

**Федеральное агентство научных организаций**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ**  
**ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР им. академика Н.В. Мельникова**  
**РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**  
**(ИПКОН РАН)**



**УТВЕРЖДЕНО**  
Приказом № 19/14 от 01 02 2019 г.  
Директор ИПКОН РАН  
чл.-корр. РАН В.Н. Захаров /В.Н. Захаров/

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ**

**Вид образования:** Профессиональное образование

**Уровень образования:** Высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации

**Квалификация выпускника:** Исследователь. Преподаватель-исследователь

Направление подготовки: **21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых**

Направленность (профиль) образовательной программы:

**25.00.13 «Обогащение полезных ископаемых»**

**Тип образовательной программы:** Программа аспирантуры

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения образовательной программы:** 4 года

**1. Общие требования к государственной итоговой аттестации**

1.1. Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 21.06.01 ГЕОЛОГИЯ, РАЗВЕДКА И РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Минобрнауки России от № «30» июля 2014г. предусмотрена государственная итоговая аттестация обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в форме:

- государственного экзамена,
- научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

1.2. Виды профессиональной деятельности выпускников.

Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 21.06.01 ГЕОЛОГИЯ, РАЗВЕДКА И РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ предусматриваются следующие виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу аспирантуры:

- научно-исследовательская деятельность в области ГЕОЛОГИИ, РАЗВЕДКЕ И РАЗРАБОТКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ  
и

- преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования

1.3. Компетенции, выносимые на государственную итоговую аттестацию:

- способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их

- результаты (ОПК-1);
- способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований (ОПК-2);
- готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы (ОПК-3);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-4);
- способность осуществлять исследование структуры, свойств и состояния горных пород в лабораторных и натуральных условиях; проводить исследования и выбирать оптимальные способы вскрытия, системы разработки, методы доступа и подготовки массива горных пород
- при освоении георесурсов; пофакторно изучать горную действительность и решать локальные научные задачи проведения горных выработок, вскрытия месторождений, выбора систем разработки (ПК-1);
- способность исследовать и прогнозировать: горно-геологические и горнотехнические условия освоения месторождений полезных ископаемых; геомеханические условия, условия разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики; научно-обоснованные технологии разработки природных месторождений твердых полезных ископаемых и техногенных георесурсов; для установления на базе факторного анализа области рациональных параметров различных физических и технико-экономических подсистем взаимодействий между подсистемами и элементами технологической системы (шахта, рудник, карьер, выработанное пространство) (ПК-2);
- способность прогнозировать: устойчивость конструктивных элементов систем обогащения полезных ископаемых; устойчивость конструктивных элементов систем разработки и опасные динамические явления в массиве при ведении горных работ и в подземном строительстве; разрабатывать технологические способы управления качеством продукции горного предприятия и исследования с целью оптимизации параметров физико-технических, физико-химических и строительных технологий; владеть современными программами имитационного моделирования и уметь осуществить компьютерное моделирование обоснования рациональной размерности системы и методов оценки точности принимаемых решений (ПК-3);
- готовность осуществлять математическое, физическое, компьютерное моделирование: процессов обогащения полезных ископаемых; геомеханических условий, условий разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики. Разрабатывать теоретические положения и технические решения по использованию выработанных и сооруженных подземных пространств в недрах Земли; анализировать, обосновывать и оценивать структуры горнотехнических систем, определять их свойства - инвариантные характеристики, способы разработки месторождения или его части, обосновывать оптимальные технологии открытого, подземного и комбинированного способов разработки и области их применения на конкретном месторождении (ПК-4);
- владение инструментальными и программными средствами: реализации процессов обогащения полезных ископаемых; исследования геомеханики, разрушений горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики; научного обоснования параметров горнотехнических сооружений и процессов взаимодействия инженерных конструкций с породными массивами и устойчивостью горных выработок; изучения и управления техногенными системами и прогнозом локальных изменений с позиции целого - разделение месторождения или его части на шахтные карьерные поля, обоснование производственной мощности горных предприятий (ПК-5);
- способность обосновывать технические решения и критерии их оценки при выборе: методов и средств изучения процессов обогащения полезных ископаемых; методов и средств изучения геомеханики, разрушений горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики; основ исследования процессов изменения строительных свойств грунтов, подвергающихся физико-техническому, физико-химическому и строительно-технологическому воздействию, а также целенаправленного преобразования и улучшения их строительных свойств; методов установления параметров горнотехнических систем, управления их функционированием на различных этапах эксплуатации, способов

обоснования технологических схем горных предприятий, способов вскрытия и подготовки запасов в шахтном, карьерном поле, методов управления качеством рудоподготовки (ПК-6);

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);
- готовность и способность использовать современные педагогические методы высшей школы для формирования знаний у обучающихся в области геологии, разведки и разработки полезных ископаемых направленности обогащение полезных ископаемых (УК-6).

