Выделение меди							
Приход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
раствор	758,53	0,00001	0,212	0,0028	0,0553	0,1843	68,443
NaOH	90,637						
Всего	849,17	0,00001	0,212	0,0028	0,0553	0,1843	68,443
Выход							
	поток	mAu	mAg	mМПГ	mPb	mSn	mCu
раствор	780,27						
осадок	68,897	0,00001	0,212	0,00275	0,0553	0,1843	68,443
Всего	849,17	0,00001	0,212	0,00275	0,0553	0,1843	68,443

ПРИЛОЖЕНИЕ Б РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Для усредненного состава лома электронных приборов, содержащего: 0,05 % Au, 1 % Ag, 24 % Cu, 10 % Sn, 3 % Pb, 0,01 % Pt–Pd. были рассчитаны экономические показатели переработки, такие, как объем капитальных вложений и себестоимость получения золота.

Расчет капитальных вложений. Определяется сметная стоимость рабочих машин и оборудовании, рассчитанных по технологической части. Стоимость основных фондов будет включать в себя капитальные затраты на строительство зданий и сооружений а также затраты на рабочее и силовое оборудование, транспорт, контрольно измерительные приборы, производственный и хозяйственный инвентарь и общезаводские капитальные вложения, которые составляют 10 % от цеховых основных фондов. Общий объем капитальных вложений, необходимый для реализации и строительства, определяется, по формуле (1):

$$K = K_{\text{оф}} + K_{\text{ос}} + K_{\text{обса}} + K_{\text{проч}} \quad (1)$$

где $K_{\text{оф}}$ - прямые капитальные вложения на создание основных фондов;
 $K_{\text{ос}}$ - затраты на образование оборотных средств;
 $K_{\text{обса}}$ - дополнительные вложения в цеха, обслуживающие основное производство;
 $K_{\text{проч}}$ - прочие капитальные затраты.

Величина прямых вложений определяется по формуле (2):

$$K_{\text{оф}} = K_{\text{мо}} + K_{\text{тр.с}} + K_{\text{тхи}} + K_{\text{с}} + K_{\text{зд}} + K_{\text{пу}} \quad (2)$$

где $K_{\text{мо}}$ - вложения в машины и оборудование;
 $K_{\text{тр.с}}$ - капитальные вложения в транспортные средства;

Ктхи - капитальные вложения в производственный и хозяйственный инвентарь;

Кзд - капитальные вложения в здания;

Кс - капитальные вложения в сооружения;

Кпу - капитальные вложения в передаточные устройства.

На основе разработанной технологической схемы, годовой производительности цеха в единичной мощности оборудования рассчитывается необходимое количество основного и вспомогательного оборудования. Стоимость рабочего и силового оборудования определяется по прейскурантам оптовых цен. Мелкое и неучтенное оборудование, контрольно-измерительное оборудование (КИП), автоматизация, монтажные работы и транспортные расходы принимаются в процентном отношении к общей стоимости всего оборудования. Процент годовых амортизационных отчислений для оборудования принимается по утвержденным нормам амортизационных отчислений. Стоимость транспортных расходов и монтажа оборудования включается в стоимость основного оборудования. Для прочих видов оборудования и затрат на доставку и монтаж амортизационное отчисление принимается по средней норме амортизационных отчислений.

Принимаем объемную долю контрольных затрат в процентах на неучтенное оборудование равной 15 %, КИП – 12 %; затраты на монтажные работы – 70 % и транспортные расходы – 20 %. Стоимость производственного и хозяйственного инвентаря принимается в размере 1–2 % от стоимости основного технологического оборудования.

Объем капитальных затрат на оборудование. Затраты на основное, вспомогательное и подъемно-транспортное оборудование, а так же силовые машины и инвентарь представлены в таблицах 1 – 2.

Таблица Б.1 – Смета капитальных затрат на оборудование

Наименование оборудования	Количество	Стоимость оборудования, тыс. руб.		Процент годовых амортизационных отчислений, %	Сумма годовых амортизационных отчислений, тыс. руб.
		единицы	общая		
1	2	3	4	5	6
Основное оборудование					
Индукционная печь	1	980	980	6,3	61,7
Индукционная печь	1	980	980	6,3	61,7
Трубчатая вращающаяся печь	1	700	700	6,3	441,1
Дуговая печь	1	125	125	6,3	7,9
Электролизер	4	300	1200	6,3	75,6
Реактор для ЦВ выщелачивания (РТ-760)	1	81,3	81,3	6,3	5,1
Установка гранулирования металла с пневматическим распылением	1	67,2	67,2	6,3	4,2
Выпрямитель для электролизных ванн	4	12,7	50,8	6,3	3,2
Чан	1	44	44	6,3	2,8
Чан для осаждения Pt-Pd, Sn и Cu	3	20	60	6,3	3,8
Нутч-фильтр	2	140	280	6,3	17,6
Нутч-фильтр	2	140	280	6,3	17,6
ВСЕГО:			4848,3		702,3

