

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОМ
КОМПЛЕКСЕ**

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОМ КОМПЛЕКСЕ

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОМ КОМПЛЕКСЕ НА БЛИЖАЙШИЙ ПЕРИОД

1. Создание оборудования для вовлечения в разработку и добычу нетрадиционных углеводородов обеспечит условия для промышленного освоения новых их источников. Применение этих технологий предопределяет многократное увеличение объема извлекаемых запасов, расширение географии добычи, вывод на рынок видов углеводородного сырья ресурсов, альтернативных традиционной нефти и природному газу (газогидратов, сланцевого газа, тяжелой нефти и битуминозных песков, метана высокогазоносных угольных пластов и др.).

2. Будет возрастать роль систем и методов увеличения коэффициента извлечения нефти, включая направленное изменение коллекторских свойств пластов, в том числе на истощенных месторождениях углеводородов и месторождениях низконапорного газа. Это совокупность технологических решений, приборов и комплексов для химического и физического воздействия на углеводородсодержащие коллекторы в целом и их отдельные компоненты (углеводороды породы, сами углеводороды, воду и т.д.), способствующих увеличению нефтеотдачи. Новые технологии помогут повысить эффективность добычи углеводородов на действующих месторождениях, вернуть в эксплуатацию те, которые ранее считались отработанными, вовлечь в разработку трудноизвлекаемые запасы. В долгосрочной перспективе это заметно продлит срок эксплуатации уже известных залежей и на десятилетия отодвинет момент исчерпания промышленных запасов традиционного углеводородного сырья.

3. Внедрение систем комплексной и глубокой переработки минерального сырья для увеличения коэффициента извлечения как основных, так и попутных компонентов на месторождениях обеспечит значительное повышение эффективности переработки полезных ископаемых и сокращение объемов образования отходов производства.

4. Открытие новых генетических типов месторождений, а также расширение географии поиска и разведки месторождений полезных ископаемых приведет к изменению географии стран - экспортеров и импортеров, росту конкуренции на рынке.

5. Развитие ресурсосберегающих технологий комплексного обогащения руд может привести к снижению минимального промышленного содержания, что делает целесообразным вовлечение в отработку забалансовых руд, даст возможность рентабельно использовать отходы обогатительных фабрик. Помимо этого, внедрение

новых разработок будет способствовать снижению уровня загрязнения окружающей среды, в том числе минимизации площадей под складирование и захоронение отходов на территориях промышленных предприятий, что позволит исключить риск попадания высокотоксичных соединений в грунты, сточные воды и атмосферу.

6. Внедрение оборудования для предварительного обогащения на борту карьера или в шахте, работающего на разных принципах - гравитационном, магнитном, электрическом, флотационном, импульсном, радиационном и радиационно-термическом – позволит значительно снизить себестоимость переработки за счет сокращения затрат на перевозку руды до обогатительных фабрик.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОМ КОМПЛЕКСЕ

В прогнозе научно-технологического развития мирового минерально-сырьевого комплекса учитывается необходимость создания условий для объединения усилий мирового сообщества в решении следующих проблем:

1. Поисково-разведочные работы, в том числе в новых районах добычи.

1.1 Создание рудо- и нефтегазообразующих систем с целью предсказания территорий, наиболее благоприятных для открытия уникальных месторождений нефти, газа, стратегических металлов.

1.2 Формирование исследовательских моделей геодинамической природы важнейших рудных и нефтегазовых провинций с целью выявления общих закономерностей проявления процессов рудо- и нефтегазообразования в структурах Земли.

1.3 Формирование исследовательских моделей образования рудоносных магм и флюидов для разработки технологий поисков продуктивных комплексов изверженных пород.

1.4 Описание процессов системного литолого-геохимического анализа и 4D-моделирование осадочных бассейнов.

1.5 Разработка установок, применяющих дистанционные методы разведки на основе лазерных и лидарных технологий.

1.6 Исследование процессов навигации положения стволов наклонных, горизонтальных и разветвленных скважин в сложных геолого-технических условиях.

