

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу и автореферат

Денисовой Юлии Леонидовны

**«Научное обоснование использования искусственных геохимических барьеров на основе отходов горнодобывающей промышленности для очистки сточных вод и извлечения цветных металлов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
25.00.13 «Обогащение полезных ископаемых»**

Диссертационная работа Денисовой Юлии Леонидовны состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 158 наименований; изложена на 139 страницах машинописного текста, включая 18 таблиц и 67 рисунков.

Актуальность работы

Предприятия горно-металлургического комплекса являются одними из основных источников загрязнения окружающей среды различными отходами. Образующиеся в процессе добычи и переработки сульфидных руд сточные воды, содержащие значительные концентрации цветных металлов и железа, необходимо подвергать очистке. Применяемые для очистки промышленных стоков реагенты и технологии, как правило, характеризуются высокой стоимостью, возможным дополнительным негативным воздействием на природные объекты, недостаточной эффективностью, а в ряде случаев – применимостью или только в лабораторных условиях, или в условиях тех промышленных предприятий, где может быть организовано отделение и утилизация образующегося осадка. Одним из альтернативных и перспективных способов очистки неорганизованных стоков горно-перерабатывающих предприятий и защиты природных водоемов от загрязнений является создание искусственных геохимических барьеров, с помощью которых возможны не только эффективная очистка сточных вод, но и попутное извлечение цветных металлов.

Актуальность решаемой в диссертационной работе проблемы, сформулированной как «создание геохимических барьеров для очистки сточных вод на основе отходов горнодобывающего производства позволит комплексно использовать минеральные ресурсы путем попутного извлечения многих ценных металлов с последующим их включением в технологические циклы», не вызывает сомнений, поскольку решение этой проблемы повышает уровень комплексности использования сырья и экологической

безопасности горно-обогатительного производства, что соответствует Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации.

Цель работы – изучение и научное обоснование создания искусственных модифицированных геохимических барьеров на основе продуктов переработки различных отходов горнопромышленного комплекса Мурманской области и их применение для очистки сточных вод предприятий от цветных металлов и железа с извлечением ценных компонентов.

Идея работы заключается в использовании механизма и особенностей взаимодействия минералов с сульфатными растворами металлов для обоснования и разработки технологий очистки сточных вод горнопромышленных предприятий и извлечения ценных компонентов с помощью искусственных геохимических барьеров на основе переработанных отходов обогащения медно-никелевых руд.

Оценка внутреннего единства полученных результатов

Диссертационная работа охватывает все основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается общей целенаправленностью работы, основной идейной линией, взаимосвязью научных результатов, положений и выводов.

Основные результаты исследования и научная новизна работы в рамках требований к диссертациям

Научное значение работы заключается в постановке и решении научной задачи в рамках одного из направлений горных наук, связанного с разработкой технологии комплексной переработки отходов горнодобывающей промышленности с получением ряда продуктов, используемых для создания на их основе модифицированных геохимических барьеров, что позволит осуществлять эффективную очистку сточных вод и попутно извлекать ценные компоненты.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- теоретически обосновано и практически доказано, что искусственные геохимические барьеры на основе продуктов переработки отходов предприятий горно-перерабатывающего комплекса Мурманской области позволяют эффективно очищать промышленные сточные воды;
- установлены механизмы сорбции металлов слоистыми гидросиликатами и осаждения цветных металлов из сульфатных растворов при взаимодействии с рядом

минеральных комплексов с образованием искусственных металлсодержащих гидросиликатов;

- на основе продуктов переработки хвостов обогащения медно-никелевых руд Печенгского рудного поля впервые получены органоминеральные сорбенты; установлены оптимальные режимные параметры модифицирования поверхности сорбентов и сорбции ионов никеля при различных значениях pH растворов (от 1 до 10), продолжительности взаимодействия (от 5 минут до 1 суток) и концентрации ионов (от 3×10^{-5} до 10^{-1} Моль-экв/л раствора);

- впервые предложена и научно обоснована технология комплексной переработки хвостов обогащения медно-никелевых руд с применением солянокислого разложения с получением магнийсодержащих соединений, аморфного кремнезема, легированной никелем, кобальтом и медью шпинели, а также кварца и кальцита. Установлен механизм процессов солянокислого разложения минералов, заключающийся в образовании легкорастворимых солей металлов, переходящих в раствор, и выделении золя кремниевой кислоты с последующей его коагуляцией и осаждением в виде аморфного кремнезема.