1.1. Объем государственной итоговой аттестации составляет 9 зачётных единиц.

## **1. Требования к выпускнику, проверяемые в ходе государственного экзамена.**

2.1. Перечень вопросов, выносимых на государственный итоговый экзамен:

**(Приложения 1, 2)**

\* **Педагогика высшей школы**

\* **25.00.13 Обогащение полезных ископаемых**

## **2.2. Критерии выставления оценок по результатам государственного экзамена.**

Оценка «отлично» выставляется, если аспирант продемонстрировал свободное владение материалом, не допустил ни одной существенной ошибки, освещал вопросы на высоком профессиональном уровне, демонстрируя высокую эрудицию по специальности и смежным дисциплинам, творческое мышление, способность решения нетривиальных задач и разрешения практических ситуаций, в т.ч. на основе междисциплинарного подхода.

Оценка «хорошо» выставляется, если к ответу нет существенных замечаний, состоялось обсуждение в полном объёме и на высоком профессиональном уровне, однако, возникли некоторые незначительные затруднения в ответе на дополнительные и уточняющие вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если ответы аспиранта прозвучали кратко и неполно, без должной глубины освещения поставленных проблем, но без грубых ошибок, при этом в ответе очевидны трудности при обращении к смежным дисциплинам или в проявлении творческого мышления.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если аспирант испытывал затруднения при изложении базовых элементов программы ГИА и допускал грубые ошибки.

## **2.3. Порядок проведения экзамена.**

Экзамен проводится в устной или письменной формах. Экзаменационный билет включает 3 вопроса. Начало экзамена согласно заранее вывешенному расписанию. На подготовку к ответу аспиранту дается не менее 40 минут. Все члены экзаменационной комиссии слушают ответ экзаменуемого и оценивают его знания. Решение об итоговой оценке знаний аспиранта принимается комиссией на закрытом заседании открытым голосованием большинством голосов членов комиссии, участвующих в голосовании. При равном числе голосов решающим является голос председателя. Результаты сдачи экзамена объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационных комиссий. При определении оценки принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки выпускника. Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В ходе экзамена для проведения расчётов выпускники имеют право воспользоваться калькулятором с расширенным функционалом (не имеются в виду соответствующие программы, установленные в мобильных телефонах и прочих устройствах).

## **2. Требования к научному докладу об основных результатах научно-квалификационной работы (далее - НКР)**

3.1. Требования к содержанию, структуре, оформлению и объёму НКР и научного доклада.

3.1.1 НКР должна быть выполнена на актуальную тему, содержать элементы научной новизны и практической значимости в рамках заявленной тематики. Основные результаты, содержащиеся в работе, должны быть **апробированы на научно-практических конференциях** международного и государственного уровня. Научные результаты должны быть **опубликованы не менее чем в 2 изданиях**, из перечня ведущих рецензируемых научных журналов, включённых Высшей аттестационной комиссией России в список изданий, рекомендуемых для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание учёной степени кандидата и доктора наук.

3.1.2 Научный доклад предоставляется в виде специально подготовленной рукописи, которая должна содержать титульный лист, введение с указанием актуальности темы, целей и задач, характеристики основных источников и научной литературы, определением методик и материала, использованных в НКР; основную часть, заключение, библиографический список.

3.1.3 В научном докладе излагаются основные идеи и выводы диссертации, показывается вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость приведенных результатов исследований, содержатся сведения об организации, в которой выполнялась диссертация, о научных руководителях, приводится список публикаций автора диссертации, в которых отражены основные научные результаты диссертации.

