

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт земной коры Сибирского отделения
Российской академии наук



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЗК СО РАН

чл.-корр. РАН Гладкочуб Д.П.

13.01.2022 г.



ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ
Института земной коры СО РАН
на период 2022-2026 гг.

(рассмотрена на заседании Ученого совета 13.01.2022 г.)

Иркутск, 2022

Оглавление

Оглавление.....	2
1. Основание разработки Программы развития.....	3
2. Основные цели и предмет деятельности научной организации.....	3
3. Исследовательская программа.....	4
3.1. Общая информация об исследовательской программе.....	4
3.2. Цели и задачи исследовательской программы.....	5
3.3. Приоритетные исследовательские проекты.....	6
3.4. Главные результаты реализации исследовательской программы.....	9
3.5. Краткое описание и ключевые характеристики ожидаемых результатов реализации исследовательской программы по выполняемым в институте проектам	12
3.6. Сегменты рынка и области науки, на которые ориентированы результаты исследовательской программы	15
3.7. Потенциальные потребители результатов исследований по исследовательским проектам.....	18
3.8. Новизна и исключительность, оценка конкурентоспособности на национальном и мировом уровне, влияние на политику импортозамещения, а также на развитие областей российской науки.....	21
3.9. Кооперация с российскими и международными организациями.....	28
3.10. Направления комплексных исследований, планируемые для разработки в долгосрочной перспективе.....	29
4. Инновационный и кадровый потенциал.....	31
4.1. Развитие инфраструктуры исследований и разработок.....	31
4.1.1. Развитие инновационной инфраструктуры.....	31
4.1.2. Развитие приборной базы и оборудования.....	38
4.2. Кадровое развитие и образовательная деятельность.....	43
5. Резюме.....	46

1. Основание разработки Программы развития

Цели, задачи и мероприятия Программы развития Института земной коры СО РАН связаны и вытекают из следующих государственных документов и программ:

- «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (указ № 642 от 01.12.2016г.);
- ежегодного послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации;
- «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации»;
- «Прогноза научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочный и среднесрочный период»;
- «Стратегии инновационного развития Российской Федерации»;
- «Перечня приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации» и «Перечня критических технологий Российской Федерации»;
- мероприятий Государственных программ Российской Федерации, являющихся источниками финансирования реализации Программы развития в части бюджетных ассигнований;
- «Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук».

2. Основные цели и предмет деятельности научной организации

Целью деятельности Института земной коры СО РАН является получение и систематизация новых знаний в области геологии, геофизики, гидрогеологии и инженерной геологии, способствующих технологическому, экономическому, социальному развитию России в целом и Восточной Сибири, в частности.

Предметом деятельности Института земной коры СО РАН является создание условий для выполнения актуальных фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований и разработок в области наук о Земле по основным направлениям научной деятельности учреждения, в соответствии с приоритетами развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, «Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук» и «Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации».

3. Исследовательская программа

3.1. Общая информация об исследовательской программе

Институт земной коры был организован в феврале 1949 г. для изучения геологии, минеральной базы и инженерно-геологических условий Восточной Сибири. В течение десятков лет он формировался как многопрофильное геологическое учреждение, в котором зародились и успешно развиваются научные школы, созданные выдающимися учеными: чл.-корр. Н.А. Флоренсовым (неотектоника и геоморфология), чл.-корр. М.М. Одинцовым (поисковая геология), чл.-корр. В.П. Солоненко (сейсмогеология, инженерная геология), чл.-корр. Е.В. Пиннекером (гидрогеология), академиком Н.А. Логачевым (неотектоника, геология кайнозоя), академиком Ф.А. Летниковым (флюидный режим литосферы), чл.-корр. Е.В. Складчиковым (петрология, палеогеодинамика), д.ф.-м.н. профессором А.А. Тресковым (сейсмология).

В настоящее время ФГБУН Институт земной коры СО РАН – комплексное научно-исследовательское учреждение, сотрудники которого, основываясь на изучении базового региона – Центральной Азии, получают результаты фундаментального и прикладного характера. Исследования проводятся в рамках двух главных (геологического и геофизического) научных направлений: 1) внутреннее строение, палеогеодинамика,

эндогенные процессы и флюидодинамика континентальной литосферы; 2) современная эндо- и экзогеодинамика, геологическая среда и сейсмический процесс, ресурсы, динамика подземных вод и геоэкология.

Исследовательская программа ИЗК СО РАН рассчитана на период 2022–2026 гг. и унаследованно продолжает развивать оба направления за счет планирования двух мероприятий, первое из которых будет реализовано в области палеогеодинамики, а второе – современной геодинамики Центральной Азии. Мероприятия включают по три исследовательских проекта, посвященных, во-первых, палеогеодинамике и глубинному строению, структурно-вещественной эволюции литосферы, формированию углеводородов и подземной гидросферы осадочных бассейнов и, во-вторых, тектонофизике современных геодинамических процессов, сейсмотектонике и экзогеодинамике, новейшей геодинамике, гео- и биосферных изменениям.