К основным практическим результатам, полученным соискателем, следует отнести разработанный эффективный способ очистки сточных вод горно-обогатительных предприятий от катионов цветных металлов и железа с использованием искусственных геохимических барьеров, созданных на основе продуктов переработки отходов обогащения медно-никелевых руд. Соискателем определены оптимальные условия осаждения металлов и растворов с получением металлсодержащих продуктов, пригодных для последующей переработки; предложена технология переработки хвостов обогащения медно-никелевых руд Печенгского рудного поля с получением ряда продуктов с высокой добавленной стоимостью: модифицированных материалов, различных соединений магния, аморфного кремнезема, легированной цветными металлами шпинели и др. Способ получения органоминерального сорбента цветных металлов на основе отходов обогащения руд защищен патентом Российской Федерации.

***Степень обоснованности и достоверности результатов, научных положений,
выводов и заключения соискателя***

Научные положения, представленные соискателем к защите и выводы по работе, обоснованы проведенными теоретическими и экспериментальными исследованиями. Достоверность результатов обеспечивается представительностью и надежностью исходных данных; использованием современных средств, природной базы и

апробированных стандартных методик измерения и проведения исследований с использованием сертифицированного оборудования и подтверждается согласованностью данных экспериментов и научных выводов, воспроизводимостью результатов лабораторных испытаний в различных условиях, удовлетворительной сходимостью результатов измерений, оценкой полученных результатов методами математической статистики при доверительной вероятности не менее 95%.

***Основные защищаемые положения в основном доказаны представленными
результатами исследований и состоят в следующем***

(в формулировке соискателя):

1. Теоретически и экспериментально обоснован механизм взаимодействия минералов с растворами сульфата никеля:

- с гидросиликатами магния сорбция происходит в результате изоморфного замещения;

- в результате реакции с серпентиновыми минералами при pH 1-3 образуются пимелиты ($\text{Ni}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), при меньшей кислотности образуются минералы типа гарниерита $\text{Ni}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$;

- при взаимодействии с тальком образуется виллемсеит ($\text{Ni}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$);

- при взаимодействии растворов сульфата никеля с биотитом не происходит изменения состава тетраэдрических слоев. Наблюдается образование пимелитов.

2. Геохимические барьеры на основе хвостов обогащения медно-никелевых руд, меси аморфного кремнезема и карбоната обеспечивают эффективную очистку от ионов цветных металлов и железа за счет совместного действия компонентов барьеров. Использование искусственных геохимических барьеров для очистки сточных вод позволяет значительно снизить концентрации металлов: железа на 89 %, меди на 89.5 % и никеля на 80 % по сравнению с исходными концентрациями в поликомпонентном сульфатном растворе. Полученные при этом металлсодержащие продукты пригодны для дальнейшего выщелачивания.

3. Обоснованы рациональные параметры модифицирования отходов горнодобывающей промышленности: масса модификатора от 2.5 до 7.5 %, температура - 90°C, продолжительность взаимодействия – 30 минут. Синтезированный модифицированный органоминеральный сорбент обеспечивает повышение сорбционной емкости по ионам никеля до 180-220 мг/г. Сорбент может быть использован для очистки сточных вод на горнодобывающих медно-никелевых предприятиях.

4. Экспериментально разработанная технология переработки хвостов обогащения медно-никелевых руд позволяет комплексно использовать промышленные отходы с получением сорбционных материалов для создания геохимических барьеров, при этом достигается попутное извлечение цветных металлов и железа в промпродукт до 94 %, а также выделение аморфного микрокремнезема – сырья для промышленности строительных материалов.