## **3.2. Порядок подготовки научного доклада.**

3.2.1 После завершения подготовки НКР научный руководитель дает письменный отзыв о выполненной НКР (далее - отзыв). В отзыве должна содержаться краткая характеристика работы, отмечена степень самостоятельности, проявленная аспирантом при выполнении работы, охарактеризована деятельность обучающегося в процессе написания научного доклада по результатам НКР, а также, наличие публикаций и выступлений на конференциях.

3.2.2 НКР подлежат внутреннему рецензированию. Рецензенты не позднее, **чем за 14 календарных дней** до представления научного доклада об основных результатах подготовленной НКР представляют письменные рецензии на указанную работу (далее - рецензия).

3.2.3 Для проведения внутреннего рецензирования НКР назначаются два рецензента из числа научных и/или научно-педагогических работников ИПКОН РАН, имеющих учёные степени по научной специальности (научным специальностям), соответствующей теме НКР. Если рецензент оценивает работу на оценку ниже «отлично», то в обязательном порядке должны быть перечислены недочеты и ошибки, приведшие к снижению оценки.

3.3. Критерии выставления оценок по результатам представления научного доклада.

Оценка **«отлично»** выставляется, если аспирант достаточно полно обосновал актуальность исследования, предложил варианты решения исследовательских задач, имеющих конкретную область применения, доказал отличие полученных результатов исследования от уже имеющихся в науке. При этом для аргументации исследовательской позиции выпускником взята за основу конкретная теоретическая концепция. Также аспирантом сформулирован терминологический аппарат, определены методы и средства научного исследования. Основной текст научного доклада изложен в единой логике. НКР (диссертация) написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичного представления научного доклада и свидетельствовать о личном вкладе автора в науку. Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если аспирант хорошо обосновал тему исследования; четко сформулировал изучаемую проблему; использовал ограниченное число литературных источников, но достаточного для проведения исследования. Работа основана на среднем по

глубине анализе изучаемой проблемы и при этом сделано незначительное число обобщений. Содержание исследования указывает на наличие практических навыков работы аспиранта в данной области. Научный доклад хорошо оформлен с наличием необходимой библиографии. Отзыв научного руководителя и рецензии положительные. Представление научного доклада показало достаточную научную и профессиональную подготовку выпускника.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется в случае, если аспирант достаточно обосновал выбранную тему, но не проявил глубокого понимания рассматриваемой проблемы. В библиографии даны в основном ссылки на стандартные литературные источники. Научные труды, необходимые для всестороннего изучения проблемы, использованы в ограниченном объеме. Заметна нехватка компетентности аспиранта в данной области знаний. Оформление диссертации с элементами небрежности. Отзыв научного руководителя и рецензии положительные, но с замечаниями. Представление научного доклада показало удовлетворительную профессиональную подготовку выпускника, но ограниченную склонность к научной работе.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в случае, если аспирант поверхностно обосновал актуальность выбранной темы, продемонстрировав несоответствия между поставленными задачами и положениями, указанными в докладе. Теоретико-методологические основания исследования раскрыты выпускником слабо. Понятийно-категориальный аппарат не в полной мере соответствует заявленной теме. Отсутствуют научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. В формулировке выводов по результатам проведенного исследования нет аргументированности и самостоятельности суждений. Текст научного доклада не отличается логичностью изложения, носит эклектический характер и не позволяет проследить позицию автора по изучаемой проблеме.

### **3.4. Процедура представления научного доклада.**

Объявляя каждый научный доклад по результатам НКР, председатель ГЭК называет фамилию, имя и отчество выпускника, тему его работы, а также время, отводимое на доклад. Процедура включает следующие стадии:

- доклад аспиранта по теме НКР с демонстрацией презентации - не более 20 минут;
- ответы на вопросы (при их наличии);
- разбор отзыва научного руководителя и рецензента на НКР, оглашение заключения выпускающего структурного подразделения и справки о внедрении ее результатов на предприятии, организации, фирме (при наличии);
- ответы выпускника на замечания рецензента;
- ответы на вопросы председателя, членов комиссии и других присутствующих. Может быть предусмотрено выступление руководителя НКР и рецензента (ов).

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления 21.06.01 ГЕОЛОГИЯ, РАЗВЕДКА И РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 870, с изменениями и дополнениями от 30 апреля 2015 г.