3.2. Цели и задачи исследовательской программы

Цель исследовательской программы – обеспечить лидерство ИЗК СО РАН в Российской Федерации и в мире в области изучения древней и современной геодинамики, динамики подземных вод, связи геодинамических процессов и рудогенеза, а также в исследованиях опасных геологических процессов и разработке рекомендаций по минимизации ущерба от природных и техногенных катастроф для населения России и объектов промышленной и социальной инфраструктуры государства.

В ходе реализации исследовательской программы предусмотрено выполнение Институтом земной коры СО РАН государственных заданий по приоритетным направлениям научной деятельности и получение фундаментальных знаний с акцентом на их практическое применение для поиска месторождений полезных ископаемых и подземных вод, а также для

разработки прогноза природных и техногенных катастроф для районов повышенной сейсмической активности.

Главные задачи программы:

- 1) выполнить исследования по актуальным направлениям наук о Земле, касающимся палеогеодинамики и глубинного строения Азии как основы металлогенического прогноза и поиска месторождений полезных ископаемых (алмазы, золото, углеводородное сырье и др.);
- 2) выполнить исследования по перспективным направлениям тектонофизики новейших и современных геодинамических процессов как основы прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

3.3. Приоритетные исследовательские проекты

Реализация программы предполагает выполнение исследований по пяти базовым научным проектам, сгруппированным в два основных направления (мероприятия). Названия проектов, а также их соответствие приоритетным направлениям фундаментальных исследований государственных академий наук и критическим технологиям Российской Федерации представлены в табл. 1.

Таблица 1

Общая характеристика приоритетных исследовательских проектов

№	Название	Приоритетное направление	Критические технологии
<i>Мероприятие 1</i>			
1	Палеогеодинамика Сибирского кратона и	1.5.2.1. Эволюция Земли в процессе ее	- технологии поиска, разведки, разработки

	Центрально-Азиатского складчатого пояса (121042900203-6)	геологический истории; ранняя история Земли	месторождений полезных ископаемых и их добычи
2	Магматизм и рудогенез в структурах Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса (121050400020-9)	1.5.3.1. Магматические, метаморфические и минералообразующие системы и их эволюция	- технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи
3	Фундаментальные проблемы формирования осадочных бассейнов, залежей углеводородов и подземной гидросферы Восточной Сибири (121042700218-2)	1.5.2.2. Литология; палеонтология, стратиграфия и геологическая корреляция	- переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии
<i>Мероприятие 2</i>			
4	Современная геодинамика, механизмы деструкции литосферы и опасные геологические процессы в Центральной Азии	1.5.1.6. Изучение и прогнозирование катастрофических явлений (землетрясения, извержения вулканов,	- технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

	(121041600031-1)	цунами); оценки сейсмической, вулканической и цунами опасности	- технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения; - технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи
5	Геофизические поля как источник информации о строении и вещественном составе недр Центральной Азии (121042700217-5)	1.5.1.2. Геофизические поля; модели строения и эволюции Земли и планет. Морская геофизика	- технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; - технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения

3.4. Главные результаты реализации исследовательской программы

В рамках мероприятия 1 предполагается на базе комплексных геолого-геофизических и гидрогеологических исследований получить следующие результаты:

1) качественно обоснованные принципиальные закономерности тектонического строения, глубинной структуры и истории геодинамического развития зон перехода от древнего Сибирского кратона к складчатым областям Неогея (для региона в целом);

2) актуальные модели состава, строения и эволюции литосферной мантии Сибирского кратона, формирования алмазов, генерации, эволюции и кристаллизации мантийных расплавов (кимберлитовых и др.), и структурного контроля локализации кимберлитовых трубок;

3) надежно обоснованные критерии для проведения регионального и локального металлогенического прогноза и обоснования основных направлений поисковых работ на алмазы и редкие, стратегические и благородные металлы.

4) реконструкции важнейших обстановок седиментогенеза, особенностей формирования коллекторов и очагов нефтегазогенерации в рифее-фанерозое, геолого-геохимическое обоснование нефтегазового потенциала осадочных бассейнов, выделение крупных гидрогеохимических провинций, создание теоретических моделей эволюции подземной гидросферы в различных климатических и геодинамических условиях;

5) палеогеографические условия формирования угольных месторождений и стратиграфическое обоснование их расположения;

В рамках мероприятия 2 предполагается на базе геолого-геофизических и инженерно-геологических исследований в Центральной Азии и смежных регионах получить следующие результаты:

1) обоснование механизмов разрывообразования в реологически расслоенной коре и оценка их влияния на режим дегазации разломно-блоковых структур Сибири;

