

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.074.07,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30 марта 2018 г. № 8

**О присуждении Белых Марине Петровне, гражданке РФ, ученой
степени кандидата биологических наук.**

Диссертация «Исследование роли бактериальных сообществ в детоксикации цианидсодержащих отходов кучного выщелачивания золотосодержащих руд» по специальности 03.02.08 – Экология (биологические науки) принята к защите 12 января 2018 г., протокол № 1/2, диссертационным советом Д 212.074.07, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ»), 664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012. Состав совета утвержден приказами № 661/нк от 23.06.2015, № 851/нк от 29.08.2015 и № 626/нк от 03.06.2016 г.

Соискатель Белых Марина Петровна, 1990 года рождения. В 2012 году соискатель окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ»). В 2017 году Белых М.П. окончила заочную аспирантуру в Педагогическом институте ФГБОУ ВО «ИГУ» по специальности 03.02.08 «Экология». Работает младшим научным сотрудником в АО «Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов» (АО «Иргиредмет»). Диссертация выполнена на кафедре «Технологий, предпринимательства и методик их

преподавания» Педагогического института ФГБОУ ВО «ИГУ» и на базе отдела Охраны окружающей среды АО «Иргиредмет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Чикин Андрей Юрьевич, профессор кафедры «Технологий, предпринимательства и методик их преподавания» Педагогического института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ»).

Научный консультант – кандидат биологических наук, доцент Белькова Наталья Леонидовна, старший научный сотрудник Лаборатории аналитической биоорганической химии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук» (ФГБУН ЛИИ СО РАН).

Официальные оппоненты:

Кондратьева Любовь Михайловна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории гидрологии и гидрогеологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ФГБУН ИВЭП ДВО РАН), г. Хабаровск,

Булаев Александр Генрихович, кандидат биологических наук, и.о. заведующего лабораторией хемолитотрофных микроорганизмов Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН), г. Москва

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения Российской академии наук» (НИГТЦ ДВО РАН), г. Петропавловск-Камчатский, в своем положительном заключении,

подписанном ведущим научным сотрудником НИГТЦ ДВО РАН, кандидатом технических наук, доцентом Беловой Татьяной Павловной, указала, что диссертационная работа Белых М.П. «Исследование роли бактериальных сообществ в детоксикации цианидсодержащих отходов кучного выщелачивания золотосодержащих руд» по постановке задач, подходам и методам, используемым в работе, а также анализу полученных результатов полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биологические науки).

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ (общим объемом 5,1 печатных листа), среди которых 5 статей в журналах, включенных в перечень ВАК (включая 2 журнала, индексируемых Web of Science и Scopus), и 10 тезисов и материалов Всероссийских и международных конференций. Все результаты получены автором самостоятельно и сформулированы в выводах и защищаемых положениях. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Белых, М.П.** Разработка технологии биопассивной детоксикации складированных отходов кучного выщелачивания золота / М.П. Белых, А.Ю. Чикин, С.В. Петров, Н.Л. Белькова // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук (Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых). – 2017. – Т. 40, № 3. – С. 107–117.

2. **Белых, М.П.** Детоксикация цианидов микробными консорциумами из природно-техногенных комплексов кучного выщелачивания золота / М.П. Белых, С.В. Петров, А.Ю. Чикин, Р.В. Адельшин, Н.Л. Белькова // Прикладная биохимия и микробиология. – 2017. – Т. 53, № 3. – С. 291–298.

3. **Белых, М.П.** Генетическое разнообразие бактерий, адаптированных к цианидсодержащим соединениям в техногенных экосистемах, выделенное по последовательностям 16S рДНК / М.П. Белых, С.В. Петров, А.Ю. Чикин, Н.Л. Белькова // Сибирский экологический журнал. – 2016. – № 5. – С. 684–696.