**Перечень вопросов государственного экзамена  
Педагогика высшей школы**

1. Становление педагогики как науки. Объект, предмет и функции педагогики (общетеоретическая, прогностическая, практическая).
2. Система педагогических наук. Педагогика высшей школы как особая концептуализация педагогики.
3. Связь педагогики с другими науками.
4. Методология педагогики и основные методы педагогических исследований.
5. Методология, теория и практика построения диссертационного исследования.
6. Особенности исследовательской деятельности в области высшего образования.
7. Воспитание в системе ВПО как процесс: цели, способы, типы, модели и стили воспитания. Понятие о самовоспитании и саморазвитии.
8. Сущность образования как педагогической категории.
9. Осознанное действие как основа технологий ВПО и методологии деятельности обучающихся и обучающихся.
10. Организация самостоятельной работы обучающихся.
11. Методологическая, инновационная, педагогическая и технологическая культура преподавателя. Педагогическая рефлексия.
12. Традиционные и инновационные технологии в системе ВПО.
13. Генезис высшего образования как социального явления.
14. Высшее образование как процесс и результат педагогической деятельности.
15. Разновидности российских и зарубежных документов об образовании.
16. Основные принципы методы и формы управления педагогическими системами.
17. Принципы государственной политики в сфере высшего образования. Гуманистический характер высшего образования.
18. Система управления высшим образованием в Российской Федерации и органы управления высшим образованием.
19. Становление теоретико-методологических основ современной концепции качества образования.
20. Обеспечение и оценка качества высшего профессионального образования за рубежом: модель общественно-профессиональной аккредитации.
21. Качество высшего профессионального образования в России: комплексная оценка деятельности вуза, аттестация, государственная аккредитация.
22. Менеджмент качества образовательных процессов, образовательных технологий, научно-информационного ресурса вуза.
23. Педагогическая диагностика в образовательном процессе.

**Перечень вопросов государственного экзамена по направленности  
25.00.13 «Обогащение полезных ископаемых»**

**1. Вещественный состав и обогатимость полезных ископаемых**

**1.1. Основные характеристики вещественного состава полезных ископаемых.**

1. Химический состав полезных ископаемых.
2. Характеристика качества руд по содержанию основных и сопутствующих ценных компонентов, полезных и вредных примесей.
3. Характеристика качества углей по элементному составу с учетом влажности, зольности и общего содержания серы.
4. Классификация углей на промышленные марки.
5. Минералогический состав и методы его определения.
6. Характеристика качества руд, горно-химического сырья, углей по минералогическому составу, по характеру крупности вкрапленности минеральных выделений.
7. Влияние текстурно-структурных особенностей строения полезных ископаемых на их обогатимость.
8. Гранулометрический состав и методы его определения.
9. Суммарная характеристика крупности и ее использование для качественной оценки соотношения сортов или марок возможной продукции при переработке и обогащении углей и строительных горных пород.
10. Требования к рудам черных металлов по кусковатости и крупности.
11. Характеристика полезных ископаемых по механической прочности, абразивности и крепости.

**1.2. Технологические свойства минералов и минерального сырья**

12. Характеристика минералов и органической массы угля по плотности, форме и упругости кристаллов, магнитным, электрическим, спектроскопическим, радиоспектроскопическим, физико-химическим, химическим, биохимическим, термохимическим и механическим свойствам, определяющим возможность раскрытия сростков минералов и их разделения при переработке и обогащении полезных ископаемых.
13. Оценка контрастности свойств и обогатимости минеральных комплексов по результатам фракционного, магнитного, флотационного и других видов анализа.

**2. Процессы и машины для обогащения полезных ископаемых**

**2.1. Общая характеристика процессов и технологических показателей обогащения полезных ископаемых**

1. Классификация процессов обогащения. Технологическое назначение подготовительных, основных, вспомогательных процессов и процессов производственного обслуживания.
2. Технологические схемы: качественные, количественные, водно-шламовые, качественно-количественные, комбинированные и схемы цепи аппаратов.
3. Операции, циклы, стадии. Стадиальность обогащения.
4. Показатели обогащения: извлечение ценных компонентов в концентраты, выход и качество продуктов обогащения.
5. Оценка эффективности процессов обогащения и уровня комплексности использования сырья.

