

## **ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ И СОДЕРЖАНИЮ «НАУЧНОГО ЗАДЕЛА ПО ТЕМЕ И ОБЪЕКТУ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

Научный задел по теме и объекту научных исследований должен содержать:

1. Титульный лист;

2. Аннотацию (150 слов, 15 строк);

3. Введение (до 1500 слов, 150 строк);

4. Анализ проблемы (до 8 000 слов, 800 строк):

4.1. Научные достижения (общемировые) по выбранной теме научных исследований;

4.2. Существующие нерешенные научные проблемы по теме исследования;

4.3. Предложения (методы) решения существующих научных проблем;

5. Заключение (на основании анализа проблемы и предложений по ее решению) (до 400 слов, до 40 строк);

6. Выводы по теме научного исследования (10 мотивированных выводов, из 1-2 предложений каждый) (до 200 слов, до 20 строк), выводы необходимо пронумеровать.

Заключение и выводы оформляются единым разделом.

7. Перечень научных цитируемых источников использованных при подготовке обзора.

8. Приложения:

8.1. Приложение 1 - Список не менее 50 проработанных источников, (включая не менее 5 источников авторов – сотрудников Горного университета), относящихся к направлению научных исследований; не менее 80% источников – статьи проиндексированные в базах Scopus и Web of Science, не менее 50% - статьи опубликованные в журналах первого и второго квартиля;

8.2. Приложение 2 – Авторы, название статьи, выходные данные (на английском или русском языке), doi, количество цитирований статьи, название статьи на русском языке, аннотация и краткие выводы по остальным научным источникам (строго на русском языке), относящимся к направлению научного исследования. Образец в приложении. Допускается: кегль (размер) шрифта 11, межстрочный интервал – одинарный. Каждый источник оформляется на отдельной странице. Перед аннотацией статьи пишется слово «Аннотация» полужирным шрифтом. Перед выводами статьи пишется слово «Выводы» полужирным шрифтом.

8.3. Приложение 3 – Распечатанные полностью базовые источники (3-5 публикаций, использованных при подготовке обзора, на которые даны ссылки в

обзоре). В качестве базовых статей, приводятся только статьи, проиндексированные в базе Scopus.

Направления научных исследований и объект научных исследований указываются в соответствии с Перечнем направлений научных исследований научных центров и научных лабораторий Горного университета.

Научный задел по теме и объекту научных исследований должен быть представлен в виде распечатанного текста, выполненного: шрифт Times New Roman прямого начертания; кегль (размер) шрифта 12, межстрочный интервал – полуторный; поля (см): верхнее, нижнее – 2,0, левое – 3,0, правое – 1,5; объем – не менее 20 – 25 стр; 10 слов в каждой строке; непрерывная нумерация строк (слева от основного текста) начиная с Введения, нумерация пустых строк не допускается; ссылки на научные источники и их библиографическое описание должны соответствовать установленным требованиям.

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ

21-я линия, д. 2  
Санкт-Петербург, 199106, Россия



21<sup>st</sup> Line, 2  
Saint-Petersburg, 199106, Russia

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

## НАУЧНЫЙ ЗАДЕЛ ПО ТЕМЕ И ОБЪЕКТУ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**ФАМИЛИЯ ИМЯ ОТЧЕСТВО** (*поступающего*)

**Направление научных исследований:** «Наименование направления научных исследований в соответствии с утвержденным перечнем»

**Объект научных исследований:** «Наименование объекта научных исследований»

**Тема планируемого исследования:** «Тема исследования»

Поступающий

\_\_\_\_\_

(подпись)

/ \_\_\_\_\_ /

Предполагаемый  
научный руководитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

/ \_\_\_\_\_ /

Санкт – Петербург  
2022

---

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

**НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ И ЛАБОРАТОРИЙ ГОРНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**2022**

**НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
«АРКТИКА»**

**Направление № 1:** сооружение скважин.

**Объект исследования:** процессы бурения и крепления скважин.

1. Совершенствование технологии строительства петротермальных скважин для утилизации и хранения диоксида углерода;
2. Разработка технологий глушения добывающих скважин в осложненных условиях их эксплуатации;
3. Исследование и разработка техники, технологии заканчивания скважин с неустойчивыми коллекторами;
4. Физико-механические процессы разрушения в высшей степени крепких горных пород, на основе разработки технологии высокооборотного бурения и технических средств;
5. Исследование особенностей образования газовых гидратов с  $\text{CO}_2$  и совершенствование технологии крепления скважин в условиях наличия природных газовых гидратов в криолитозоне.

**Направление № 2:** буровые и технологические жидкости, тампонажные растворы при строительстве и капитальном ремонте скважин.

**Объект исследования:** взаимодействие цемента, буровых и технологических растворов с пластами и горными породами.

1. Разработка технологий обработки призабойной зоны добывающих и нагнетательных скважин;
2. Теоретическое обоснование и разработка экологически безопасной жидкости без твёрдой фазы для заканчивания скважин;
3. Физико-химические основы выбора технологических жидкостей в сооружении и ремонте скважин;
4. Физико-химические процессы в горных породах, буровых и цементных растворах с целью разработки научных основ обоснования и оптимизации рецептур технологических жидкостей, химических реагентов и материалов для строительства скважин;
5. Изучение воздействия жидкого и сверхкритического  $\text{CO}_2$  на сталь и цементный камень с целью реализации технологий повышения нефтеотдачи, сайклинга и добычи газа из газовых гидратов.

**Направление № 3:** комплексные палеоклиматические и геологические исследования Земли в районе российской антарктической станции Восток.

**Объект исследования:** ледники, подледниковые породы и водоемы.

**Направление № 3.1.** Технологии и техники бурения ледников и подледниковых пород:

- анализ и обобщение отечественного и международного опыта бурения ледников и подледниковых пород;

- научно-практические основы создания технологий и технических средств механического бурения ледников и подледниковых пород;

- научно-практические основы создания технологий и технических средств теплового бурения ледников и подледниковых пород.

**Направление № 3.2.** Технологии и техники исследования подледниковых водоемов:

- анализ и обобщение отечественного и международного опыта исследования подледниковых водоемов;

- научно-практические основы создания технологий и технических средств вскрытия подледниковых водоемов;

- научно-практические основы создания технологий и технических средств отбора проб воды и донных отложений.

**Направление № 3.3.** Системы моделирования, дистанционного управления, контроля и автоматизации процессов бурения ледников и исследования подледниковых водоемов:

- методологические подходы к разработке цифровых двойников технологических процессов и технических средств проведения научно-исследовательских работ в условиях Антарктиды;

- научно-практические основы создания систем дистанционного управления, контроля и автоматизации процессов бурения ледников и подледниковых пород;

- научно-практические основы создания систем дистанционного управления, контроля и автоматизации процессов вскрытия и исследования подледниковых водоемов.

**Направление № 3.4.** Геофизические технологии и оборудование для исследований в условиях станции Восток:

- научные основы выбора геофизического оборудования для проведения разномасштабных исследований в ледовых скважинах;

- научно-практические основы проведения геофизических и геохимических придонных съемок в подледниковых водоемах.

**Направление № 3.5.** Инфраструктурное обеспечение научно-исследовательских работ в условиях станции Восток:

- научно-практическое обоснование концептуальных подходов строительства научно-исследовательской инфраструктуры при бурении ледников и подледниковых пород;

- научно-практическое обоснование концептуальных подходов строительства научно-исследовательской инфраструктуры при вскрытии и исследовании подледниковых водоемов.

**Направление № 3.6.** Химико-экологические аспекты ведения научно-исследовательских работ в условиях станции Восток:

- мониторинг техногенного воздействия научно-исследовательских работ;

- научно-практические основы создания экологически безопасных заливочных жидкостей с заданными физическими и химическими свойствами.

**Направление № 3.7.** Фундаментальные исследования процессов формирования Земли на основе изучения кернов льда и подледниковых пород, проб воды и донных отложений:

- проведение фундаментальных исследований климатических процессов, протекавших и протекающих на Земле;

- проведение фундаментальных исследований геологических процессов, протекавших и протекающих на Земле.

**Направление № 4:** разработка нефтяных и газовых месторождений.

**Объект исследования:** нефтяные и газовые пласты.

1. Разработка технологий повышения компонентоотдачи пластов на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами углеводородов;
2. Разработка технологий повышения эффективности эксплуатации скважин и наземных сетей сбора и подготовки углеводородов в осложненных условиях эксплуатации (АСПО, газогидраты различного происхождения, льдообразования);
3. Научное обоснование теории формирования фильтрационно-кольтматационного экрана пристволенной зоны скважины в процессе первичного вскрытия неоднородных карбонатных и терригенных пород-коллекторов растворами на водной и углеводородной основах;
4. Разработка научных и методологических основ создания контейнерных термодинамических, газохимических и энергетических установок с целью повышения рентабельности и конкурентоспособности продукции минерально-сырьевого комплекса;
5. Комплексное научно-технологическое обоснование утилизации попутного нефтяного газа в промышленных условиях на основании социальной, экологической и экономической оценки;
6. Разработка технологий оптимизации системы утилизации попутного нефтяного газа на нефтегазоконденсатных месторождениях России.