4. **Белых, М.П.** Автохтонные микробные сообщества из отходов кучного выщелачивания золотосодержащих руд: путь к решению проблемы загрязнения окружающей среды / М.П. Белых, С.В. Петров, А.Ю. Чикин, И.Н. Стоянов, Н.Л. Белькова // Известия Иркутского государственного университета. Серия: «Биология. Экология». – 2014. – Т. 9. – С. 55–67.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: д.т.н., зав. лабораторией инженерной экологии ФГБУН «Байкальский институт природопользования СО РАН» Батоевой А.А.; к.б.н., с.н.с. лаборатории экологических биотехнологий «Институт проблем экологии и недропользования АН Республики Татарстан» Вершинина А.А.; д.т.н., зав. отделом рудоподготовки и специальных методов исследований Научно-исследовательского и проектного института обогащения и механической обработки полезных ископаемых (ОАО «Уралмеханобр») Газалеевой Г.И. и к.т.н., зав. лабораторией гидрометаллургии ОАО «Уралмеханобр» Мусаева В.В.; к.б.н., с.н.с. лаборатории микробиологии ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН» Дагуровой О.П.; к.б.н., преподавателя кафедры химии ФГБОУ ВО «Тувинский Государственный Университет» Кашкак Е.С.; к.б.н., с.н.с. лаборатории алканотрофных микроорганизмов «Институт экологии и генетики микроорганизмов УРО РАН» Криворучко А.В.; к.б.н., старшего преподавателя кафедры зоологии и экологии ФГБОУ ВО «Бурятский Государственный Университет» Лаврентьевой Е.В.; к.б.н., ученого секретаря ФГБУН «Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН» Матюгиной Е.Б.; д.т.н., профессора кафедры обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Уральский Государственный Горный Университет» Морозова Ю.П. и к.т.н., доцента кафедры обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Уральский Государственный Горный Университет»

Бекчуриной Е.А.; д.б.н., зав. лабораторией растительно-микробных взаимодействий ФГБУН «Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН» Марковой Ю.А.; к.т.н., зав. кафедрой обогащения полезных ископаемых НЧОУ ВО «Технический Университет Уральской Горно-Металлургической Компании» Мамонова С.В.; к.б.н., доцента, и.о. зав. кафедрой лесного хозяйства и ландшафтного строительства Института биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский Государственный Университет» Мясникова А.Г.; д.т.н., профессора, зав. кафедрой промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» Тимофеевой С.С.; д.т.н., профессора, зам. директора по научной работе ФГУП «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» Седельниковой Г.В.; к.г.-м.н., с.н.с. лаборатории гидрогеологии и геоэкологии ФГБУН «Геологический институт СО РАН» Смирновой О.К. и к.б.н. с.н.с. лаборатории гидрогеологии и геоэкологии ФГБУН «Геологический институт СО РАН» Дорошкевич С.Г.; к.т.н., и.о. начальника лаборатории биотехнологических исследований Центра экологической безопасности, энергоэффективности и охраны труда ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ») Хохлачева Н.С.

Все отзывы положительные, содержат подробную информацию об актуальности диссертации, новизне результатов, фундаментальной и практической значимости. Отмечено, что диссертация выполнена на высоком научном и методическом уровне, выводы достоверны и полностью отражают поставленные задачи.

Вопросы и замечания, имеющиеся в отзывах. Замечания: плохо различимы подписи к рис. 1 и 2; не представлен полный химический состав растворов КВ до и после биодетоксикации; не приведены сравнительные технико-экономические данные по разработанной и существующей

(химической) технологиям; имеются некоторые неточности в даваемых определениях; так же присутствуют незначительные технические и стилистические ошибки. **Вопросы:** роль грибов в детоксикации; как повлияют на биодетоксикацию различные концентрации токсичных соединений и наличие в руде сульфидных минералов; как были рассчитаны основные технологические параметры и экономический эффект; проводилось ли выделение чистых культур.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.б.н., профессор Кондратьева Любовь Михайловна является одним из ведущих специалистов в области гидрогеологии и экологии микробных сообществ, а также автором высоко цитируемых научных работ, посвященных изучению функционирования природных и испытывающих различные антропогенные загрязнения экосистем. Булаев Александр Генрихович, к.б.н., является высококвалифицированным специалистом в области микробиологии, экологии и биотехнологии, научные исследования которого связаны с изучением микробных сообществ, участвующих в извлечении драгоценных и цветных металлов из руд и концентратов горно-перерабатывающей промышленности, а также участвующих в обезвреживании сточных вод. Квалификация и область научных интересов оппонентов подтверждаются соответствующими публикациями.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что ФГБУН «Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН» является одним из ведущих центров страны исследования бактериального и химического выщелачивания металлов и обезвреживания отходов горно-перерабатывающей промышленности. Основные направления научной деятельности института связаны с проведением фундаментальных и прикладных научных исследований в области экологии, геологии, недропользования и охраны окружающей среды.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработана научная концепция оценки вклада автохтонных микроорганизмов в детоксикацию цианидсодержащих отходов