Полнота опубликования основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации, апробация работы

Основные положения, результаты и выводы достаточно полно раскрыты в 22 научных работах, из них: 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, в прочих изданиях – 18, получен 1 патент Российской Федерации на изобретение.

Основные положения и результаты исследований, приведенные в диссертационной работе, докладывались на конференциях и совещаниях различного уровня, в том числе: на Международных совещаниях «Плаксинские чтения» (г. Петрозаводск–2012 г., г. Иркутск–2015 г., г. Санкт-Петербург–2016 г.), Международном научном симпозиуме «Неделя горняка-2013» («МИСиС», г. Москва–2013 г.), Международных научно-технических конференциях «Наука и образование» (МГТУ, г. Мурманск–2012, 2014 гг.), Международных научных школах молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» (ИПКОН РАН, г. Москва–2014, 2015 гг.), Международной молодежной конференции «Экологические проблемы горнопромышленных регионов» (КНИТУ, г. Казань–2012 г.), научных семинарах «Минералогия техногенеза» (ИМинУрО РАН, г. Миасс–2014, 2015 гг.), Международном молодежном научном форуме «ЛОМОНОСОВ» (МГУ, г. Москва–2013 г.), 18th Conference on Environment and Mineral Processing (г. Острава, Чешская Республика–2014 г.), XVI Balkan Mineral Processing Congresses (XVI BMPC) (г. Белград, Республика Сербия–2015 г.), Международной научной конференции «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения» (ИППЭС КНЦ РАН, г. Апатиты–2016).

Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат построен по принципу доказательства положений, выносимых на защиту, что позволило автору достаточно полно раскрыть содержание диссертации. Основное содержание автореферата соответствует тексту диссертации.

Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации

Все исследования, постановка цели и задач, анализ литературных источников, организация и проведение экспериментальных исследований, обработка и анализ полученных результатов, подготовка публикаций, написание статей и апробация материалов на конференциях различного уровня выполнены автором лично или при его непосредственном участии.

Соответствие содержания диссертации указанной специальности

Анализ объекта, предмета диссертации, цели и задач работы, содержания основных разделов позволяют утверждать, что диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 25.00.13 - «Обогащение полезных ископаемых», а именно пунктам 1 и 3. Диссертационная работа соответствует профилю диссертационного совета Д 002.074.01 при ФГБУН «Институт проблем комплексного освоения недр» РАН.

По содержанию и оформлению диссертации имеются замечания:

1. Автор предлагает использовать измельченные до крупности -0.063 мм хвосты обогащения медно-никелевых руд. Однако, учитывая постоянный рост стоимости электроэнергии, подобные энергозатратные процессы приведут к снижению рентабельности технологии получения материалов для создания геохимических барьеров и, соответственно, сделают конечную продукцию менее конкурентоспособной. К энергозатратным процессам следует также отнести процессы солянокислого разложения при температуре 80°C в течение 6 часов, обжиг доломита при температуре 800°C (не указана продолжительность) и нейтрализация в течение 1 часа, $t = 80^{\circ}\text{C}$; обжиг хвостов обогащения при температурах 650°C и 700°C .
2. При описании исследования взаимодействия сульфатных растворов металлов с геохимическими барьерами не приведены методики лабораторных экспериментов, в частности, сорбционные характеристики: внутренний диаметр сорбционной колонки, соотношение диаметра к высоте слоя загрузки, объемная скорость пропускания раствора через колонку и т.д. Не изучено влияние объемной скорости на процессы сорбции металлов.
3. При хранении хвостов обогащения сульфидных медно-никелевых руд в хвостохранилище происходят гипергенные процессы химического выветривания минералов: окисление сульфидов с переходом металлов

в состав водорастворимых солей; гидролиз силикатов и ряд других. В диссертации не приведены данные по изменению свойств хвостов обогащения медно-никелевых руд, происходящие в процессе длительного хранения. В работе не уточнено, какие именно, текущие или лежалые хвосты предполагается направлять на комплексную глубокую переработку с целью получения сорбционных минералов для геохимических барьеров, композиционных строительных минералов, вяжущих, огнеупоров и др. В случае перехода на другой тип хвостов технология их переработки может претерпеть существенные изменения, также изменится и перечень получаемых в результате переработки товарных продуктов.