#### **Направление № 5:** трубопроводные системы и сети газораспределения

**Объект исследования:** процессы при транспортировании и хранении нефти и газа

1. Исследование влияния технико-технологических решений на ресурс объектов транспорта и хранения нефти и газа;
2. Исследование систем сокращения потерь СПГ при хранении, бункеровке и сопутствующих технологических мероприятиях;
3. Исследование свойств полимерных материалов в условиях низких температур транспорта и хранения СПГ.



**Направление № 6:** проблемы термодинамических, газохимических и энергетических процессов ТЭК.

**Объект исследования:** процессы нефтегазовых производств.

1. Разработка научных основ построения автономных электротехнических комплексов с распределёнными источниками и накопителями энергии в Арктике;

2. Методологические подходы к комплексному обоснованию развития энергетических комплексов путём расчёта показателей энергетической рентабельности различных ресурсов;

3. Научно-практические основы использования низкопотенциальной энергии технологических процессов рабочего цикла ТЭЦ и энергии давления в пунктах редуцирования природного газа;

4. Разработка инновационных технических и организационных способов энергосбережения в системах потребления электрической и тепловой энергии;

5. Научно-практические основы генерации водорода из углеводородного сырья методами пиролиза с помощью плазмы и парциального окисления;

6. Проведение фундаментальных исследований процессов горения водорода и научно-практические основы использования водорода в рабочем цикле электростанций.

**Направление № 7:** комплексные геологические исследования Арктического региона.

**Объект исследования:** шельфовые ледники, многолетнемерзлые и подледниковые породы

1. Научно-практические основы создания технологии и техники бурения многолетнемерзлых и подледниковых пород;

2. Научно-практические основы создания технологии и техники бурения шельфовых ледников;

3. Научное обоснование концептуальных подходов строительства оснований объектов промышленной инфраструктуры на многолетнемерзлых породах и арктическом шельфе;

4. Фундаментальные исследования процессов формирования шельфовых ледников, многолетнемерзлых и подледниковых пород на основе изучения кернового материала.

**НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
«ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОСИСТЕМ»**

**Направление № 1:** исследование высокоуглеродных бытовых и промышленных отходов как высокопотенциального компонента топлив.

**Объект исследования:** бытовые и промышленные отходы.

1. Теоретическое исследование паровой зоны между коалесцирующими каплями нагретого суспензионного топлива, полученного из высокоуглеродных отходов;

2. Исследование влияния эффекта микровзрывов на энергетические и экологические параметры сжигания органоводоугольного суспензионного топлива;

3. Исследование закономерностей образования синтез-газа и коксового остатка для режимов квази- и не- стационарной паровой газификации углеродсодержащих отходов в кипящем слое;

4. Изучение механизма удерживания галогенов и кислых оксидов золой биомассы при сжигании твердого топлива из бытовых отходов;

5. Определение скорости горения низкорекреационных и некондиционных высокоуглеродных бытовых и промышленных при воздействии на них щелочных оксидов, входящих в состав биомассы;

6. Влияние параметров формования и соотношения угля и биомассы на теплотехнические, экологические и физико-механические свойства недревесных пеллет;

7. Изучение матричных эффектов при определении низких содержаний тяжелых металлов и легких элементов в бытовых и промышленных отходах методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии;

8. Математическая оценка гомогенности высокотоксичных элементов в излучателях, полученных путем сплавления проб бытовых и промышленных отходов с боратными флюсами для рентгенофлуоресцентного анализа с полным внешним отражением;

9. Влияние процессов подготовки и параметров сжигания суспензионных топлив, полученных из бытовых и промышленных отходов на состав отходящих газов;

10. Реология, воспламенение и горение органоводоугольных суспензий: влияние последовательности и методов подготовки;

11. Выбор оптимальных термодинамических и кинетических параметров газификации суспензионных топлив с целью получения синтез-газа.

**Направление № 2:** новые аналитические методы определения и идентификации экотоксикантов.

**Объект исследования:** экотоксиканты.

1. Идентификация гомологов и изомеров летучих экотоксикантов хромато-распределительным методом;

2. Моделирование коэффициентов распределения полиароматических углеводородов и хлор производных монотерпенов в системе гексан-ацетонитрил;

3. Построение собственной базы данных по составу продуктов пиролиза природных и искусственных полимеров с использованием метода ГХ-МС;

4. Определение примесей тяжелых металлов в пористых материалах (уголь, древесина, некоторые искусственные полимеры);

5. Моделирование растворимости серосодержащих асфальтенов в тройных углеводородных системах.

**Направление № 3:** изучение эколого-химических особенностей процессов очистки параметрически нестационарных сточных вод с использованием природных материалов и отходов производства.

**Объект исследования:** природные и техногенно модифицированные гидроэкосистемы.

1. Исследование условий миграции тяжёлых металлов в форме анионных комплексов и кинетики их сорбции модифицированными глинистыми минералами;

2. Выявление ведущих факторов и процессов, влияющих на интенсивность миграции и аккумуляции тяжелых металлов в гидроэкосистемах высоких широт;

3. Изучение кинетики и установление механизма очистки сточных вод от оксоанионов тяжёлых металлов с использованием железосодержащих отходов;

4. Изучение физико-химических основ модификации высокоуглеродистых отходов растительной биомассой для получения универсальных высокопористых сорбентов;

5. Исследование эколого-химических особенностей процессов очистки сточных вод от тяжёлых металлов с использованием ликтификата;

6. Установление механизмов гипераккумуляции эссенциальных и условно-эссенциальных элементов макрофитами в условиях биоремедиации и биоиндикации;

7. Математическое моделирование динамики процессов биологической очистки сточных вод от нитратов в условиях пониженных температур;

8. Исследование кинетики процесса очистки сточных вод с применением металлургических шлаков.

**Направление № 4:** комплексный мониторинг природно-техногенных систем.

**Объект исследования:** объекты окружающей природной среды.

1. Изучение механизмов миграции загрязняющих веществ в атмосферном воздухе промышленных агломераций в сложных геоморфологических условиях;

2. Моделирование процессов распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе урбанизированных территорий;

3. Алгоритмы применения дистанционных методов экологического мониторинга на различных уровнях организации природно-техногенных систем;

4. Выявление механизмов биоремедиации (фито- и микро-) загрязнённых почв, поверхностных вод;

5. Теоретические основы процессов пылеподавления на предприятиях МСК;

6. Исследование миграционной способности экотоксикантов в почвенно-растительном слое;

7. Разработка и адаптация природоохранных технологий в климатических условиях Арктической зоны.

**Направление № 5:** создание комплексной импортозамещающей технологии производства биодизельного топлива и других товарных продуктов в России.

**Объект исследования:** биодизельное топливо.

1. Определение оптимального индивидуального и группового состава экологически чистых топлив;
2. Снижение выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу при производстве биодизельных топлив;
3. Снижение количества вредных выбросов в атмосферу на различных предприятиях при использовании экологически чистых и биодизельных топлив;
4. Улучшение физико-химических, эксплуатационных и экологических характеристик биодизельных и экологически чистых дизельных топлив;
5. Использование различных видов сырья, в том числе отходов производства, для получения биодизельных топлив.

**Направление № 6:** биогеохимия природных и техногенных экосистем.

**Объект исследования:** природные и техногенные экосистемы.

1. Оценка потоков углекислого газа в техногенных ландшафтах суши;
2. Физико-химические свойства нарушенных почв объектов МСК;
3. Восстановление биопродуктивности техногенных ландшафтов;
4. Разработка методик измерения эмиссии газов;
5. Геохимия рекультивированных ландшафтов на объектах МСК.

**Направление № 7:** обеспечение безопасных параметров микроклимата, пылевой, газовой и радиационной обстановки в технических системах освоения недр.