1.7 Исследование динамики взрыва и распространения ударных волн в горном массиве.

1.8 Разработка геоинформационных систем, аэрогеофизических, космических и литогеохимических технологий оценки закрытых территорий и поисков «слепых» месторождений полезных ископаемых.

1.9 Создание установок на основе геофизических технологий выявления резервуаров.

1.10 Разработка методов физико-химического анализа форм нахождения и закономерностей распределения полезных компонентов в рудных месторождениях, включая нетрадиционные соединения благородных металлов в новых видах минерального сырья, а также редкоземельных и редких металлов.

1.11 Разработка методов оценки ресурсов нефтяных месторождений на основе моделирования процессов в области нефтидогенеза.

1.12 Разработка специальных методов анализа электродинамики геологических сред для оценки возможных направлений разведки.

1.13 3D-моделирование осадочных бассейнов с определением связей осадконакопления и последующих диагенеза и катагенеза с нефте-, газо- и рудообразующими процессами, структурно-литологических факторов контроля нефтегазонакопления и рудоотложения для прогнозирования осадочных месторождений полезных ископаемых.

2. Методы увеличения нефтеотдачи, включая направленное изменение коллекторских свойств пластов, позволяющее повысить коэффициент извлечения углеводородного сырья, в том числе на истощенных месторождениях и месторождениях низконапорного газа.

2.1 Исследование пластических, реологических и геодинамических свойств нефтяных пластов при различных динамических, гидравлических и термических воздействиях.

2.2 Разработка физико-химических процессов и закономерностей состояния системы «горная порода – жидкость – нефть и/или газ».

2.3 Разработка базовых элементов безвзрывных низкоуступных и гидроскважинных геотехнологий, а также биотехнологических методов увеличения нефтеотдачи.

2.4 Создание установок для разрушения горных пород путем резонансного силового воздействия, а также электрическими и радиационными импульсами и полями.

2.5 Создание установок для управления реологическими свойствами кусковой горной массы и тонкодисперсных минеральных продуктов методами вибрационной механики.

2.6 Разработка геотехнологий извлечения полезных ископаемых из недр с использованием роботизированных систем.

2.7 Разработка экспериментальных материалов для взрывной отбойки горной массы и управления гранулометрическим составом продуктов взрыва.

3. Получение и использование нетрадиционных источников сырья, в том числе углеводородного, включая тяжелые нефти, газогидраты, сланцевый газ и др.

3.1 Исследование физико-химических закономерностей процессов извлечения ценных компонентов из продуктов сжигания углей, сланцев, отходов предприятий.

3.2 Разработка технологий гидроразрывного воздействия на сланцевые породы и пласты.

4. Физико-технические и физикохимические технологии переработки высокогазоносных угольных пластов с предотвращением выбросов шахтного метана, в том числе для производства газообразных и жидких синтетических углеводородов.

4.1 Разработка технологий гидроразрывного воздействия на метаносодержащие сланцевые и угольные пласты.

4.2 Разработка процессов направленного изменения состояния и свойств межзерновых контактов в горных породах.

4.3 Исследование структурных, физико-химических, технологических свойств минералов в процессе комбинированного воздействия на геоматериалы и минеральные суспензии.

5. Технологии эффективной переработки твердых полезных ископаемых, включая энергосберегающую комплексную переработку труднообогатимого природного и техногенного минерального сырья с высокой степенью концентрации минеральных комплексов.

5.1 Разработка специальных методов анализа механизма межфазных взаимодействий при раскрытии и разделении минеральных комплексов в силовых полях.

5.2 Разработка природно-технических систем комплексного освоения месторождений твердых полезных ископаемых.

5.3 Разработка технологий разрушения горных пород и дезинтеграции минеральных комплексов на основе сложных и комбинированных энергетических воздействий.

5.4 Разработка технологий направленного модифицирования физико-химических и технологических свойств минералов.

5.5 Создание установок для разрушения горных пород путем резонансного силового, а также электроимпульсного и радиационного воздействия с целью сохранения целостного минерального компонента.

5.6 Создание установок для управления реологическими свойствами кусковой горной массы и тонкодисперсных минеральных продуктов методами вибрационной механики.

5.7 Создание установок для изменения поверхностных свойств минералов и интенсификации процесса флотации.

5.8 Разработка новых классов флотационных реагентов, обеспечивающих повышение качества извлечения частиц благородных металлов из труднообогатимых руд и техногенного сырья сложного вещественного состава на микро- и наноуровне.

5.9 Разработка методов анализа нетрадиционных форм соединений благородных металлов в новых видах минерального сырья, а также редкоземельных и редких металлов с целью создания инновационных технологий извлечения тонкодисперсных, микро- и наночастиц.

5.10 Формирование геотехнологических и геомеханических моделей безопасного освоения месторождений твердых полезных ископаемых на больших глубинах.

5.11 Создание установок на основе новых принципов сепарации руд путем использования электрических и электромагнитных полей широкого диапазона частот.

5.12 Разработка экспериментальных материалов для взрывной отбойки горной массы и управления гранулометрическим составом продуктов взрыва.

6. Использование в промышленных масштабах отходов добычи и переработки полезных ископаемых.

6.1 Формирование исследовательских моделей физико-химических закономерностей процессов извлечения ценных компонентов из продуктов сжигания углей, отходов металлургических и горно-обогатительных предприятий.

7. Экологически безопасная морская разведка и добыча различных видов минеральных ресурсов в экстремальных природно-климатических условиях Мирового океана, Арктики и Антарктики.

7.1 Разработка технологий разведки и освоения месторождений углеводородов и других полезных ископаемых на арктическом шельфе.

7.2 Формирование модели структуры ресурсного потенциала Мирового океана и морей Российской Федерации, включая шельфовые и прибрежные районы Арктики.

7.3 Исследование влияния гидрометеорологических факторов на эффективность разведки и освоения ресурсов полярных областей с учетом изменений климата.

7.4. Разработка механизмов крупномасштабной эмиссии метана на арктическом шельфе Российской Федерации и биогеохимического цикла метана в арктических морях.

7.5 Оценка обеспечения геолого-геофизических разведок, эксплуатации минеральных, углеводородных и биологических ресурсов Мирового океана.

8. Технологии сейсморазведки на акваториях, покрытых льдом.

8.1 Разработка технологии и оборудования для выявления залежей на основе пассивных сейсмических методов разведки.

9. Технологии обеспечения комплексной безопасности работ на континентальном шельфе Российской Федерации, в Арктике и Антарктике, включая мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

9.1 Формирование моделей возникновения экстремальных опасных и катастрофических явлений в Мировом океане и морях Российской Федерации и создание систем оценки их влияния на морскую деятельность и хозяйственные объекты береговой зоны.

9.2 Оптимизация морского природопользования и комплексного управления морскими и прибрежными экосистемами.

9.3 Гидрометеорологическое и геоинформационное обеспечение морской деятельности, направленное на минимизацию рисков и оптимизацию морских операций.

10. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти, в первую очередь в ледовых условиях, включая технологии обнаружения нефти подо льдом.

10.1 Разработка технологии и оборудования для эффективной защиты морской среды от антропогенных загрязнений.

10.2 Оценка процессов загрязнения с судов и создание экспериментальных образцов и прототипов систем морского экологического контроля и надзора акваторий Мирового океана и морей Российской Федерации.

11. Перспективные технологии сейсморазведки.

11.1 Разработка технологий разведки месторождений углеводородов в формате 4D с высоким разрешением и визуализацией результатов.

11.2 Разработка технологий разведки морских месторождений углеводородов в формате 3D/4D с применением подводных автономных самонаводящихся аппаратов и GPS/ГЛОНАСС навигации, в том числе для полярных условий.

11.3 Создание датчиков и многоканальных приемных устройств для подводной разведки месторождений углеводородов.

11.4 Разработка программного обеспечения для сбора и анализа больших массивов информации геологоразведки с использованием суперкомпьютеров.

12. Перспективные технологии добычи нефти и газа.

12.1 Разработка концепции интеллектуального месторождения углеводородов и необходимых технических средств для ее реализации.

12.2 Создание подводных роботизированных добычных комплексов с длительным ресурсом работы в автоматическом режиме и дистанционным управлением.

12.3 Создание технических средств для непрерывного мониторинга состояния коллекторов нефтегазовых месторождений с высокой степенью разрешения и компьютерной обработки получаемой информации с 4D-визуализацией получаемых результатов.

12.4 Разработка технологий для создания ледостойких и сейсмически устойчивых платформ для добычи углеводородов в арктических условиях.

12.5 Разработка технологий бурения скважин, вторичного вскрытия продуктивных пластов, в том числе низкой проницаемости, новых типов буровых растворов, включая полимерные.

12.6 Разработка новых вторичных и третичных методов интенсификации извлечения углеводородного сырья, в том числе высокой вязкости.

12.7 Разработка технологий добычи углеводородного сырья из нетрадиционных месторождений (газовые гидраты, нефтяные пески, высоковязкие нефти, сланцевый газ, газ угольных пластов и др.) и для аномальных условий (плотные формации, аномально высокие давления, глубокие и сверхглубокие горизонты, низкая объемная плотность ресурсов и др.)

13. Перспективные технологии добычи угля.

13.1 Разработка новых технологий геологоразведки угольных месторождений, методов математического моделирования геофизического состояния горных выработок и нового программного обеспечения.

13.2 Разработка роботизированных технологий подземной добычи угля с высокой селективностью.

13.3 Разработка скважинных технологий извлечения угля, включая подземную газификацию и гидродобычу.

13.4 Разработка эффективных технологий дегазации угольных пластов с получением угольного метана.

13.5 Разработка приборного парка для обеспечения эффективного и безопасного ведения горных работ, включая шахтные георадары, приборы непрерывного химического мониторинга атмосферы шахтных выработок и др.

14. Новые технологии глубокой переработки нефти и газового конденсата.

14.1 Разработка новых технологий, обеспечивающих достижение предельных значений глубины переработки углеводородного сырья при высоком качестве получаемых продуктов.

14.2 Оптимизация технологических схем и параметров нефтехимических производств для достижения максимальной энергетической эффективности и минимального негативного воздействия на окружающую среду.

15. Эффективные технологии использования нефтяного попутного газа.

15.1 Создание перспективного оборудования для переработки попутного газа, характеризующегося надежностью, компактностью, а также высоким уровнем автоматизации, для использования в отдаленных районах с суровыми климатическими условиями.

16. Новые технологий глубокой переработки природного газа с производством жидких моторных топлив и широкого спектра химической продукции.

16.1 Исследования, направленные на повышение комплексности использования ресурсов природного газа и глубины их трансформации.

16.2 Разработка новых технологий производства высококачественных моторных топлив из природного газа.

16.3 Разработка новых технологий производства химических продуктов (полимеров и т.д.) из природного газа.

17. Перспективные технологии глубокой переработки твердых топлив с комплексным использованием минеральной части.

17.1 Разработка новых технологий газификации твердых топлив с производством синтез-газа, выбор оптимальных параметров и конструкций основного оборудования.

17.2 Разработка новых технологий гидрогенизации и пиролиза твердых топлив, выбор оптимальных параметров и конструкций основного оборудования.

17.3 Разработка технологий производства широкого спектра продуктов из синтез-газа, выбор оптимальных параметров и конструкций основного оборудования.

17.4 Разработка оптимальных технологических схем энерготехнологических установок на основе глубокой переработки твердых топлив с производством высококачественных топлив, электроэнергии и химических продуктов.

17.5 Исследования, направленные на повышение комплексности использования потенциала твердых топлив за счет извлечения из минеральной части ценных компонентов и утилизации золы.

17.6 Формирование математических моделей для оптимизации технологических схем и параметров перспективных технологий переработки твердых топлив.

17.7 Исследование долгосрочных перспектив крупномасштабной переработки твердых органических топлив и оценка ее влияния на энергетические рынки.

17.8 Поиск и научное обоснование новых способов переработки твердых углеродсодержащих материалов различной природы и производства высококачественного топлива широкого хозяйственного назначения, обеспечивающего повышение энергоэффективности использования возобновляемых и невозобновляемых сырьевых источников и утилизацию некондиционных углеродсодержащих материалов техногенного происхождения.

18. Новые технологии эффективной транспортировки природного газа

18.1 Разработка новых технологий эффективной передачи природного газа на большие расстояния; новые методы снижения гидравлического сопротивления трубопроводов и повышения эффективности технологий компримирования.

19. Новые функциональные покрытия трубопроводов.

19.1 Разработка новых функциональных покрытий с низкой адгезией к солям жесткости, малой шероховатостью и высокими антикоррозионными свойствами для увеличения срока службы тепловых сетей и снижения их гидравлического сопротивления.

19.2 Разработка многофункциональных покрытий для повышения устойчивости сильфонных компенсаторов при транспортировании нефти и газа в экстремальных условиях Арктики и Крайнего Севера.

20. Новые мембранные материалы с заданным размером пор.

20.1 Разработка новых мембранных материалов с контролируемым размером пор для перспективных процессов разделения газов и жидкостей.

20.2 Разработка новых мембранных материалов и проводящих структур для электрохимических генераторов и аккумуляторов.

21. Новые типы катализаторов.

21.1 Поиск новых катализаторов, характеризующихся высокой селективностью, долговечностью и приемлемой стоимостью, для увеличения глубины переработки углеводородного сырья и повышения качества производимых моторных топлив.

21.2 Создание новых типов катализаторов для производства моторных топлив и широкого спектра химических продуктов на основе синтез-газа.

21.3 Разработка новых типов мембранных катализаторов для конверсии промышленных газов металлургических агрегатов и печей с получением продуктов с добавочной стоимостью.

22. Цифровые технологии в минерально-сырьевом комплексе

22.1 Создание цифровых логистических комплексов и адаптированных виртуальных тренажеров управления технологическими параметрами в условиях химически агрессивной высокотемпературной среды в химико-металлургической промышленности

22.2 Цифровые комплексы сбора информационных данных, киберзащита и оперативное управление технологическими процессами через ситуационные центры

22.3 Интеллектуальные многоуровневые системы контроля, автоматизации и многофункционального управления в минерально-сырьевом комплексе

22.4 Математическое моделирование физико-химических и технологических процессов, обеспечивающее разработку эффективных аппаратурно-технологиче-

ских решений, алгоритмов и систем управления при добыче и переработке сырья природного и техногенного происхождения применительно к минерально-сырьевому комплексу.

23. Технологии глубокой переработки металлургического сырья

23.1 Комплексная переработка сырья цветных, благородных и редких металлов с получением многофункциональной продукции с высокой добавочной стоимостью

23.2 Реализация и разработка критических технологий переработки минерального сырья с селективным извлечением редких и редкоземельных металлов.

23.3 Разработка технологии комплексной переработки крупномасштабных отходов производства минеральных удобрений нового поколения с получением товарных продуктов многофункционального назначения.

23.4 Разработка ресурсосберегающих технологий вибрационной дезинтеграции и сепарации прочного и сверхпрочного природного и вторичного минерального сырья.

23.5 Создание новых типов многофункциональных материалов и композиционных сплавов с использованием редких и редкоземельных металлов.

23.6 Прорывные аддитивные технологии с использованием вторичного и техногенного сырья для производства новых типов продукции.

23.7 Разработка экологически безопасных комбинированных физико-технических и физико-химических технологий комплексной переработки руд при селективном концентрировании металлов и их соединений.