4. Разработанная технология переработки хвостов обогащения медно-никелевых руд позволяет получить аморфный кремнезем, шпинель, легированную цветными металлами, различные соединения магния. При этом аморфный кремнезем является востребованным товарным продуктом и находит применение во многих отраслях промышленности. Однако характеристики и возможные направления использования полученного аморфного кремнезема не представлены. Также в работе не приведена информация о режимах флотации хвостов обогащения медно-никелевых руд, ультрафиолетовой обработки продуктов нейтрализации, магнитной сепарации; в каких аппаратах предполагается осуществлять эти процессы?

5. С целью усиления практической значимости работы автору следовало бы дополнить выводы конкретными количественными экономическими показателями. Нет информации о предполагаемой производительности установки по переработке хвостов, примерной потребности предприятий региона в сорбентах для геохимических барьеров, ожидаемом экономическом эффекте от внедрения данной технологии. Из материалов диссертации не ясно, проводились ли укрупненные или опытно-промышленные испытания предлагаемых технологий комплексной переработки хвостов обогащения и очистки промышленных сточных вод.

В целом, имеющиеся замечания не затрагивают основных результатов и не снижают ценности диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Денисовой Юлии Леонидовны «Научное обоснование использования искусственных геохимических барьеров на основе отходов горнодобывающей промышленности для очистки сточных вод и извлечения цветных металлов» выполнена на актуальную тему,

на высоком теоретическом и экспериментальном научном уровне, обладает научной новизной и практической значимостью. По комплексу поставленных задач, научному уровню их проработки диссертация представляет собой вполне законченное исследование. Выводы автора основаны на анализе большого объема теоретического и практического материала и не вызывает сомнений. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, паспорту научной специальности 25.00.13 – «Обогащение полезных ископаемых» и требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, а её автор, Денисова Юлия Леонидовна, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

Т.И. Юшина

Юшина Татьяна Ивановна, кандидат технических наук, доцент, профессор, и.о. заведующего кафедрой «Обогащение и переработка полезных ископаемых и техногенного сырья» Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов» (НИТУ «МИСиС»)

Россия, 119049, Москва, Ленинский пр-т., дом 4

Тел. +7(499) 230-24-46

E-mail: yuti62@mail.ru

Подпись руки Юшиной Т.И. заверяю:

Проректор по безопасности и общим
вопросам ФГАОУ ВО
«Национальный исследовательский
технологический университет
«Московский институт стали и
сплавов» (НИТУ «МИСиС»)



Исаев Игорь Магомедович

СПИСОК

опубликованных научных трудов и учебных изданий

Юшина Татьяна Ивановна, и.о. зав кафедрой, профессор, к.т.н., доцент

№ п/п	Наименование работы	Форма работы	Выходные данные	Объем	Соавторы
1 Научные труды					
1.1 Публикации в изданиях, индексируемых WoS/Scopus (за 3 года)					
1	Расширение ресурсной базы марганецсодержащего сырья на основе использования руд окисленного типа в теплоэнергетике и производстве наноматериалов	Печатная статья	Горный журнал, № 12, 2014 г.	с. 70-74	Крылов И.О., Епихин А.Н., Строков А.А.
2	Analysis of technologies and practice of limonite ore processing	Печатная статья	CIS Iron and Steel Review. 2015. Т. 2015. № 10.	С. 4-8	Krylov I.O., Pak S.G., Petrov I.M.
3	Flotation properties of additional collectors, foaming agents based on acetylenic alcohols	Печатная статья	Non-Ferrous Metals. 2015. № 2.	С. 3	Shchelkuno v S.A., Malishev O.A., Dunaeva V.N.
4	Мировой рынок и технологии переработки редкоземельных металлов: современное состояние и перспективы	Печатная статья	Горный журнал. 2015. № 2.	С. 59-64.	Петров И.М., Гришаев С.И., Черный С.А.
5	Мировой рынок и технологии переработки редкоземельных металлов: современное состояние и перспективы (часть 2)	Печатная статья	Горный журнал. 2015. № 3.	С. 76-82.	Петров И.М., Гришаев С.И., Черный С.А.
6	Вещественный состав и особенности обогащения и подготовки бедных и труднообогатимых железных руд с целью их использования в бездомненных	Печатная статья	Горный журнал. 2015. № 12.	С. 14-20.	Крылов И.О., Валавин В.С., Дунаева В.Н.