**Объект исследования:** микроклимат, пылевая и радиационная обстановка.

1. Разработка принципов нормирования микроклимата в горных выработках при высокой температуре пород и действии энергетических источников теплоты значительной мощности;
2. Оценка влияния дисперсного состава пыли на предельные значения величин её концентраций в рудничном воздухе, гарантирующих безопасность рабочего персонала;
3. Разработка инновационных способов минимизации негативного воздействия пылевого аэрозоля на рабочий персонал на основе использования пыле смачивающих, пыле связывающих и пыле закрепляющих составов, а также технологий их производства;

4. Разработка математических моделей и программного обеспечения для моделирования в воздушной среде подземных горных выработок, карьерном пространстве и закрытых складских помещениях полей температур, концентраций загрязняющих веществ и пыли, различного дисперсного состава;

5. Обоснование процедуры выбора рациональных мероприятий по снижению влияния радиационных факторов на здоровье подземного персонала, обслуживающего подземные объекты, не связанные с добычей полезных ископаемых, на основе сопоставления затрат при обеспечении основных пределов доз для групп А и Б.

**Направление № 8:** разработка инновационных способов, методов и технических средств управления охраной труда и промышленной безопасностью предприятий минерально-сырьевого комплекса и мониторинга опасных и вредных производственных факторов.

**Объект исследования:** методы и технические средства управления охраной труда и промышленной безопасностью.

1. Разработка автоматизированных систем управления безопасностью труда на основе современных цифровых технологий подбора персонала, его обучения и последующего контроля производственного процесса;

2. Обоснование и выбор дистанционных методов мониторинга опасных и вредных производственных факторов в рабочей зоне;

3. Обоснование принципов создания перспективных конструкций многофункциональных СИЗ, позволяющих минимизировать влияние на горнорабочих физических факторов рабочего процесса и тяжести труда;

4. Разработка информационно-насыщенных средств индивидуальной защиты работников, направленных на предупреждение производственного травматизма.

**Направление № 9:** развитие риск ориентированного подхода для выбора приоритетных направлений обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на предприятиях МСК.

**Объект исследования:** риск ориентированный подход.

1. Обоснование приоритетных направлений вложения финансовых средств в охрану труда и промышленную безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса на основе имитационного моделирования;

2. Определение оптимальных затрат на предотвращение производственного травматизма и экономически целесообразного риска;

3. Разработка методики ранжирования горнодобывающих предприятий по эффективности использования финансовых ресурсов для снижения производственного травматизма и профзаболеваний;

4. Обоснование требований к профотбору по специальностям с высоким риском травматизма;

5. Оценка профессионального риска травматизма рабочих угольных шахт при взрывах метана и пыли.

**Направление № 10:** обеспечение комплексной безопасности при подземной добыче тяжёлой нефти и битумов на основе термического метода воздействия на пласт.

**Объект исследования:** комплексная безопасность при подземной добыче тяжёлой нефти и битумов.

1. Исследование тепло массообменных процессов в горных выработках и нефтяном пласте при термо шахтном способе разработке месторождений тяжёлой нефти и битумов;

2. Обоснование математических моделей и разработка программного обеспечения для численных расчётов температурных полей, формирующихся в горном массиве и выработках при термо шахтном способе добычи тяжёлой нефти;

3. Выбор рациональных способов нормализации теплового режима в выработках выемочного участка нефтяных шахт;

4. Лабораторные исследования количественного и качественного состава тяжёлой нефти Ярегского нефтетитанового месторождения;

5. Оценка пределов взрываемости газовой смеси при поступлении в рудничный воздух метана и его гомологов, образующихся в результате разложения тяжёлой нефти, извлекаемой из нефтяного пласта, при штатной и аварийной ситуациях;

6. Разработка методов мониторинга термовлажностного и газового состава рудничного воздуха в горных выработках нефтяных шахт.

**Направление № 11:** изучение аэротермогазодинамических процессов, определяющих формирование термодинамических и химических параметров воздушной среды в подземных выработках и карьерах.

**Объект исследования:** аэротермогазодинамические процессы.

1. Оценка и снижение загрязнения воздушной среды горных выработок при работе горнотранспортного оборудования с двигателями внутреннего сгорания;

2. Снижение интенсивности процессов обледенения тоннельных конструкций и образования наледей в горных выработках транспортного и гидротехнического назначения;

3. Разработка энергосберегающих схем проветривания линий метрополитена с двухпутными тоннелями на основе создания искусственных циркуляционных контуров;

4. Управление пространственным распределением содержания в карьерном воздухе оксида азота и пыли после осуществления массовых взрывов на основе выбора рациональных схем проветривания;

5. Разработка инновационных методов разрушения температурных инверсий карьерного воздуха, потенциально опасных для накопления загрязняющих веществ, для глубоких карьеров Арктической зоны России;

6. Обоснование рациональных параметров теплового режима в горных выработках рудников, расположенных в районах вечной мерзлоты, при использовании мощного горнотранспортного оборудования.

**Направление № 12:** оценка масштабов использования природных и вторичных источников теплоты для совершенствования структуры энергопотребления горнодобывающих предприятий при одновременном снижении экологической нагрузки на окружающую среду.

**Объект исследования:** природные и вторичные источники теплоты.

1. Определение области эффективного применения теплоты шахтной воды и дренируемого метана для подогрева наружного воздуха, подаваемого в угольные шахты;

2. Оценка перспектив совершенствования энергетического баланса горнодобывающих предприятий за счёт использования при получении теплоты и холода солнечной и геотермальной энергии;



3. Разработка концепции создания в труднодоступных районах России автономных энергетических комплексов на основе природных источников энергии (породы, солнце и ветер, атмосферный воздух), подземных аккумуляторов теплоты и тепловых насосов;

4. Выбор рациональной конструкции подземных аккумуляторов теплоты на основе математического моделирования процессов тепломассопереноса;

5. Обоснование рациональных схем использования теплоты удаляемого из подземных выработок воздуха для тепло хладоснабжения горнодобывающих предприятий, в том числе на основе применения тепловых насосов;

6. Разработка комплексных систем тепло хладоснабжения горнодобывающих предприятий.

**НАУЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
«ГЕОМЕХАНИКИ И ГЕОТЕХНОЛОГИЙ»**

**Направление № 1:** прогноз и мониторинг геодинамических процессов и явлений в условиях интенсивного техногенеза.

**Объект исследования:** массивы природных и техногенных горных пород.

1. Разработка и обоснование применения нейронных сетей при выделении зон, опасных по возникновению геодинамических явлений при районировании территорий;

2. Разработка и внедрение автоматизированных и дистанционных методов контроля состояния массива горных пород для предупреждения и прогноза опасных геодинамических явлений;

3. Разработка методологии синтеза физического и численного моделирования горнотехнических систем при изучении блочно-иерархической среды при выделении зон, опасных по возникновению геодинамических явлений;

4. Разработка методик интеграции нейросетевых средств в обработку мониторинговых и расчетных данных состояния массива горных пород при прогнозе опасных геодинамических явлений;

5. Разработка и внедрение методов и технических средств гидрогеологического и гидрогеомеханического мониторинга.

**Направление № 2:** изучение напряженно-деформированного состояния блочно-иерархического массива горных пород.

**Объект исследования:** массивы природных и техногенных горных пород.

1. Разработка методического подхода к комплексному исследованию напряженно-деформированного состояния и геофизических полей при изучении блочно-иерархического массива при ведении горных работ;

2. Изучение динамических процессов деформирования и разрушения горных пород под влиянием техногенных факторов при сложном напряженном состоянии;

3. Разработка алгоритма интерпретации натуральных данных по акустической эмиссии для выявления потенциально опасных зон при ведении подземных горных работ;

4. Разработка систем и методов деформационного мониторинга на основе скважинных многокомпонентных датчиков измерения деформаций.

5. Разработка методов оценки и обоснования углов наклона бортов карьеров в массивах с иерархично-блочным строением.

**Направление № 3:** изучение развития микро- и макронарушений в горных массивах.

**Объекты исследования:** массивы природных и техногенных горных пород; горные породы.

1. Изучение связи механизма излучения сейсмических сигналов с критическими фазами деформационного процесса в массивах горных пород;

2. Исследования механизма формирования «памяти» горных пород при действии сложного поля механических напряжений;

3. Исследование механизма деформирования и разрушения горных пород при сосредоточенном приложении нагрузок.

**Направление № 4:** параметры устойчивости подземных сооружений различного назначения.

**Объект исследования:** массивы горных пород; строительные материалы и конструкции.

1. Исследование параметров устойчивости крепей выработок различного назначения рудников и шахт на больших глубинах;

2. Изучение деформирования синтетических микроструктурных моделей соляных горных пород и новых материалов крепей;

3. Разработка алгоритма геомеханического обоснования размещения, формирования и эксплуатации подземных хранилищ газа;

4. Разработка критериев оценки и обоснования параметров систем подземной разработки с целью оптимизации существующих и поиска новых эффективных систем разработки месторождений.

**НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
«ПРОБЛЕМ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ  
РЕСУРСОВ»**

**Направление № 1:** научно-технологические основы энергоэффективных технологий дезинтеграции и концентрации минерального и техногенного сырья различного генезиса, содержащего низкоразмерные структуры цветных, благородных и редких металлов.

**Объект исследования:** переработка рудных ресурсов.

1. Научные основы, механизмы и закономерности изменения состава, строения и физико-химических свойств минерального сырья при физико-химических воздействиях;

2. Разработка и научное обоснование фундаментальных основ извлечения стратегических металлов на основе комплексного изучения минералогических и поверхностных свойств;

3. Развитие теории и методов интенсификации селективной дезинтеграции тонкодисперсных минеральных сростков и сепарации благородных и цветных металлов из упорных руд, нетрадиционного сырья и концентратов;

4. Обоснование механизма повышения концентрирования ценных компонентов при флотационном обогащении труднообогатимых руд за счет положительного синергетического влияния комплекса обоснованных флотационных реагентов на поверхности минеральных фаз;

5. Современный методологический подход к решению задачи оптимизации реагентных режимов флотации при исследовании на обогатимость углеродистого минерального сырья различного генезиса, преимущественно золотосодержащего;

6. Обоснование и разработка эффективных методов извлечения ценных компонентов из металлоносного труднообогатимого минерального сырья с использованием направленного химического и физического воздействия на поверхности минеральных фаз для повышения полноты и комплексности извлечения стратегических металлов из них в условиях снижения качества исходного минерального сырья;

7. Научное обоснование инновационных экологически безопасных технологий обогащения и переработки стратегического минерального сырья природного и техногенного происхождения на основе физико-химических и

энергетических воздействий с максимальным извлечением ценных компонентов и получением готовой продукции с заданными характеристиками;

8. Развитие технологии обогащения медно-молибденовых и золотосодержащих руд с использованием цифровых технологий.

**Направление № 2:** регенерация и рециклинг известкового компонента при утилизации силикатно-кальциевых шламов и шлаков металлургического производства.

**Объект исследования:** переработка минеральных ресурсов.

1. Уточнённые показатели синтеза каолинитового спёка и шлама на его основе, содержащего  $\gamma$ - модификацию  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ;

2. Закономерности и показатели углекислотной конверсии каолинитового шлама;

3. Закономерности и показатели разделения силикатного и известкового компонента при кристаллизации двойных карбонатных солей в системе  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$ ;

4. Термодинамическая оценка конверсии силикатов кальция различного фазового состава и природы при участии углекислого газа;

5. Кинетические закономерности и механизмы конверсионных процессов при утилизации силикатно-кальциевых шлаков и шламов;

6. Закономерности и показатели синтеза твёрдых растворов в системе  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$  при участии регенерированного известкового компонента;

7. Термодинамическая оценка эффективности разделения силикатного и известкового компонентов в системах глинозёмного производства и их близких аналогах;

8. Кинетические закономерности и механизмы разделения силикатного и известкового компонентов в системах глинозёмного производства и их близких аналогах;

9. Закономерности и показатели выделения известкового компонента при утилизации силикатно-кальциевых шламов и шлаков;

10. Единая теория регенерации и рециклинга известкового компонента при утилизации силикатно-кальциевых шламов и шлаков;

11. Показатели и закономерности применения регенерированного известкового компонента в составе спекательных шихт глинозёмного производства;

12. Показатели и закономерности применения регенерированного известкового компонента в составе сырьевых портландцементных смесей;

13. Обобщённые технологические принципы регенерации и рециклинга известкового компонента с получением основной и попутной продукции при утилизации силикатно-кальциевых шламов и шлаков;

14. Уточнённые показатели регенерации и рециклинга известкового компонента при переработке щелочных и бесщелочных алюмосиликатов.

**Направление № 3:** термодинамика и кинетика образования супрамолекулярных структур поверхностно-активных веществ и органических экстрагентов с ионами редкоземельных элементов на поверхности раздела фаз.

**Объект исследования:** термодинамика и кинетика гетерогенных процессов.

1. Термодинамические параметры энтальпии и энтропии процесса ионного обмена редкоземельных элементов (РЗЭ) в поверхностном слое полимерных материалов импрегнированного и иммобилизованного типа и комплексообразования;

2. Определение положения поливалентных ионов в схеме поверхностного обмена;

3. Установление синергетического эффекта сорбции поверхностно-активных веществ (ПАВ) поверхностью минералов (апатита);

4. Подбор оптимальных комплексообразователей, используемых в качестве элюента, на основе сравнения устойчивостей комплексных соединений РЗЭ, экологической безопасности и доступности;

5. Определение координационного числа и степени гидратации сольватных комплексов РЗЭ с фосфорорганическими экстрагентами;

6. Установление объемных и поверхностных эффектов экстрагентов (ди2-этилгексилфосфорной кислоты) в органических биоразлагаемых растворителях, производимых из возобновляемого сырья;

7. Термодинамика жидкофазной и твердофазной экстракции редкоземельных элементов в присутствии ионных жидкостей;

8. Разработка прогнозной модели поведения фосфатов и карбонатов РЗМ в щелочных карбонатных средах и научно обоснованных технических решений, направленных на вовлечение в переработку фосфатного или карбонатного минерального сырья, в том числе техногенного происхождения;

9. Установление природы и механизма сорбционных эффектов образования супрамолекулярных структур на поверхности минералов (апатита);

10. Термодинамика образования самособирающихся молекулярных ансамблей на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ), содержащих оксиэтилированные эфиры;

11. Кинетика процессов самосборки ПАВ на поверхности апатита;

12. Выявление устойчивых соединений комплексов ПАВ и поверхностно-инактивных) ПИН с РЗЭ, специфичных для объектов переработки апатитового концентрата и влияния физико-химических свойств растворителей на процессы комплексообразования;

13. Установление закономерностей химической и физической сорбции реагентов в условиях образования супрамолекулярных структур с учетом физико-химических свойств поверхности минералов;

14. Определение природы и механизма синергетического эффекта сорбции ПАВ поверхностью минералов (апатита);

15. Выбор селективных экстракционных и сорбционных систем в процессе извлечения и разделения иттрия и лантаноидов;

16. Физико-химические основы комплексного извлечения РЗЭ из продуктов переработки апатитовых концентратов;

17. Технология выделения и разделения РЗЭ экстракционным методом с использованием иммобилизованных и импрегнированных органическими экстрагентами полимерных материалов, биоразлагаемых растворителей, ионных жидкостей, ионообменных смол с хелатирующими к ионам РЗЭ свойствами на основе развития термодинамических и кинетических представлений о гетерогенных равновесиях в водных и органических средах с участием редкоземельных элементов;

18. Технология карбонатной конверсии фосфогипса с целью попутного извлечения РЗЭ и увеличения глубины переработки вторичных отходов;

19. Технологические режимы флотоэкстракции апатитовых руд с использованием оксиэтилированных фосфорорганических и отечественных флотореагентов;

**Направление № 4:** твердотельные методы получения наноструктурированных высокогидрофобных металлов.

**Объект исследования:** твердотельный синтез металлов.

1. Разработка лабораторной технологии получения модельных составов на основе природного сырья (сосновой живицы) для точного литья металлов по выплавляемым моделям с повышенной теплостойкостью, усиленной введением наночастиц;

2. Изучение влияния концентрации наночастиц на температуру размягчения и на температуру каплепадения модифицированных составов на примере промышленной композиции ЗГВ-1;

3. Исследование влияния молекулярного водорода в пожаробезопасных концентрациях на степень восстановления металлооксидного сырья при взаимодействии с кремнийгидридными реагентами для нахождения режима обнуления эмиссии  $\text{CO}_2$  в технологическом процессе получения металлургической продукции в условиях твердотельного гидридного синтеза (ТГС);

4. Установление ряда усиления эффективности гидридных восстановителей в зависимости от их электрофильно-нуклеофильных свойств, оцененных по программе HyperChem методом квантово-химического моделирования;

5. Исследование влияния добавок тетрагидрида кремния в пожаробезопасных концентрациях на степень восстановления железоксидного сырья (в т.ч. оленегорского суперконцентрата) при взаимодействии с парами метилдихлорсилана (МДХС) в условиях ТГС для нахождения режима обнуления углеродного следа процесса;

6. Используя программный комплекс ASTICS осуществить термодинамическое моделирование восстановления до металла в условиях ТГС твердофазного сырья парами МДХС, органогидридсилоксанов и моносиланом с целью выявления движущих сил процесса и фазового состава получаемых продуктов;

7. Сопоставление расчетных данных с результатами изучения механизма процесса и структуры металлических продуктов ТГС ( $M=\text{Ni}, \text{Fe}, \text{Cu}$ ) современными инструментальными методами (РФА, ПЭМ, РФЭ-, ИК- и EDX-спектроскопии, РФЛА и др.);

8. Обобщение теоретических результатов, полученных методами квантово-химического и термодинамического моделирования;



9. Сформулировать и развить научные основы металлургических твердотельных технологий с минимальным углеродным следом для получения высокогидрофобных «батареиных» металлов (Fe, Ni, Cu) с защитными свойствами поверхности;

10. Проведение опытно-промышленных испытаний разработанных технологий и модельных составов на предприятиях Союзного государства.