**2.2. Подготовительные процессы**

6. *Усреднение минерального сырья.* Сущность, технологическое назначение и экономическая эффективность процессов усреднения полезных ископаемых и продуктов их переработки. Способы и технологические схемы усреднения. Механизмы и аппараты для усреднения полезных ископаемых и продуктов их переработки.
7. *Селективная дезинтеграция полезных ископаемых.* Классификация и технологическое назначение процессов. Принципы избирательного раскрытия минералов.
8. *Дробление.* Основные принципы и теоретические основы процессов дробления.
9. Основные конструкции машин и характеристика процессов дробления в щековых, конусных, валковых, молотковых, роторных и электрогидравлических дробилках.

10. Область применения дробилок.
11. *Измельчение*. Теоретические основы и кинетика процессов измельчения.
12. Основные конструкции машин и характеристика процессов измельчения в барабанных, вибрационных, центробежных и струйных мельницах. Область применения мельниц.
13. *Классификация полезных ископаемых по крупности*. Классификация процессов, их сущность и технологическое назначение.
14. Грохочение. Основные закономерности и эффективность грохочения. Основные конструкции, характеристика работы и область применения неподвижных и механических грохотов.
15. Гидравлическая и пневматическая классификация. Характеристика процессов и основные конструктивные особенности аппаратов для классификации в восходящем, горизонтальном потоках и центробежном поле в водной и воздушной средах.
16. Область применения классифицирующих устройств, технологические показатели их работы.
17. *Промывка*. Классификация полезных ископаемых по промывистости. Теоретические основы процессов.
18. Характеристика процессов дезинтеграции и промывки в аппаратах и устройствах с плоской просеивающей поверхностью, барабанного, корытного и башенного типов.
19. Вибрационные и акустические промывочные машины. Технологические показатели их работы.
20. **2.3. Основные обогатительные процессы**
20. *Процессы радиометрического обогащения*. Сущность и технологическое назначение процессов.
21. Признак разделения, показатель контрастности и эффективность признака разделения.
22. Поточный, порционный и покусковый режимы сепарации.
23. Основные конструкции аппаратов и характеристика авторадиметрических методов сепарации.
24. *Процессы гравитационного обогащения*. Теоретические основы, сущность и технологическое назначение процессов.
25. *Обогащение в тяжелых средах*. Виды сред и их технологические свойства.
26. Основные конструкции аппаратов и характеристика процессов разделения в тяжелых средах.
27. Область применения, технологические показатели их работы.
28. *Обогащение в потоках* постоянного и переменного направления.
29. Теоретические основы разделения минералов.
30. Основные конструкции аппаратов и характеристика процессов обогащения в отсадочных машинах, в крутонаклонных сепараторах КНС, в шнековых сепараторах, в центробежных концентраторах.
31. Область применения аппаратов, технологические показатели их работы.
32. *Обогащение в потоках воды на наклонной плоскости*. Теоретические основы разделения минералов в тонких потоках.
33. Основные конструкции и характеристика процессов обогащения на стационарных и подвижных механизированных шлюзах, на струйных желобах и концентраторах, на винтовых сепараторах и шлюзах, на песковых и шламовых концентрационных столах, на орбитальных шлюзах и концентраторах.
34. Область применения аппаратов, технологические показатели их работы.
35. *Процессы магнитного обогащения*. Физические основы магнитных методов обогащения.
36. Открытые и замкнутые магнитные системы. Полиградиентная среда.
37. Режимы удерживания и извлечения. Прямоточный, противоточный и полупротивоточный режимы сепарации.
38. Закономерности и селективность магнитной сепарации.
39. Классификация и общая характеристика магнитных сепараторов.
40. Основные конструкции аппаратов и характеристика процессов сухой и мокрой магнитной сепарации сильно - и слабомагнитных руд и минералов. Область применения. Технологические показатели их работы.
41. *Процессы электрического обогащения*. Физические основы и характеристика процесса.
42. Основные конструкции аппаратов и характеристика процессов разделения минералов по электропроводности.
43. Основные конструкции аппаратов и характеристика процессов разделения минералов

трибоэлектрической, пироэлектрической и диэлектрической сепарацией. Область применения. Технологические показатели их работы.