кучного выщелачивания (КВ) золота. **Предложены** нетрадиционные технологические решения по детоксикации отходов КВ золота, основанные на использовании биотехнологического потенциала автохтонного бактериального сообщества. **Доказано**, что предлагаемая технология обеспечивает снижение экологической нагрузки на район размещения промышленной площадки КВ и имеет преимущества перед применяемыми химическими методами обезвреживания. **Введены** новые понятия о роли и значимости разных представителей автохтонного бактериального сообщества, участвующих на разных этапах детоксикации цианидсодержащих соединений в отходах КВ золота, расположенных на территории РФ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказано, преимущественное влияние биотического фактора на интенсивность деструкции цианидов, включая цианидные комплексы меди и никеля, и тиоцианатов в штабеле КВ по сравнению с химическим окислением. Установлены основные закономерности биодетоксикации токсичных соединений в основных слоях рудного штабеля КВ при сезонных вариациях температур в аэробных и анаэробных условиях.

Применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс физико-химических, молекулярно-генетических, микробиологических и биоинформационных методов. **Изложены** основные принципы и методические приёмы определения разнообразия и структуры бактериальных сообществ, развивающихся в отходах КВ золота. **Раскрыты** взаимосвязи экологических факторов (температуры и аэрации), а также степени утилизации токсичных соединений с составом и структурой бактериальных сообществ. Выявлено, что в условиях зонирования рудного штабеля КВ бактериальные сообщества имеют невысокое разнообразие. Доминирующие представители (*Achromobacter* и *Serratia*) адаптированы к широким диапазонам температур и могут выступать маркерами процессов деструкции цианидов. **Изучено** влияние минерального и химического состава руд, а также разнофазности отходов КВ на состав основных функциональных групп бактерий, осуществляющих деструкцию цианидсодержащих

соединений. **Проведена модернизация методов** молекулярно-генетического анализа с целью их адаптации к специфическим объектам исследования (технологический раствор и рудная масса КВ золота).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработана и внедрена эффективная безреагентная технология биодетоксикации отходов КВ золота, которая обеспечивает снижение концентраций токсичных соединений и позволяет уменьшить эксплуатационные и капитальные затраты на проведение природоохранных мероприятий. **Определены** основные представители бактериального сообщества, осуществляющие деструкцию цианидсодержащих соединений в отходах КВ, установлены технологические параметры и разработаны технологическая и аппаратурная схемы предлагаемой технологии, которые рекомендованы в дополнение к технологическому регламенту. **Создана** библиотека нуклеотидных последовательностей и массивы данных пиросеквенирования фрагментов гена 16S рРНК представителей автохтонных бактериальных сообществ, развивающихся в объектах КВ золота четырех различных месторождений РФ. Полученные последовательности и массивы данных депонированы в базы данных EMBL EBI (ENA) и NCBI (SRA). **Представлены** экономические расчеты эффективности применения разработанной технологии биодетоксикации площадки КВ золота по сравнению с химической технологией, используемой на изучаемом месторождении.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для экспериментальных работ результаты получены с применением общепринятых и аттестованных методик на сертифицированном оборудовании с использованием реактивов, отвечающих стандартам качества, показана воспроизводимость данных в различных условиях. **Теория** построена на сравнительном анализе научных исследований ведущих отечественных и зарубежных ученых в области микробной экологии, биотехнологии, молекулярной биологии, микробиологии, биогидрометаллургии и полученных оригинальных данных. **Идея базируется**

на анализе экспериментального материала и обобщении передового опыта в изучаемой тематике. **Использованы** современные методики обработки данных, проведено сравнение собственных результатов и данных мировой литературы по исследованию микробных сообществ горно-перерабатывающей промышленности. **Установлено**, что полученные сведения согласуются с данными исследователей в этой области. **Использованы** адаптированные методики сбора материала, широко применяемые и стандартные методы анализа и современные подходы обработки и интерпретации полученных данных.

Личный вклад соискателя: диссертационная работа является результатом самостоятельных многолетних научных исследований автора. Фактические данные получены соискателем лично или при его непосредственном участии. Автор участвовал во всех экспедиционных работах. Проведение научных экспериментов, получение результатов, их анализ и обобщение, подготовка публикаций по результатам выполненной работы, представление результатов на российских и международных конференциях выполнено лично автором.

На заседании 30 марта 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Белых М.П. ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 13 докторов наук по специальности 03.02.08 «Экология», участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета

Д 212.074.07 при ФГБОУ ВО «ИГУ»

доктор биологических наук, проф.



Матвеев А.Н.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.074.07 при ФГБОУ ВО «ИГУ»

кандидат биологических наук, доцент

Приставка А.А.