**Направление № 5:** разработка технологии комплексной переработки органической и минеральной составляющей твердых углеродсодержащих энергоносителей.

**Объект исследования:** процесс газификации.

1. Проведение патентного и литературного поиска по теме исследования;
2. Сборка установки для проведения процесса газификации;
3. Проведение пуско-наладочных работ и серии начальных экспериментов;
4. Изучение физико-химических свойств исходного сырья и углезольного остатка процесса газификации;
5. Определение рациональных режимов процесса газификации в зависимости от массы и гранулометрического состава загрузки газифицируемого сырья, расхода воздушного дутья, температуры протекания процесса;
6. Оценка технологических характеристик углезольного остатка процесса газификации и генераторных газов;
7. Разработка методики исследования процесса выщелачивания углезольного остатка;
8. Проведение серии экспериментов процесса грануляции зольного остатка;
9. Изучение сорбционных свойств зольных остатков процесса газификации;
10. Определение рациональных режимов процесса грануляции зольного остатка в зависимости от массы загрузки, гранулометрического состава, влажности исходного сырья, типа связующего;
11. Модификация химического состава золы за счет добавления Al- и Si-содержащих компонентов;

12. Изучение физико-химических свойств полученных гранул;
13. Исследование сорбционных свойств полученных гранул;
14. Разработка технологической схемы комплексной переработки углеродного сырья на основе процесса газификации.

**Направление № 6:** разработка технологии получения новых товарных продуктов из техногенного сырья с заданными физико-химическими свойствами.

**Объект исследования:** синтез неорганических соединений.

1. Разработка способа регенерации природного сапонитового сорбента с получением медьсодержащего продукта;
2. Синтез углеродсодержащего сорбента на основе кокса из гудрона;
3. Исследование методов разделения продуктов технологических реакций, с целью повышения в них концентрации ценных компонентов;
4. Разработка глинистой основы бурового раствора на основе сапонитовой глины;
5. Разработка технологической схемы извлечения металлической меди из сточных вод металлургической промышленности, составление матбаланса;
6. Разработка водопоглощающей добавки к буровым растворам на основе фенольной смолы методом коксования при разных режимах;
7. Исследования по эффективности сорбционной очистки от нефтепродуктов углеродсодержащими сорбентами на основе кокса, полученного из гудрона;
8. Разработка способов очистки веществ, в соответствии с требованиями для применения их в производстве и в качестве товарного продукта;
9. Поведение лабораторных исследований водопоглощающей добавки;
10. Извлечение брусита из сапонитового некондиционного сырья;
11. Разработка способа регенерации углеродсодержащего сорбента на основе кокса с извлечением нефтепродуктов;
12. Исследования по эффективности сорбционной очистки от ионов цинка, кобальта и др. на природном сапонитовом сорбенте;
13. Разработка технологической схемы извлечения цинка и кобальта и др. из сточных вод металлургической промышленности;

14. Исследование физико-химического взаимодействия водопоглощающей добавки с минеральными глинистыми частицами коллоидного размера;

15. Исследования по эффективности сорбционной очистки вод от тяжелых металлов углеродсодержащими сорбентами на основе кокса, полученного из гудрона;

16. Исследования по эффективности сорбционной очистки от ионов цинка, кобальта и др. на природном сапонитовом сорбенте;

17. Разработка технологической схемы извлечения цинка и кобальта и др. из сточных вод металлургической промышленности;

18. Разработка способа регенерации углеродсодержащего сорбента на основе кокса с извлечением тяжелых металлов;

19. Опытно-промышленное опробование полученного бурового раствора на сапонитовой основе с использованием разработанной водопоглощающей добавки;

20. Исследование эффективности и экономический расчет внедрения новой технологии в схему получения фосфорных удобрений.

**Направление № 7:** разработка теоретических основ и технологии катализаторов, носителей и сорбентов для промышленных процессов нефтепереработки, нефтехимии и газоочистки.

**Объект исследования:** разработка катализаторов и носителей.

1. Изучение рынка сырья гидроксидов алюминия и состояния производства носителей на их основе в РФ с обоснованием разработок новых алюмооксидных носителей для катализаторов нефтепереработки и газоочистки;

2. Разработка технологических способов регулирования текстурных свойств носителей с учетом возможностей существующих производственных линий;

3. Проектирование и создание (закупка) испытательных стендов. Закупка аналитического оборудования;

4. Разработка альтернативных видов гидроксид-алюминиевого сырья по безотходной технологии совместно с получением азотного удобрения;

5. Апробация новых рецептур носителей для катализаторов нефтепереработки и нефтегазохимии;

6. Создание и испытание опытно-промышленной линии производства полупродуктов, носителей и катализаторов;

7. Масштабирование и внедрение технологии Al-содержащих полупродуктов, носителей и катализаторов до уровня 5-6.

**Направление № 8:** разработка основ инновационной технологии получения алюминия с применением углеродных композитных электродов.

**Объект исследования:** получение «зеленого» алюминия.

1. Разработка теоретических и технологических основ изготовления электродных композитных изделий на основе углерода для металлургической промышленности;

2. Разработка теоретических и технологических основ электролиза расплавов с применением твердых электродов;

3. Создание условий для проектирования и построения алюминиевых электролизеров нового поколения;

4. Разработка теоретических основ процесса электролиза с применением электродов различной геометрической формы;

5. Выбор оптимальной формы электродов и отработка регламента электролиза на лабораторной установке до 30 А;

6. Разработка проекта экспериментальной установки для электролиза расплавов и тестирования материалов в условиях электролиза с силой тока 100 А;

7. Изготовление экспериментальной установки для электролиза расплавов силой тока 100 А;

8. Разработка технологических основ изготовления композитных изделий «Графит – MeC» с повышенной сопротивляемостью к химическому и физическому износу (Me - Ti, Zr, V);

9. Разработка технологических основ изготовления композитных изделий «Аморфный углерод – TiO<sub>2</sub>/TiB<sub>2</sub>» с высокой коррозионной стойкостью и смачиваемостью алюминием;

10. Монтаж технологических комплексов оборудования для изготовления композитных электродов на полигоне и электролизной установки в лаборатории Горного университета;

11. Экспериментальная отработка оптимальных параметров электролиза на композитных и инертных электродах;

12. ТЭО проекта полупромышленной установки электролиза криолито-глиноземных расплавов с силой тока 1000-3000 А с вертикальным расположением электродов;

13. Разработка рабочего проекта полупромышленной установки электролиза расплавленных солей мощностью 1000-3000 А;

14. Запуск опытно-промышленной установки электролиза с применением композитных электродов.

**Направление № 9:** повышение устойчивости к высокотемпературному окислению углеграфитовых электродов металлургических агрегатов.

**Объект исследования:** окисление графита.

1. Изучение кинетики окисления электродного графита во всем температурном диапазоне эксплуатации в промышленных условиях;

2. Изучение возможности защиты электродного графита от высокотемпературного окисления путем формирования стекловидных фосфатных или боратных покрытий на его поверхности;

3. Изучение возможности защиты электродного графита от высокотемпературного окисления путем формирования поверхностного оксикарибидного слоя в системах Si-Ti-Cr-O<sub>2</sub>-C;

4. Комплексное изучение влияния отдельных технологических стадий производства электродного графита на направленное формирование свойств конечной продукции;

5. Адаптация разработанных технических решений к условиям действующих производств и оптимизация отдельных технологических стадий.

**Направление № 10:** экспериментальное установление фундаментальных принципов формирования состава, структуры и показателей качества игольчатого кокса при модификации углеводородного техногенного сырья различного генезиса.

**Объект исследования:** получение игольчатого кокса.

1. Создание лабораторной установки замедленного коксования (4 реактора, рабочий объем 160 л по сырью);

2. Нарботка опытной партии игольчатого кокса по технологии Горного университета из одного вида сырья;
3. Исследование 4 видов сырья (Газпром нефть, Сибур);
4. Изготовление и испытание УНР графитированного электрода из полученного в Горном университете игольчатого кокса в промышленных условиях;
5. Исследование всех видов (44 шт.) российского техногенного сырья для производства игольчатого кокса;
6. Установление механизма действия добавок на полимерной основе при модификации сырья игольчатого кокса;
7. ТЭО и создание базового проекта для полупромышленной установки игольчатого кокса на полигоне Горного университета (мощностью не менее 25 тыс. т/год по сырью);
8. Создание единого комплексного подхода к анализу базового и модифицированного добавками техногенного сырья, игольчатого кокса на основе результатов ИК-, КР-спектроскопии, С-ЯМР, Н-ЯМР, SEM, XRD, XRF анализов;
9. Согласование базового проекта для полупромышленной установки игольчатого кокса, закупка оборудования;
10. Строительство и запуск полупромышленной установки получения игольчатого кокса.