44. Техника безопасности при работе сепараторов.
45. *Процессы флотационного обогащения.* Физическая сущность и разновидности флотационного процесса.
46. Основы теории минерализации пузырьков при флотации.
47. Флотационные реагенты, их классификация и назначение. Механизм действия собирателей, активаторов, депрессоров, регуляторов и пенообразователей.
48. Основные конструкции и характеристика флотационных машин механического, пневмомеханического и пневматического типов.
49. Область их применения и технологические показатели флотационного обогащения.
50. Схемы коллективной и селективной флотации при обогащении углей, руд цветных, редких, черных, благородных металлов, горно-химического сырья, неметаллических полезных ископаемых. Охрана труда и окружающей среды.
51. *Специальные и комбинированные процессы.* Характеристика специальных процессов и аппаратов, основанных на использовании различий в прочности, упругости, форме, коэффициенте трения. Область применения и технологические показатели обогащения.
52. *Процессы химического обогащения руд.* Теоретические основы растворения и избирательного выщелачивания минералов.
53. Механизмы стадийных процессов. Вторичные процессы. Ионный обмен. Осаждение химических концентратов. Экстракция. Сорбция. Область применения. Технологические показатели.

### **3. Вспомогательные процессы.**

#### ***3.1. Процессы и аппараты для обезвоживания, окускования и пылеулавливания***

1. Назначение обезвоживания и пылеулавливания. Теоретические основы, характеристика процессов обезвоживания дренированием, сгущением, центрифугированием, фильтрацией, сушкой. Используемое оборудование. Область применения и технологические показатели.
2. Процессы и оборудование для пылеулавливания и очистки воздуха.

#### ***3.2. Процессы и аппараты для очистки сточных и кондиционирования оборотных вод.***

3. Требования к составу воды водоемов. Характеристика сточных вод обогатительных фабрик. Анализ сточных вод.
4. Процессы и аппараты для очистки и кондиционирования оборотных вод. Принципиальные схемы оборотного водоснабжения.

#### ***3.3. Исследование состава и обогатимости полезных ископаемых***

5. Исследование вещественного состава сырья и продуктов обогащения.
6. Исследование поверхностных явлений на границе раздела фаз.
7. Лабораторное оборудование. Методы моделирования обогатительных процессов и прогнозирования экспериментов и испытания полезных ископаемых на обогатимость.
8. Методы обработки и представления результатов исследований.

### **4. Технология комплексной переработки и обогащения полезных ископаемых**

#### ***4.1. Подготовка полезных ископаемых к переработке и обогащению.***

1. Значение управления качеством полезных ископаемых при их разработке и обогащении. Роль и задачи технологического картирования.
2. Операции и средства усреднения и предконцентрации добываемого сырья и продуктов обогащения. Системы управления качеством сырья, поступающего на переработку и обогащение. Схемы дробления и измельчения.

#### ***4.2. Технология переработки и обогащения строительных горных пород и материалов.***

3. Требования к качеству гравия, щебня, песка, цементного сырья, извести, гипса и других строительных материалов.
4. ГОСТы, общие требования и методы испытания.
5. Качественная характеристика строительных горных пород, материалов. Технологические схемы переработки и обогащения.
6. Экономическая эффективность переработки строительных горных пород.

#### ***4.3. Технология переработки и обогащения индустриального сырья.***

7. Характеристика основных типов сырья и требования к качеству концентратов.
8. Технологические схемы и режимы переработки, обогащения сырья и получения асбестовых, тальковых, слюдовых, вемикюлитовых, графитовых, флюоритовых, баритовых, каолиновых, кварцевых и полевошпатовых концентратов.
9. Комплексность использования сырья и технико-экономические показатели его переработки и обогащения.

#### ***4.4. Технология переработки и обогащения горно-химического сырья.***

10. Характеристика основных типов горно-химического сырья. Кондиции на руды и требования к качеству концентратов.
11. Технологические схемы и режимы переработки и обогащения апатитовых, фосфоритовых, серных, калийных и борных руд.
12. Комплексность использования и экономическая эффективность переработки и обогащения горно-химического сырья.

#### ***4.5. Технология переработки и обогащения алмазосодержащих руд и россыпей.***

13. Характеристика основных типов алмазосодержащих руд, россыпей и алмазов.
14. Технологические схемы и режимы извлечения алмазов из руд, россыпей и черновых концентратов.
15. Сортировка алмазов. Комплексность использования сырья. Техничко-экономические показатели.