1	2	3	4	5	5
Вспомогательное оборудование					
Сушильный шкаф	1	40	40	6,3	2,5
Титановые емкости	5	6,5	32,5	6,3	2
Титановые емкости	3	6,5	19,5	6,3	1,2
ВСЕГО:			92		5,7
Подъемно-транспортное оборудование:					
Кран-балка	4	20,00	80	6,3	5,0
Электрокар	4	300	1200	6,3	75,6
ВСЕГО:			1280		80,6
Силовое оборудование					
Электродвига-тель	4	85	340	10	34
ВСЕГО:	4		340		34
Мелкое неучтенное оборудование			984,0	20	196,8
Контрольно измерительные приборы			787,2	8,2	64,5
ВСЕГО:			1771,3		261,4
Транспортно заготовительные расходы			1312,1	20	262,4
Транспортно заготовительные расходы			531,9	20	106,4
ВСЕГО:			1843,9		368,8
Монтажные работы			4592,2	7	321,4
Монтажные работы			1861,6	7	130,3
Прочие расходы			2825,8	7	197,8

1	2	3	4	5	6
Прочие расходы			120		8,4
ВСЕГО:			9399,7		657,9
ИТОГО:			14402,1		1778,8
ИТОГО:			3893,0		331,9
Общий итог:			18295,2		2110,8

Таблица Б.2 – Смета затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Наименование статей расходов	Сумма расходов за год, тыс. руб.	Примечание
Амортизация оборудования и транспортных средств	1633,4	
Эксплуатация оборудования: стоимость смазочных и прочих	3,3	0,20%
Текущий ремонт оборудования: стоимость запасных и др.	163,3	10%
Транспортировка	490,0	30%
Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов	326,7	20%
Прочие расходы	52,3	2% от суммы
ИТОГО:	2669,0	

Расчет объема капитальных вложений на создание основных производственных фондов. Капитальные вложения на создание основных производственных фондов рассчитываем из сметной стоимости рабочих машин и оборудования. Структура и объем капитальных вложений на создание производственных фондов представлены в таблице Б.3.

Таблица Б.3 – Смета затрат на основные производственные фонды

Основные фонды	Структура основных фондов, %	Стоимость основных фондов, тыс. руб
Здания	37,5	13471,6
Сооружения	11,6	4176,6
Силовые машины и оборудование, контрольно-измерительные приборы, транспортные средства	50,9	18295,2
ИТОГО:	100	35943,4

Затраты на амортизационные отчисления представлены в таблице Б.4:

Таблица Б.4 – Годовые амортизационные отчисления

Группы основных фондов	Стоимость основных фондов, тыс. руб.	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления, тыс. руб.
Здания	13 471,6	2,0	269,4
Сооружения	4 176,6	2,5	104,4
Рабочие машины	4 940,3	6,3	311,2
Силовые машины	340,0	10,0	34,0
Измерительные приборы и устройства	787,2	8,2	64,6
Транспортные средства	1 844,0	20,0	368,8
Инструменты, производственный и хозяйственный инвентарь	984,0	20,0	196,8
Прочие основные средства	9 399,7	7,0	658,0
Всего:	18 295,2		2 007,2

Калькуляция себестоимости. Калькуляция себестоимости представлена в таблицах Б.5 –Б.7.

Таблица Б.5– Расчет затрат на сырье, материалы и энергетические ресурсы

Наименование статьи затрат	Цена единицы, руб.	Затраты на 1000 кг лома		Затраты на годовую переработку лома	
		Количество, кг	Сумма, руб.	Количество, кг	Сумма, тыс. руб.
Лом, кг	81,2	1000,0	81200,0	50000,0	4060,0
Вспомогательные материалы:					
Кислота азотная, кг	13,0	70,3	913,9	3515,0	45,7
Кислота соляная, кг	6,0	470,0	2820,0	23500,0	141,0
Сульфид натрия, кг	28,0	8,0	224,0	400,0	11,2
Гидроксид натрия, кг	17,0	153,3	2606,1	7665,0	130,3
Энергозатраты:					
Электроэнергия, кВт·ч	1,2	3195,1	3834,1	159754,0	191,7
Итого			91598,1		4579,9

Таблица Б.6 – Смета цеховых расходов

Наименование статей расходов	Сумма расходов за год, тыс. руб.	Примечание
Содержание аппарата управления цеха:		
а) зарплата управленческого персонала	2445,8	
б) отчисления на социальное страхование	635,9	26% от п. а)
Содержание прочего цехового персонала:		
а) зарплата прочего персонала	13336,5	
б) отчисления на социальное страхование	3467,5	26% от п. а)
Амортизация зданий, сооружений	373,8	
Содержание зданий и инвентаря	63,4	
Текущий ремонт зданий и инвентаря	163,3	
Расходы на охрану труда и технику безопасности	2367,3	
Прочие расходы	457,1	
ИТОГО:	23310,7	

Общезаводские расходы составляют 2,5 % от цеховой себестоимости. Прочие производственные расходы принимаем равными 20 % от общезаводских расходов. Внепроизводственные расходы составляют 1,5 % от производственной себестоимости.