**Направление № 11:** разработка технических решений получения новых составов модифицированных и полимерных битумов и гудронов.

**Объект исследования:** модификация битума.

1. Изучение физико-химический состав представительных образцов битумов и гудронов;
2. Определение компоненты для получения полимерных битумов;
3. Определение компонентов для получения модифицированных битумов и гудронов;
4. Изучение влияние каждого компонента на физико-химические свойства для получения полимерных битумов;
5. Изучение влияния каждого компонента на физико-химические свойства для получения модифицированных битумов и гудронов;

6. Определение оптимального соотношения в составе для каждого компонента для получения полимерных битумов;

7. Определение оптимального соотношения в составе для каждого компонента для получения модифицированных битумов и гудронов;

8. Изучение взаимного влияния компонентов в составе для получения полимерных битумов;

9. Изучение взаимного влияния компонентов в составе для получения модифицированных битумов и гудронов;

10. Определение групп основных компонентов и создание добавки для получения полимерных битумов;

11. Определение групп основных компонентов и создание добавки для получения модифицированных битумов и гудронов;

12. Определение влияния и наиболее оптимальных соотношений созданной добавки на качественные характеристики битумов различных производителей для получения полимерного битума;

13. Определение влияния и наиболее оптимальных соотношений созданной добавки на качественные характеристики битумов и гудронов различных производителей для получения модифицированных битумов и гудронов;

14. Определение наиболее оптимального технологического процесса внедрения созданной добавки для получения полимерного битума;

15. Определение наиболее оптимального технологического процесса внедрения созданной добавки для получения модифицированного и полимерного битумов;

16. Разработка технологии получения полимерных битумов, модифицированных битумов и гудронов;

17. Разработка полупромышленной установки для получения полимерных битумов, модифицированных битумов и гудронов;

18. Создание и наладка полупромышленной установки для получения полимерных битумов, модифицированных битумов и гудронов;

19. Получение полимерных битумов, модифицированных битумов и гудронов в созданной полупромышленной установке.

**НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
«НАУКА О ЗЕМЛЕ»**

**Направление № 1:** нефторудогенез. Пространственно-временные и генетические взаимоотношения процессов формирования месторождений углеводородного сырья и месторождений твердых полезных ископаемых в пределах.

**Объект исследования:** Урал и прилегающие территории.

1. Геодинамическое развитие Урала и прилегающих нефтегазоносных провинций;
2. Синхронизация тепловых событий, генерирующих функционирование нефторудообразующих систем на Урале и прилегающих нефтегазоносных провинциях;
3. Специфика нефтегазоносности областей сопряжения Уральской складчатой области со смежными платформенными блоками.

**Объект исследования:** Сибирская платформа (Восточная Сибирь).

1. Уникальность истории геологического развития Сибирской платформы как фактор уникальности месторождений твердых полезных ископаемых и углеводородов в ее пределах
2. Генетические особенности уникальных месторождений Сибирской платформы, возникших как результат определенного пространственно-временного сочетания осадочных, магматических и метаморфических событий в ее пределах;
3. Специфика месторождений углеводородного сырья Сибирской платформы как отражение особенностей ее геологического развития;
4. Детализация генезиса и структуры трапповой формации;
5. Технологии и методики геолого-геофизического изучения трапповых формаций для получения информации как о внутреннем строении толщи, так и информации о подтрапповых пластах.

**Направление № 2:** разработка критериев поиска и оценки месторождений твердых полезных ископаемых, в том числе крупных и уникальных, на основе результатов фундаментальных минералого-геохимических исследований.



**Объект исследования:** минералы, породы, алмазы и их минералы спутники.

1. Реконструкция условий и  $P$ – $T$ – $X$ – $t$  эволюции горных пород в магматических, метаморфических и рудных системах на базе методов физико-химического моделирования минеральных парагенезисов и изотопной геохимии;

2. Выявление типоморфных свойств минералов с целью разработки критериев прогнозирования рудоносности территорий, поисков месторождений редкометалльного, благороднометалльного сырья и алмазов, совершенствования поисково-оценочных технологий;

3. Изучение технологических свойств минералов с целью установления взаимосвязей между особенностями вещественного состава и технологическими свойствами руд, оптимизации схем их обогащения;

4. Изучение химического состава породообразующих, акцессорных и рудных минералов, особенностей внутреннего строения минеральных индивидов с применением наиболее современных методов анализа минерального вещества для решения вопросов петро- и рудогенеза;

5. Опробование методик на алмазоносных породах Якутской и Архангельской алмазоносных провинций, Пермского края (Красновишерский район), на докембрийских метаморфических комплексах Кольского полуострова, Восточной Антарктиды и арх. Шпицберген и других.

### **Направление № 3:** эффективность геологоразведочных работ.

**Объект исследования:** способы организации и технологии геологоразведочных работ

1. Новые подходы к организации геологоразведочных работ при интеграции современных технологий геофизических исследований и задач недропользования;

2. Экономическая оценка эффективности геологоразведки при новых подходах к организации работ;

3. Выявление закономерностей повышения разрешающей способности сейсморазведки при использовании различного рода излучающей аппаратуры для целей повышения эффективности геологоразведки;

4. Новые экономически обоснованные методики сбора данных сейсморазведки как ключевой инструмент повышения эффективности работ при поиске и разведке месторождений углеводородов;

5. Закономерности повышения эффективности геологоразведки на углеводороды и твердые полезные ископаемые при использовании методик комплексирования обработки и интерпретации геофизических полей разной природы;

6. Высокоточные алгоритмы обработки и интерпретации волновых полей сейсмической разведки как необходимое условие повышения эффективности геологоразведке при работах в тектонически сложных регионах;

7. Методика трехмерной сейсмической разведки для целей изучения сложно построенных объектов при поиске и разведке твердых полезных ископаемых;

8. Геофизические методы поиска нетрадиционных коллекторов на примере трещиноватых пород основных нефтегазоносных провинций Российской Федерации;

9. Методика, технология и аппаратура эколого-сберегающей геофизической разведки.

#### **Направление № 4:** наука о Земле для задач новой энергетики.

##### **Объект исследования:** объекты новой энергетики

1. Обоснование эффективности и целесообразности применения методики улавливания и захоронения углерода при промышленных производствах;

2. Трансфер методов нефтегазовой геологоразведки на задачи поиска подземных хранилищ углекислого газа;

3. Обоснование целесообразности и разработка технологии геофизического мониторинга подземных хранилищ углекислого газа;

4. Оценка перспектив водорода как полезного ископаемого и его роль в цикле геологоразведочных работ;

5. Поисковые критерии и методики геологоразведки водорода;

6. Оценка потенциала геотермальных месторождений в пределах Российской Федерации;

7. Методы геологоразведки для целей обнаружения геотермальных месторождений;

8. Инженерные сооружения объектов новой энергетики и связь с верхней частью разреза для повышения эффективности энергогенерации;

9. Обоснование и проведение глубинных теллурических зондирований на Антарктиде для изучения глубинных мантийных процессов с целью оценки тепловых потоков и их влияния на климатические процессы;

10. Обоснование и проведение сейсмических исследований методом общей глубинной точки на Антарктиде для установления генезиса озера Восток, уточнения структуры донных осадков в поддержку бурения и отбора проб;

11. Физические поля и «умные» города. Методики разведочной геофизики для изучения жилого пространства городов с целью повышения качества жизни и оптимизации энергопотребления.

**Направление № 5:** генезис, поисковые и разведочные критерии нетрадиционных резервуаров углеводородов.

**Объект исследования:** месторождения углеводородов в «базальных» горизонтах осадочного чехла, переходных комплексах и выступах фундамента.