#### ***4.6. Технология переработки и обогащения руд черных металлов.***

16. Качественная и технологическая характеристика основных типов руд черных металлов.
17. Кондиции на руды и концентраты черных металлов.
18. Технологические схемы и режимы рудоподготовки и обогащения железных, марганцевых и хромовых руд. Комбинированная и обжигомангитная технология переработки окисленных кварцитов.
19. Экономическая эффективность обогащения и комплексность использования руд черных металлов.

#### ***4.7. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов.***

20. Качественная и технологическая характеристика основных типов руд цветных металлов. Требования к качеству концентратов и комплексности использования сырья. Кондиции на руды и концентраты.
21. Технологические схемы и режимы рудоподготовки и обогащения медных, медно-цинковых, полиметаллических и медно-никелевых руд.
22. Роль комбинированных схем при безотходной переработке руд цветных металлов, экономическая эффективность комплексного их использования.

#### ***4.8. Технология переработки и обогащения руд и россыпей редких металлов.***

23. Качественная и технологическая характеристика основных типов руд и россыпей редких металлов.
24. ГОСТы, технические условия, кондиции на руды, россыпи и концентраты. Технологические схемы и режимы переработки и обогащения оловянных, титанциркониевых, литиевых, берилловых, тантале-ниобиевых, молибденовых, вольфрамовых и редкоземельных руд и россыпей.
25. Экономическая эффективность переработки, обогащения и комплексного использования руд и россыпей благородных металлов.

#### ***4.9. Технология переработки и обогащения руд и россыпей благородных металлов***

26. Технологическая типизация руд и россыпей золота, серебра и платиновых металлов. Типы и сорта руд.
27. Особенности вещественного состава, Технологические схемы и режимы переработки и обогащения окисленных и первичных золото-серебряных и других комплексных руд золота и платиновых металлов.
28. Технология переработки россыпей. Требования к качеству концентратов и другой товарной продукции, получаемой при переработке руд и россыпей. Комплексность использования сырья и экономическая эффективность обогащения и переработки руд и россыпей благородных металлов.

#### ***4.10. Технология переработки и обогащения углей.***

29. Качественная характеристика и технологическая классификация углей основных бассейнов.
30. Требования к качеству добываемых углей, продуктов их переработки и обогащения.

- Стандарты по видам потребления для основных бассейнов и технические условия.
31. Технологические схемы и режимы переработки и обогащения коксующихся, энергетических углей и горючих сланцев.
  32. Взаимосвязка технологии переработки и обогащения углей с технологией и комплексной механизацией их разработки при селективной и валовой выемке.
  33. Экономическая эффективность обогащения и комплексного использования углей.

## **5. Организация производства, проектирование, управление процессами на обогатительных фабриках и установках**

### **5.1. Предприятия для переработки и обогащения полезных ископаемых.**

1. Обоганительные фабрики, их классификация по обогащаемому сырью и основному процессу обогащения.
2. Особенности размещения оборудования, зданий, сооружений.
3. Выбор местоположения относительно рудника и потребителей продукции.

### **5.2. Опробование, контроль и управление процессами переработки и обогащения полезных ископаемых.**

4. Контроль основных параметров, работы аппаратов и технологических процессов. Автоматизация опробования и контроля.
5. Моделирование и управление процессами переработки и обогащения.
6. АСУТП и ее экономическая эффективность.

### **5.3. Организация производства и технико-экономические показатели обогащения.**

7. Принципы организации, охрана труда и техника безопасности на обогатительных фабриках и установках.
8. Основные технико-экономические показатели обогащения и работы обогатительных фабрик при переработке различных типов полезных ископаемых.
9. Перспективы совершенствования переработки, обогащения и рациональной увязки их с технологией разработки месторождений полезных ископаемых.

Зав. аспирантурой ИПКОН РАН \_\_\_\_\_ /И.М. Малахова/  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО

**Дополнения и изменения**  
**в программе государственной итоговой аттестации на 20\_\_/20\_\_ учебный год**

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

Программа ГИА обновлена «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Директор ИПКОН РАН

чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_ /В.Н. Захаров/  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО

Зав. аспирантурой ИПКОН РАН \_\_\_\_\_ /И.М. Малахова/  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО