

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.5
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 25.12.2024 № 13

О присуждении Яковлевой Татьяне Александровне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности обогащения комплексных медных руд на основе данных ионоселективных сенсоров» по специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых принята к защите 23.10.2024, протокол заседания № 9, диссертационным советом ГУ.5 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 153 адм, с изменениями от 30.03.2023 № 467 адм, от 27.04.2023 № 653 адм, от 13.07.2023 № 1090 адм, от 03.11.2023 № 1638 адм, от 02.09.2024 № 1281 адм, от 14.10.2024 № 1537 адм.

Соискатель, Яковлева Татьяна Александровна, 10 ноября 1996 года рождения, в 2020 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело.

С 01.10.2020 по 30.09.2024 являлась аспирантом кафедры обогащения полезных ископаемых федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре обогащения полезных ископаемых федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, **Ромашев Артем Олегович** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра обогащения полезных ископаемых, доцент кафедры.

Официальные оппоненты:

Горлова Ольга Евгеньевна, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», кафедра геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых, профессор кафедры;

Никитин Роман Михайлович, кандидат технических наук, Горный институт – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук», учёный секретарь; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Забайкальский государственный университет»**, г. Чита в своем положительном отзыве, подписанном Шумиловой Лидией Владимировной, доктором технических наук, и.о. заведующего кафедрой химии, профессором кафедры инженерной экологии, Салогуб Еленой Викторовной, доцентом кафедры химии, секретарем заседания, и утвержденном Мартыненко Оксаной Олеговной, кандидатом химических наук, ректором указала, что ценность полученных результатов заключается в систематизации и развитии методов контроля процессов флотационного обогащения комплексных медных руд с использованием ионоселективных сенсоров.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 4 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 2,56 печатных листов, в том числе 1,34 печатных листов - соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. **Yakovleva T.A., Romashev A.O., Mashevsky G.N.** Enhancing flotation beneficiation efficiency of complex ores using ionometry methods. Mining Science and Technology (Russia). 2024;9(2). <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2023-08-145>

Яковлева Т.А., Ромашев А.О., Машевский Г.Н. Повышение эффективности флотационного обогащения комплексных руд с использованием методов прямой потенциометрии / **Т.А. Яковлева, А.О. Ромашев, Г.Н. Машевский** // Горные науки и технологии – 2024. - №2 – С. 146-157 <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2023-08-145>

Соискателем проведены экспериментальные исследования процесса флотации с помощью методов прямой потенциометрии. Экспериментально установлено преимущество метода прямой потенциометрии перед многофакторным экспериментом.

2. **Т.А. Яковлева, А.О. Ромашев, Г.Н. Машевский** Разработка методического подхода и способов регулирования процесса флотации порфириновых медно-молибденовых руд /**Т.А. Яковлева, А.О. Ромашев, Г.Н. Машевский** // Успехи современного естествознания – 2024. – № 4. – С. 92-100 DOI 10.17513/use.38254

Соискателем проведены экспериментальные исследования флотационного обогащения. Экспериментально обосновано изменение топологии действующей схемы обогатительной фабрики.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. **Яковлева Т.А.** Цифровая технология оптимизации дозирования сернистого натрия при флотации медной руды / Г.Н. Машевский, Е.К. Ушаков, **Т.А. Яковлева** // Обогащение руд. – 2021. – № 3. – С. 13-18. – DOI 10.17580/or.2021.02.03.

Соискателем проведены экспериментальные исследования процесса флотации сульфидных руд и экспериментально обоснована функция отклика извлечения меди на вариацию потенциала аргентитового электрода.

4. **Яковлева Т.А., Ромашев А.О., Машевский Г.Н.,** Оптимизация дозирования флотационных реагентов при флотации руд цветных металлов с применением цифровых технологий / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2022. – № 6-2. – С 175-188. – DOI: 10.25018/0236_1493_2022_62_0_175.

Соискателем проведены экспериментальные исследования процесса флотации. Экспериментально обоснована функция межпараметрической связи извлечения меди и значения потенциала аргентитового электрода.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023680109 Российская Федерация. Программа для выбора ионоселективных сенсоров на основе данных клибровки: № 2023680109: заявл. 14.09.2023 : опубл. 26.09.2023 / А.О. Ромашев, **Т.А. Яковлева, Б.Л.**

Гатиатуллин; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Соискателем разработан алгоритм программного определения рабочей связки ионоселективных сенсоров.