	технологиях получения чугуна «Ромелт»				
7	Повышение извлекаемой ценности руда российских марганцевых руд путем их применения в топливно- энергетическом комплексе и наноиндустрии	Печатная статья	Горный журнал. 2015. № 11.	С. 4-7.	Крылов И.О., Дунаева В.Н., Дидович Л.Я.
8	Анализ современного состояния добычи и переработки железных руд и железорудного сырья в Российской Федерации	Печатная статья	Горный журнал. 2015. № 1.	С. 41- 47.	Петров И.М., Авдеев Г.И., Валавин В.С.
9	Technology of separation of carbon nanotubes from natural ferriferous manganese catalysts with the aid of agents made of acetylene alcohols	Печатная статья	CIS Iron and Steel Review. 2016. T. 12.	С. 4-8.	Krylov I.O., Popova K.S., Vinnikov V.A.
10	Flotation of carbonaceous material with reagents based on acetylene alcohols	Печатная статья	Eurasian Mining. 2016. № 2 (26).	С. 23- 28.	Popova K.S., Malyshev O.A., Shchelkuno v S.A.
11	Prospect of preliminary beneficiation use in the poor tungsten ores processing practice	Печатная статья	Non-Ferrous Metals. 2016. № 1.	С. 9- 15.	Shepeta E.D., Samatova L.A., Alushkin I.V.
12	Технологии комплексной переработки упорных колчеданных руд и пиритных техногенных продуктов с извлечением цветных и редких металлов	Печатная статья	Цветные металлы. 2016. № 9 (885).	С. 16- 21.	Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Чантурия Е.Л.
13	Современное состояние и перспективы использования флотационных машин в России	Печатная статья	Горный журнал. 2016. № 3.	С. 61- 67.	Петров И.М., Белоусова Е.Б.

14	Dry destoning coal based on XRT-seperationmethod	Печатный доклад	XVIII International Preparation Congress: 28 June – 01 July 2016, Saint-Peterburg, Russia		Alushkin I.V., Shchipchin V.B., Korneev I.G.
15	Флотация золотосодержащих руд цветных металлов с применением реагентов на основе ацетиленовых спиртов	Печатная статья	Цветные металлы. 2017. № 2.	С. 13-19.	Малышев О.А., Щелкунов С.А.
16	Исследование возможности получения железосодержащего продукта для технологии Ромелт из отходов производственной деятельности Камыш-Бурунского ГОКа	Печатная статья	Горный журнал. 2017. № 6.	С. 53-57.	Крылов И.О., Валавин В.С., Сыса П.А.
17	Исследование возможности получения железосодержащего продукта для технологии Ромелт из отходов производственной деятельности Камыш-Бурунского ГОКа (часть II)	Печатная статья	Горный журнал. 2017. № 7.	С. 68-73.	Крылов И.О., Валавин В.С., Сыса П.А.
18	Рациональная переработка пиритно-пирротинового природного и техногенного комплексного сырья цветных металлов	Печатная статья	Горный журнал. 2017. № 9. DOI 10.17580/gzh.2017.09.14	С. 77-84	Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Чантурия Е.Л.