1. Геотермические условия нефтегазообразования на больших глубинах. Обоснование возможности проявления экзотермического эффекта нефтеобразования;

2. Выявление связи кинетических спектров преобразования органического вещества, энергии активации и энергетических барьеров с выходом углеводородов;

3. Влияние глубинных эпигенетических процессов на образование и преобразование скоплений нефти и газа;

4. Глубинные горизонты приуральской части Тимано-Печорской провинции;

5. Обоснование наличия скоплений углеводородов и разработка методики разведки для объектов Западной Сибири (Структуры домезозойского фундамента, рифтогенный комплекс, коры выветривания домезозойского фундамента, структуры - ловушки, обусловленные Пайхой-Алтайской сдвиговой зоной);

6. Выступы кристаллического фундамента, аналоги «Белого Тигра» в акватории Охотского моря как поисковые объекты на предмет содержания углеводородов;

7. Пропущенные крупные залежи углеводородов в глубинных подсолевых горизонтах в прибортовой части Прикаспийской впадины и разработка технологий геофизических исследований для получения надежной геологической информации под сложно построенными солеными толщами;

8. Методики геолого-геофизических работ и технологии интерпретации данных в условиях искажающего влияния трапповых формаций Восточной Сибири для получения надежной информации о глубинном строении Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции и перспективы обнаружения месторождений углеводородов;

9. Закономерности и новые поисковые объекты при разведке месторождений углеводородов в базальных горизонтах осадочного чехла, переходных комплексах и выступах фундамента.

**Направление № 6:** научно-методические исследования в районе балтийского щита.

**Объект исследования:** докембрийские метаморфические комплексы.

1. Разработка трехмерной модели глубинного строения тектоники и геодинамики земной коры раннепротерозойской Печенгской структуры (район заложений Кольской Сверхглубокой) и блоков ее архейского складчатого обрамления;

2. Моделирование процессов эволюции Печенгской структуры (район заложений Кольской Сверхглубокой) и ее архейского обрамления от стадии рифтогенеза до складчато-надвиговых деформаций во временном интервале от 3 до 1.6 млрд лет;

3. Развитие теории распределения разрывных деформаций в земной коре;

4. Реконструирование процессов формирования полезных ископаемых на основе выполненных историко-эволюционных моделей региона;

5. Изучение геотермального режима раннедокембрийской земной коры и изменений характера деформаций в зависимости от геотермического режима;

6. Реконструкция условий и Р–Т–Х–t анализ по материалам кольской сверхглубокой скважины;

7. Апробаций методик и технологий геофизических съемок на Урановорудном месторождение Карку;

8. Изучение придонных структур методами геофизической разведки приповерхностной и глубинной частей ладожского и онежского озер в рамках участия в национальной программе «плавучий университет»;

9. Отбор проб, геохимические измерения и систематизация полученных результатов исследования донных осадков Ладожского и Онежского озер в рамках участия в национальной программе «плавучий университет».

## УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Направление № 1:** теория и методология информационного обеспечения объектов недропользования

**Объект исследования:** процессы добычи, транспортировки и переработки полезных ископаемых

1. Разработка новых методов мониторинга и управления на основе цифровых и информационных технологий, направленных на увеличение коэффициентов извлечения минерального сырья и сокращение его потерь при добыче и переработке;

2. Исследования влияние применения сквозных цифровых технологий на ключевые показатели эффективности предприятий МСК в условия изменяющихся внешних воздействий;

3. Разработка методологических основ определения оптимального уровня цифровизации на промышленных предприятиях на основе исследования технологического влияния на критерии и индикаторы устойчивого развития;

4. Развитие информационных систем для исследования и прогнозирования динамического воздействия взрывных работ на охраняемые объекты;

5. Выявление закономерностей смещений рудных контуров при массовых взрывах на карьерах на основе обработки больших объемов данных с применением интеллектуальных алгоритмов прогнозирования;

6. Установление закономерности новых конструкций горной техники для реализации климатически нейтральных геотехнологий;

7. Развитие интеллектуальных систем оценки рисков на основе данных комплексного исследования напряженно-деформированного состояния массива при ведении горных работ;

8. Разработка теоретических основ, методов, моделей, алгоритмов поддержки управления рисками на объектах недропользования;

9. Создание информационных систем для управления жизненным циклом горного оборудования и перехода к предиктивному обслуживанию и ремонту на основе выявления закономерностей изменения показателей технического состояния под действием внешних факторов;

10. Изучение свойств высокотемпературных процессов на основе систем технического зрения и обработки больших массивов данных;

11. Управление надежностью и энергоэффективностью на основе цифровых двойников и интеллектуального анализа свойств электромеханических систем предприятий нефтегазовой промышленности;

12. Создание методов и алгоритмов интеллектуальной обработки информации, системного анализа, оптимизации, принятия решений для поддержания устойчивого развития компаний минерально-сырьевого комплекса;

13. Разработка методологии учета и оптимизации углеродного следа эксплуатируемой техники для промышленных объектов МСК на основе имитационных моделей производственного процесса.

**Направление № 2:** создание системы непрерывного обучения и повышения квалификации, направленной на формирование профессиональных цифровых компетенций специалистов, необходимых для обеспечения инновационного развития ТЭК и МСК

**Объект исследования:** цифровая трансформация процесса обучения

1. Исследование влияния технологий управления образовательными системами на развитие профессиональной карьеры в условиях сетевого взаимодействия;

2. Научное обоснование современных стратегий и прогнозирование тенденций развития образования под действием цифровизации и инновационного развития промышленных предприятий;

3. Научное сопровождение и обеспечение опережающей подготовки специалистов для передовых отраслей науки и высокотехнологичных секторов экономики на основе новых научных знаний;

4. Разработка эффективных алгоритмов управления образовательными системами для повышения качества освоения профессиональных компетенций в интеллектуальных образовательных пространствах;

5. Повышения эффективности традиционных и цифровых образовательных технологий в условиях цифровой трансформации, разработка математических моделей и «цифровых близнецов», позволяющих прогнозировать социально-психологические процессы с опорой на «цифровые следы» личности и группы;

6. Исследование процессов возникновения, распространения и восприятия новых технологий на промышленных предприятиях для установления зависимости изменения свойств потребителей, формирования новых рынков и спроса на компетенции персонала;

7. Выявление закономерностей изменения ключевых показателей освоения профессиональных компетенций в результате применения средств дополненной и виртуальной реальности в интеллектуальных образовательных пространствах;

8. Разработка теоретических и прикладных аспектов функционирования цифрового университета, включая системы непрерывного управления компетенциями;

9. Разработка методологических основ создания интеллектуальных тренажерных систем для промышленных предприятий МСК и ТЭК на основе новых научных знаний;

10. Исследование необходимого уровня цифровой интеграции инфраструктуры, процессов и людей с целью освоения опережающих профессиональных компетенций в МСК и ТЭК.

**Направление № 3:** переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам на предприятиях МСК и ТЭК

**Объект исследования:** оборудование и технологические процессы добычи, переработки и транспортировки полезных ископаемых

1. Применение цифрового моделирования в задачах исследования, создания и эффективного управления процессами промышленных производств, добычи и транспортировки углеводородного сырья, энергетики;

2. Развитие общей теории систем управления и информационноуправляющих систем, методов и средств коммуникационно-сетевого управления многоуровневыми и распределенными динамическими системами в условиях неполной информации;

3. Развитие методологических основ разработки безлюдных технологий освоения месторождений твердых полезных ископаемых;

4. Разработка систем предсказательной аналитики в промышленности на основе установления закономерностей при интеллектуальном анализе больших данных;



5. Исследование характеристик и методов диагностики и прогнозирования технического состояния электромеханических систем промышленных предприятий;

6. Разработка методов прогнозирования остаточного ресурса, выбор и обоснование критериев оценки технического состояния горных машин;

7. Модели и методы проактивной поддержки принятия решений при управлении техническим состоянием оборудования;

8. Совершенствование структур и алгоритмов функционирования электротехнических комплексов электрифицированного транспорта на предприятиях МСК;

9. Создание интеллектуальных цифровых моделей процессов и оборудования переработки минерального сырья для управления энергоэффективностью и надежностью;

10. Исследование свойств и комплексных показателей для обоснования формирования архитектур и алгоритмов функционирования цифровых двойников управления энергоэффективностью и надежностью электротехнических систем объектов нефтегазовой промышленности;

11. Совершенствование методов обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации электромеханического оборудования предприятий минерально-сырьевого комплекса на основе цифровых технологий;

12. Создание математических моделей, численных методов и комплексов программ предсказательной аналитики для интеллектуальных роботизированных систем;

13. Исследования возможностей применения телекоммуникационных систем в интересах обеспечения эффективной и безопасной разработки месторождений. Полезных ископаемых;

14. Исследование спутниковых радионавигационных систем и алгоритмов их использования в интересах эффективного управления объектами и системами добычи, переработки и транспортировки полезных ископаемых.

**Направление № 4:** исследование эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе, принципах энергосбережения, современной электротехнике, возобновляемых источниках энергии при переходе к экологически чистой, ресурсосберегающей и конкурентоспособной энергетике

**Объект исследования:** энергетические системы, электротехнические комплексы и системы предприятий ТЭК и МСК

1. Системные исследования свойств энергетического перехода к экологически чистой, ресурсосберегающей и конкурентоспособной энергетике и его влияние на устойчивое развитие предприятий МСК И ТЭК;

2. Сценарное моделирование устойчивого развития энергосистем на основе исследования влияния изменения свойств потребителей под действием технологического развития;

3. Разработка и исследование свойств системы комбинированного энергообеспечения предприятий МСК и ТЭК на основе централизованных и автономных источников распределенной генерации;

4. Разработка характеристик и методических подходов к созданию автономных электротехнических комплексов на основе возобновляемых и вторичных источников энергии для повышения устойчивости промышленных предприятий и снижения углеродного следа;

5. Разработка методов повышения устойчивости в гибридных энергетических комплексах и системах на базе возобновляемых источников энергии за счет применения цифровых технологий и предсказательной аналитики;

6. Интеллектуальные технологии управления электроэнергетическими системами, включая передачу электрической энергии, управления спросом на электрическую энергию, цифровые двойники объектов электроэнергетики, цифровые информационные модели электротехнических систем;

7. Технологии распределенной генерации на основе ВИЭ, органических топлив, водорода и интеллектуальные системы управления ими.

**Направление № 5:** энергосбережение и повышение энергетической эффективности

**Объект исследования:** энергосбережение в системах генерации, транспорта и потребления энергии

1. Разработка методологических основ формирования архитектуры и алгоритмов функционирования цифровых платформ для персонализированного энергетического менеджмента на основе средств искусственного интеллекта для управления и стимулирования энергосбережения;

2. Разработка нейро-сетевых моделей для энергоэффективного управления металлургическими агрегатами на основе цифровых комплексов;
3. Исследование и обоснование комплексных показателей эффективности генерации, транспорта и потребления энергии при снабжении от традиционных и возобновляемых источников энергии с учетом влияния глобальных вызовов и вариации внешних факторов;
4. Развитие сценарных прогнозных моделей изменения уровня энергоэффективности электротехнических комплексов и систем на основе выявления закономерностей устойчивого спроса на энергетические ресурсы;
5. Разработка методов оценки энергоэффективности функционирования электротехнических комплексов на основе возобновляемых источников энергии;
6. Исследование влияния и разработка подходов создания цифровых платформ в целях формирования и управления энергоэффективным образом жизни в контексте энергосбережения;
7. Разработка методов и установление закономерностей повышения показателей качества электрической энергии в электротехнических комплексах предприятий на основе обработки данных интеллектуальными алгоритмами и средствами машинного обучения;
8. Исследование комплексных свойств эффективности и интеграция режимов работы электропривода, робототехники, силовой электроники и системы энергообеспечения на предприятиях МСК и ТЭК;
9. Разработка фундаментальных положений по обеспечению энергоэффективной транспортировки и использования энергии, в зависимости от прогнозирования социального и экономического развития;
10. Разработка методов управления спросом и применение предсказательных алгоритмов управления потреблением энергии для энергосбережения на объектах недропользования в условиях развития распределенной энергетики;
11. Разработка методических подходов к применению цифровых технологий в целях повышения энергоэффективности и энергосбережения на предприятиях МСК;
12. Управление развитием и интеграция электрифицированного транспорта в энергосистему города на основе интеллектуальной платформы выявления закономерностей распределения мощности в зависимости от времени и загруженности центров питания;
13. Использование технологий

PLC для управления энергосбережением в электротехнических комплексах промышленных предприятий.

## **УЧЕБНО-НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР»**

**Направление № 1:** физические процессы передачи энергии продуктов детонации горному массиву.

**Объект исследования:** массивы горных пород в естественном и разрушенном состоянии; характеристики взрывчатых материалов.

1. Физические процессы разрушения горных пород энергией взрыва, оценка и прогноз гранулометрического состава при бурении и взрывании горных пород;

2. Развитие теории распространения микро- и макро-нарушений при динамических воздействиях на массив, управление процессами разрушения горных пород энергией взрыва;

3. Прогнозирование физических и структурных свойств массива горных пород, оказывающих влияние на характер передачи энергии взрыва на основе измерений во время бурения.

**Направление № 2:** цифровые технологии во взрывном деле.

**Объект исследования:** массивы горных пород в естественном и разрушенном состоянии; технологии взрывных работ.

1. Развитие методов автоматизированного проектирования взрывных технологий и оценки качества взрывного разрушения горных пород;

2. Развитие методов прогнозирования смещений рудных контуров при массовых взрывах для условий открытой и подземной разработки месторождений твердых полезных ископаемых;

3. Развитие методов прогнозирования динамического воздействия взрывных работ на охраняемые объекты;

4. Развитие методов измерения во время бурения (Measurement while drilling).

**Направление № 3:** динамическая технология кучного выщелачивания (КВ).

**Объект исследования:** окомкованные золотосодержащие руды; технологии строительства и эксплуатации площадок кучного выщелачивания.

1. Изучение геотехнических характеристик окомкованных глинистых золотосодержащих руд;
2. Методы обоснования геотехнических и фильтрационных параметров штабелей КВ глинистых золотосодержащих руд;
3. Развитие динамических технологий работы промышленных площадок КВ.

**Направление № 4:** геотехнологии разработки твёрдых полезных ископаемых.

**Объект исследования:** технологии открытой, подземной и комбинированной разработки твердых полезных ископаемых.

1. Развитие ресурсосберегающих технологий разработки месторождений твердых полезных ископаемых, обеспечивающих комплексное освоение природных ресурсов; управление качеством добываемого полезного ископаемого;
2. Развитие технических средств и технологий разработки месторождений твердых полезных ископаемых в сложных горно-геологических условиях;
3. Развитие теоретических основ проектирования технологий разработки твердых полезных ископаемых в условиях неопределенности исходной геологической информации;
4. Развитие безлюдных технологий освоения месторождений твердых полезных ископаемых.

## ПРОБЛЕМНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК

**Направление № 1:** фундаментальная гуманитарная наука для горных инженеров.

**Объект исследования:** история и философия горнодобывающей отрасли.

1. История горнодобывающей отрасли. Источниковедческая база и историографический комплексный анализ достижений научной мысли по истории Горного университета;

2. История горнодобывающей отрасли. Особенности подготовки научно-технической интеллигенции в Горном университете на разных этапах его развития, трансформации ее социальных ролей в России в эпохи модернизации;

3. История горнодобывающей отрасли. Возможности Горного музея как пространства познания и обучения;

4. Философия горнодобывающей отрасли. Технологии взаимодействия философии науки и горно-технических наук в современном международном и междисциплинарном контексте;

5. Философия горнодобывающей отрасли. Проблемы технической цивилизации: математизация и цифровые методы описания социальных процессов, устойчивое развитие, экологические принципы, формирование социальной среды (в том числе в связи с энергетической повесткой).

**Объект исследования:** языковая культурная среда горных инженеров.

1. Международное профессиональное общение. Технология обучения международному научному языку (английскому) и преподавания на этом языке в горных и технических вузах с использованием современных цифровых методов;

2. Международное профессиональное общение. Цифровой курс профессионально ориентированного английского языка для инженеров;

3. Национальное профессиональное общение. Русский язык в профессиональных средах, взаимного влияния научно-технического, официально-делового, публицистического и художественного дискурсов в условиях цифрового мира;

4. Международное профессиональное общение. Технология изучения психолингвистических характеристик единиц русского языка на фоне других языков в междисциплинарном диалоге культур.

**Объект исследования:** оценка, мониторинг и сохранение социально-психологического и физического здоровья студентов

1. Мониторинг состояний среды обучения. Технология создания моделей оценки различных состояний и среды обучающихся в техническом вузе;

2. Мониторинг состояний среды обучения. Применение социологических, статистических и цифровых методов изучения научно-образовательной среды в исследовательском техническом университете;

3. Мониторинг состояний среды обучения. Сохранение физического и социально-психологического здоровья обучающихся как фактора формирования конкурентоспособности специалиста МСК.

**Направление № 2:** прикладная гуманитарная наука для горных инженеров.

**Объект исследования:** гуманитарное образование в подготовке горных инженеров в современных образовательных технологиях.

1. Современные гуманитарные образовательные технологии. Экспериментальные исследования прикладных аспектов изучения и использования русского языка в межкультурном профессиональном общении;

2. Современные гуманитарные образовательные технологии. Экспериментальные исследования «Горный университет в городской среде Санкт-Петербурга»: реконструкция визуальных образов Горного университета и людей, составивших его славу, в контексте петербургских культурных традиций и лингвокультурологического потенциала Санкт-Петербурга.