Таблица Б.7 – Калькуляция себестоимости

Наименование статей затрат	Затраты на годовую переработку лома, тыс. руб.	Затраты на переработку 1000 кг лома, руб.
Сырье	4060,0	81 200,0
Вспомогательные материалы	328,2	6564,0
Электроэнергия	191,7	3834,1
Расходы на содержание оборудования	2669,0	53 379,8
Расходы на подготовку и освоение производства	320,1	6402,0
Цеховые расходы	23 310,7	466 214,0
цеховая себестоимость:	30879,69	617593,92
Расходы на аффинаж Au, Pt-Pd и Ag	529,6	10592,6
Общезаводские расходы	772,0	15439,8
Попутная продукция:		
Cu,	-2859,2	-57 183,4
Sn,	-3801,0	-76 020,3
Pb,	-90,5	-1810,9
Ag,	-15021,9	-300 437,3
Pt-Pd	-5275,0	-105 499,7
Прочие расходы	154,4	3088,0
Производственная себестоимость:	5288,1	105 762,8
Внепроизводственные расходы	79,3	1586,4
Полная себестоимость:	5367,5	107 349,2

Основные технико-экономические показатели производства. Усредненный состав лома и прибыль от 1 т его переработки приведены в таблице Б.8.

Таблица Б.8 – Состав лома и прибыль от переработки 1 т лома

Металл	Содержание в ломе, %	Количество в 1000 кг лома	Извлечение, %	Количество полученного металла, кг	Цена на бирже за 1 кг, руб	Прибыль, тыс. руб.
Au	0,1	0,5	97	20,7741667	2425000	50377,3542
Cu	24	240	96	9868,8	404	3986,9952
Sn	10	100	92	3940,66667	1200	4728,8
Pb	3	30	91	1169,35	148	173,0638
Ag	1	10	94	402,633333	30950	12461,5017
Pt-Pd	0	0,1	94,5	4,04775	1900000	7690,725

Годовая балансовая прибыль рассчитывается по формуле (3):

$$П_{\text{год}} = V_{\text{год}} \times (Ц - C_1) \quad (3)$$

Где $П_{\text{год}}$ - годовая балансовая прибыль, руб;

$V_{\text{год}}$ - годовой объём производства, кг;

$Ц$ - цена за 1 кг продукции, руб/кг;

C_1 - производственная себестоимость единицы продукции, руб/кг.

$$П_{\text{год}} = 24,25 \times (1347061,093 - 105762,8 \times 0,5) = 27536,7 \text{ тыс. руб.}$$

Налог на имущество составит 826,1 тыс. руб.

Налогооблагаемая прибыль равна 26710,6 тыс. руб.

Налог на прибыль = 5342,1 тыс. руб.

Чистая прибыль рассчитывается по формуле (4):

$$ЧП = П - НИ - Н \quad (4)$$

где ЧП - чистая прибыль, руб;

НИ - налог на имущество, руб;

Н - налог на прибыль, руб.

$$\text{ЧП} = 27536,7 - 826,1 - 5342,1 = 21368,5 \text{ тыс.руб.}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ В АКТ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

18 декабря 2017 г.

Акт
опытно-промышленных испытаний результатов диссертационной
работы Кружковой Г.В.

В течение последних двух лет в НИТУ «МИСиС» и на АО «Щёлковский завод вторичных драгоценных металлов» проводились исследования по разработке новых технологий переработки электронного лома, оценка экономической эффективности его переработки и разработка новой системы управления закупкой сырья.

При выполнении работы была рассчитана себестоимость переработки 1 т электронного лома по старой технологии, когда извлекались только золото и серебро, и новой технологии с учётом извлечения цветных металлов и металлов платиновой группы. Было установлено, что прибыль значительно возрастает, повышается эффективность используемого оборудования и появляется возможность увеличения объёмов переработки электронного лома. На основании проведённых исследований было предложено использовать часть прибыли на закупку сырья, а именно увеличивать закупочную цену.

Установлено, что повышение закупочной цены на 10 % не снизит значительно прибыль завода. В течение марта-апреля нами были оповещены сдатчики сырья о проведении такой акции в мае. Результаты показали, что за май объём поставляемого сырья повысился на 12 % и составил 14,4 тонны электронного лома. При этом прибыль увеличилась с 7061,8тыс. руб. до 10026,6 тыс. рублей.

Таким образом, разработанная методика управления закупками сырья предложенная в работе может быть применена на производстве.

От НИТУ «МИСиС»

Заведующий кафедрой ПМ
проф., к.э.н. Ю.Ю Костюхин
ст. преп. Г.В. Кружкова

От АО «ЩЗ ВДМ»

Заместитель генерального директора
С.Н. Рогов