1.2 Публикации в изданиях, индексируемых РИНЦ (за 3 года)

1	Исследование процесса каталитического разложения метана и монооксида углерода на природном марганцевом (железомарганцевом) катализаторе с получением наноуглеродного материала	Печатная статья	Горный информационно-аналитический бюллетень. Москва: Изд-во «Горная книга», №11, 2014	с. 115-126	Крылов И.О., Епихин А.Н., Строков А.А., Тимашков К.В.
---	--	-----------------	--	------------	---

2	Технологическая оценка основных направлений комплексной переработки упорных полиметаллических руд и продуктов	Печатная статья	Горный информационно-аналитический бюллетень. Москва: Изд-во «Горная книга», №12, 2014	с. 81-91	Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Чантурия Е.Л., Вишкова А.А., Хачатрян Л.С.
3	Нанопузырьки и механизм их феноменальной флотоактивности и селективности действия. Часть II. Энергетический расчет возможности перехода $A \rightarrow M$ на примере милли-, микро- и нанопузырьков	Печатная статья	Горный информационно-аналитический бюллетень. Москва: Изд-во «Горная книга», №12, 2014	с.101-113	Мелик-Гайказян В.И., Должникова Д.В., Емельянов Н.П.
4	Research of washability of anthropogenic dumps of quartz-feldspar material at Hetholambino deposit by means of radiometric method.	Печатная статья	Scientific Reports on Resource Issues 2014., TU Bergakademie Freiberg	с.337-340	Алушкин И.В., Расулов В.А., Воронкин А.В.
5	Перспективы использования природного и техногенного железорудного сырья в Российской Федерации	печатная	Горный информационно-аналитический бюллетень. Москва: Изд-во «Горная книга», №2, 2015 г.	С. 416	Петров И.М., Авдеев Г.И., Крылов И.О., Валавин В.С., Пак С.Г., Дунаева В.Н.
6	Обзор рынка РЗМ и технологий переработки редкоземельного сырья		Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 1	С. 577-608	Петров И.М., Гришаев С.И., Черный С.А.
7	Использование марганцевого сырья для высокотемпературной очистки генераторного газа (синтез-газа) от сероводорода при		Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 2	С. 56.	Крылов И.О., Епихин А.Н., Луговская И.Г.

	газификации углей и крупнотоннажного производства углеродных нанотрубок (УНТ)				
8	О выборе возможных способов комплексного использования техногенных пиритных хвостов в связи с их переработкой		Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 10	С. 92-99	Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Чантурия Е.Л., Хачатрян Л.С., Дунаева В.Н.
9	Предконцентрация минерального сырья с использованием радиометрических методов обогащения		В сборнике: Инновационные технологии обогащения минерального и техногенного сырья материалы научно-технической конференции, проводимой в рамках VI Уральского горнопромышленного форума. Под общей редакцией Е. Ф. Цыпина; Ответственный редактор Т. Ю. Овчинникова. 2015.	С. 87-90.	Алушкин И.В.
10	Современное состояние и перспективы использования флотационных машин в России (modern state and prospects of use of flotation machines in Russia)		Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. Т. 1.	С. 470-487	Петров И.М., Белоусова Е.Б., Пак С.Г.
11	Расчет кривых растекания нанопузырьков по поверхности частиц с различной смачиваемостью часть 1. Расчет параметров кривых растекания нанопузырьков		Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 8.	С. 306-318.	Мелик-Гайказян В.И., Емельянов А.Н.
12	Расчет кривых растекания нанопузырьков по		Горный информационно-аналитический	С. 265-272.	Мелик-Гайказян В.И.,

	поверхности частиц с различной смачиваемостью часть 2. Смачиваемость подложки не способствует растеканию нанопузырьков		бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 9.		Емельянов а Н.П.
13	Современное состояние и перспективы использования флотационных машин в России		Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2016. № 3.	С. 61.	Петров И.М., Белоусова Е.Б.