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

-XIX всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования», 12-16 апреля 2021 г., г. Санкт-Петербург;

-XVIII международный форум-конкурс студентов и молодых учёных «Актуальные проблемы недропользования» 16-20 мая 2022 г., г. Санкт-Петербург;

В диссертации Яковлевой Татьяны Александровны отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: ведущего научного сотрудника лаборатории обогащения полезных ископаемых ИГД ДВО РАН, к.т.н. **А.В. Рассказова**; директора департамента технологических исследований ООО «НОВОМЭК ИНЖИНИРИНГ», к.т.н. **Л.А. Немчиновой**; горного инженера, главного научного сотрудника НПК «Механобр-техника», д.х.н., профессора **И.Д. Устинова**; заведующего сектором технологической минералогии Горного института Уральского отделения Российской академии наук филиала ФГБУН Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук «ГИ УрО РАН», д.г.-м.н. **А.Ф. Сметанникова**; заместителя директора по научной работе, руководителя лаборатории «Новых технологических процессов и аппаратов» ГоИ КНЦ РАН, в.н.с., к.т.н. **А.С. Опалева**; заведующей кафедрой ОПИ ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», **Е.А. Бурдаковой**; заведующего кафедрой инженерной графики и автоматизированного проектирования ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», д.т.н. **Н.П. Мидукова**; руководителя лаборатории флотационных реагентов и обогащения комплексных руд Горного института ФИЦ КНЦ РАН, ведущего научного сотрудника, к.т.н. **Г.В. Митрофановой**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое

построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены ряд замечаний:

1. В таблицах 1 и 2 автореферата совпадают названия. Причем, таблица 2 отражает результаты экспериментов после оптимизации расхода сернистого натрия **(к.т.н. А.В. Рассказова)**;

2. В автореферате указано, что расход собирателя составил 100 г/т. На чем основан данный показатель? По какой причине в ходе исследований не выполнялась оптимизация расхода собирателя? **(к.т.н. А.В. Рассказова)**;

3. Автору рекомендуется добавить пояснение численного значения отклонения от диагностической модели определения выщелачиваемых из руды гидросокомплексов железа $[\text{Fe}(\text{OH})]^+$? **(к.т.н. Л.А. Немчинова)**;

4. Из текста автореферата не до конца ясно в чем состоит физический смысл условия достаточности дозировки собирателя (ксантогената), по фронту основной флотации медных минералов? **(к.т.н. Л.А. Немчинова)**;

5. Из текста автореферата не до конца ясно как проводится выбор и калибровка ионоселективных сенсоров? **(к.т.н. Л.А. Немчинова)**;

6. В разделах автореферата и в тексте диссертации, посвященных методике проведения экспериментальных работ, не упомянут фактор влияния и контроля температуры пульпы на ионные равновесия в водной фазе. **(д.х.н. И.Д. Устивнов)**;

7. В разделе, посвященном оценке экономической эффективности разработки, не обосновывается величина использованного коэффициента дисконтирования финансовых потоков. **(д.х.н. И.Д. Устивнов)**;

8. Из текста автореферата не до конца ясно в чем состоит возмущающее воздействие, представленное на рисунке 4? **(к.т.н. А.С. Опалев)**;

9. Из текста автореферата не до конца ясно как был выявлен коэффициент изменения электродной функции при подаче реагента? **(к.т.н. А.С. Опалев)**;

10. На рисунке 3 не приведена найденная функциональная зависимость. **(к.т.н. А.С. Опалев)**;

11. В теме диссертации заявлено о способах регулирования флотации комплексных медных руд. Какие ценные компоненты присутствуют в рудах, помимо меди, содержание которых позволяет характеризовать руды как комплексные? **(к.т.н. Е.А. Бурдакова)**;

12. Неаккуратно оформлен автореферат: не окончено предложение на стр.7, текст на рисунке 1 достаточно трудно прочесть, на стр.14 в таблице содержание меди в суммарном пенном продукте 8,85%, по тексту далее – 8,89%. **(к.т.н. Е.А. Бурдакова)**;

13. При переходе от лабораторных экспериментов к реализации мероприятий в производственных условиях, иногда возможно наблюдать, например, несоответствие питания процесса флотации заданной тонине помола. Может ли эта нестабильность продуктов по крупности, а также гранулометрическому составу привести к промахам в определении оптимального расхода реагентов (ведь, как известно, более тонкий продукт имеет развитую поверхность, которая потребует большего расхода реагентов)? Можно ли интегрировать в разработанную нейронную сеть сведения о гранулометрическом составе и крупности питания флотации? **(к.т.н. Е.А. Бурдакова);**

14. Откуда следует значения $\Delta pS > 10$ и $\Delta pX > 10$, необходимые для определения достаточных концентраций сульфида натрия и ксантогената? **(к.т.н. Г.В. Митрофанова);**

15. При описании диагностической модели рассматриваются точки 2.1 и 3.1 – слив гидроциклона и контактный чан соответственно, которые находятся в области присутствия ионов $FeOH^+$, исходя из данных платинового электрода, $pH = 10$. А какое значение pH в последующих точках, например, в основной флотации? Там уже нет ионов $FeOH^+$? **(к.т.н. Г.В. Митрофанова).**

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана функциональная схема управления процессом флотации с применением ионоселективных сенсоров, позволяющая стабилизировать качество получаемых концентратов в динамических условиях;

предложены диагностические модели отклика значений потенциалов ионоселективных сенсоров на концентрацию реагентов в пульпе;

доказана эффективность применения систематического подхода к изучению взаимодействия различных факторов и инициализация моделей процессов обогащения, в том числе и на основе моделирования, позволяет разрабатывать эффективные технологии, снижающие потери металлов с хвостами и повышающие экономическую рентабельность процессов переработки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработана адаптивная система управления дозировкой флотационных реагентов в условиях изменчивости состава перерабатываемого сырья на основе данных ионоселективных сенсоров позволяет стабилизировать качество получаемых концентратов и повысить технологические показатели применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов);

использованы современные методы экспериментально-теоретических исследований флотуемости рудного сырья с применением методов углубленной статистики;

изложены методики проведения исследований на обогатимость с учетом электрохимических параметров и применением современных методов численного моделирования;

раскрыта необходимость совершенствования существующих средств математического моделирования на базе искусственных нейронных сетей для реализации автоматического управления флотационным процессом;

изучены принципы автоматического контроля и управления процессом флотации и методы математического описания технологических процессов, которые позволяют формировать модели различных нелинейных и трудно описываемых систем;

проведена модернизация методов математического моделирования и методов ионометрии для описания технологических процессов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена программа для ЭВМ «Программа для выбора ионоселективных сенсоров на основе данных калибровки» в деятельность ООО «НОВОМЭК ИНЖИНИРИНГ» (акт о внедрении результатов кандидатской диссертации от 30 сентября 2024 года) при проведении научно-исследовательских работ;

создана адаптивная система управления дозировкой флотационных реагентов в условиях изменчивости состава перерабатываемого сырья на основе данных ионоселективных сенсоров, позволяет стабилизировать качество получаемых концентратов и повысить технологические показатели;

представлены методические рекомендации по флотационному обогащению на основе использования ионоселективных сенсоров.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория построена на практике обогащения комплексных медных руд; согласуется с опубликованными научными работами по теме диссертации;

идея базируется на анализе существующих систем автоматического регулирования процессов флотации с помощью изучения электрохимических параметров пульпы;

использован широкий спектр методов экспериментально-теоретических исследований, степень достоверности, которых подтверждается их

представительностью и сходимостью, оценкой полученных данных методами математической статистики;

установлено количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методы сбора, обработки исходной информации по мировой и российской горно-добывающей отрасли.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном участие соискателя в получении исходных данных и научных экспериментах; личном участие в апробации результатов исследования; обработке и интерпретация экспериментальных данных; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель, Яковлева Т.А., ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 25.12.2024 диссертационный совет принял решение присудить **Яковлевой Т.А.** ученую степень кандидата технических наук за новые научно обоснованные технологические решения, имеющие существенное значение для развития минерально-сырьевого комплекса страны, и поддержания технологического суверенитета государства.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 19, против - нет.

Председатель
диссертационного совета



Сизяков
Виктор Михайлович

Ученый секретарь
диссертационного совета



Николаева
Надежда Валерьевна

25.12.2024 г.