1.3 Публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК (не Web of Science , Scopus, РИНЦ) (за 3 года)

1	Железная руда: производство, продажи, цены		Металлы Евразии. 2016 г. №3.	стр. 50-54	Петров И.М., Авдеев Г.И.
2	Исследование флотационного обогащения углерод-катализаторного композита с применением реагентов на основе ацетиленовых спиртов	Печатная	XI Конгресс обогатителей стран СНГ. Сборник материалов. – М.: МИСиС, 2017	Стр. 397 – 400	Крылов И.О., Попова К.С., Д’Элия Янес К., Ву Ван Тоан
3	Особенности механизма флотации углеродсодержащего сырья с применением реагентов на основе ацетиленовых спиртов	Печатная	XI Конгресс обогатителей стран СНГ. Сборник материалов. – М.: МИСиС, 2017	Стр. 407 – 410	Попова К.С., Малышев О.А., Щелкунов С.А.

1.4 Монографии (за 3 года)

1	Технология получения углеродных наноструктур на природных рудных катализаторах	Монография	1-е изд., -М.: ИП Скороходов В.А., 2016, 108 с, ISBN 978-5-9907734-8-6	108 стр.	Крылов И.О., Попова К.С.
---	--	------------	--	----------	--------------------------

1.5 Авторские свидетельства и патенты (за 5 лет)

1	Способ извлечения углеродных нанотрубок из дисперсного углерод-катализаторного композита		Патент № 263342. Государственная регистрация 07.09.2017 г		Дунаева В.Н., Крылов И.О.
---	--	--	---	--	---------------------------

2 Учебно-методические работы

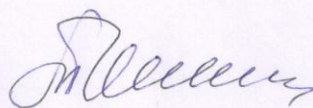
Учебники (за 5 лет)

1	Флотационное обогащение полезных ископаемых		Учебник. – М.: Издательство «Горная книга», 2017	840 с.	Бочаров В.А., Игнаткина В.А.
Учебные пособия (за 5 лет)					
1	Практикум по лабораторным работам по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» (Утверждено Советом МГГУ по методической работе и качеству образования в качестве учебного пособия)	печатная	Москва: МГГУ, 2013 г.	98 с.	Чернышев а Е.Н., Вишкова А.А.
2	Методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» (Рекомендовано УМК по специальности 130404 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых»)	печатная	Москва: МГГУ, 2013 г.	74 с.	Николаева Т.С., Чернышев а Е.Н., Вишкова А.А.
3	Методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» (Рекомендовано УМК по специальности 130403 «Открытые горные работы»)	печатная	Москва: МГГУ, 2013 г.	68 с.	Николаева Т.С., Чернышев а Е.Н., Вишкова А.А.
4	Практикум по лабораторным работам по дисциплине «Обогащение	электронный вид	Москва: МГГУ, ЭБС, 2013 г.	100с.	Вишкова А.А.

	полезных ископаемых»				
--	-------------------------	--	--	--	--

	полезных ископаемых»				
5	Практикум по лабораторным работам по дисциплине «Контроль технологических процессов»	электронный вид	Москва: МГГУ, ЭБС, 2013 г.	79 с.	Авдохин В.М., Николаева Т.С.
6	Технологии получения углеродных нанотрубок на синтетических и природных рудных катализаторах	Печатная	Учебное пособие. 1-е изд. – М.: Издательство «Горная книга», 2015.	64 с.	Крылов И.О., Дунаева В.Н., Попова К.С.
7	Физико-химические методы переработки углей. Часть 2. Нетопливное использование углей.		М.: ООО «Ваш формат», 2016.	170 с.	Наумов К.И., Малолетнев А.С.
8	Флотация углеродсодержащих материалов		Учебное пособие. – 1-е изд., - М.: ИП Скороходов В.А., 2016	80 с.	Крылов И.О., Д'Элия К., Попова К.С.
9	Методы решения задач теории и практики флотации. Учебник или учебное пособие	печатная	Москва: «Горная книга», 2013 г.	363 с.	Мелик-Гайказян В.И., Емельянов Н.П.

И.о. зав. кафедрой ОПИ

 Юшина Т.И.