2) оценки скорости современных и голоценовых движений по главным активным разломам Байкало-Монгольского региона и типовые модели развития рельефа в позднеплейстоцен-голоценовое время на базе реконструкции палеогеографических обстановок в районах проявления активной тектоники;

3) обоснование будущих эволюционных и катастрофических изменений с выделением трендов вероятного развития опасных природных процессов в литосфере Центральной Азии на основе комплексного анализа геологических данных и результатов деформационного и гидрогеохимического мониторинга активных разломов;

4) комплексная геоэкологическая оценка крупных региональных природно-технических систем Прибайкалья

5) детализация глубинного строения, вариаций анизотропных свойств и характера затухания сейсмических волн в земной коре и верхней мантии Центральной Азии на базе комплексного анализа сейсмологических, гравиметрических, магнитометрических, электроразведочных и геотермических данных;

6) карты, схемы и геодинамические модели, отражающие современные сеймотектонические и упругие деформации литосферы Байкало-Монгольского региона;

7) статистически обоснованные закономерности литосферно-атмосферно-ионосферных связей и возмущений при реализации землетрясений в Байкальской рифтовой системе;

8) основные закономерности релаксационных афтершоковых процессов в литосфере Байкало-Монгольского региона;

9) количественная оценка главных характеристик и параметров сейсмических колебаний при сильных землетрясениях слоев мерзлых грунтов, обязанных изменению их температуры под воздействием климата и техногенеза на различных масштабных уровнях;

10) оценка сейсмического риска территорий в системе природных и градостроительных условий Байкальского региона.

В итоге исследований по программе будут получены фундаментальные знания по глубинному строению литосферы Сибири, по палеогеодинамике, новейшей и современной эндо- и экзогеодинамике Центральной Азии, выявлены геодинамические факторы, контролирующие размещение месторождений полезных ископаемых (в том числе углеводородов) в строго определенных структурах земной коры. В качестве прикладной составляющей будут выявлены критерии, позволяющие прогнозировать площади, перспективные на поиски месторождений алмазов, золота, стратегических металлов, углеводородов, пресных и минеральных подземных вод в Восточной Сибири. Кроме этого, прикладное значение и высокую востребованность в экономике государства будут иметь выявленные закономерности протекания опасных геологических процессов, представляющие теоретическую основу для создания в данном регионе систем защиты от катастрофических явлений природного и техногенного происхождения (сейсмобезопасность, селеопасность, радоноопасность и др.).

Достижение обозначенных выше целей позволит Институту земной коры СО РАН существенно укрепить свой статус в международном научном сообществе, повысить конкурентоспособность при проведении исследований фундаментального и прикладного характера в области наук о Земле, а также обеспечит его значительный вклад в развитие экономики региона и Российской Федерации в целом.

3.5. Краткое описание и ключевые характеристики ожидаемых результатов реализации исследовательской программы по выполняемым в институте проектам

В итоге реализации пяти исследовательских проектов предполагается получить следующие главные результаты (нумерация приводится в соответствии с табл. 1).

Проект 1. Палеогеодинамика Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса.

Проект 2. Магматизм и рудогенез в структурах Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса.

1. Дать комплексную характеристику глубинных и поверхностных факторов, определяющих проявление различных типов магматизма и сопряженных с ними процессов рудообразования в структурах Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса.

2. Выявить общие закономерности структурного контроля среднепалеозойского кимберлитового магматизма Сибирского кратона.

3. Провести геолого-минералогическое районирование алмазоносных территорий юго-западной части Сибирского кратона и предложены направления дальнейших поисковых работ

4. Построить обобщенную модель эволюции термального режима Сибирского кратона.

5. Реконструированы возрастные рубежи формирования щелочных ультраосновных пород в пределах юга Сибирского кратона.

6. Дать сравнительную характеристику коренных золоторудных месторождений, формировавшихся в различных обстановках Центрально-Азиатского складчатого пояса.

7. Разработать проект и изготовить опытный образец обогатительной установки для извлечения золота с гибкой схемой обогащения и провести испытания.

Проект 3. Фундаментальные проблемы формирования осадочных бассейнов, залежей углеводородов и подземной гидросферы Восточной Сибири.

1. Планируется выявить важнейшие этапы эволюции осадочных бассейнов Восточной Сибири в различных геодинамических условиях, выполнить литостратиграфическую, биостратиграфическую, магнитостратиграфическую корреляцию фанерозойских осадочных толщ.

2. Реконструировать условия формирования сложных природных хранилищ углеводородов, обосновать закономерности их локализации в южной части Сибирского кратона и области сочленения с краевыми прогибами. Предполагается построение моделей последовательности формирования углеводородных месторождений.

3. Выявить особенности формирования подземных вод различных геохимических типов с использованием передовых методов изотопной гидрогеохимии, газовой хроматографии и численного физико-химического моделирования, создать принципиальные модели месторождений пресных, минеральных и промышленных подземных вод.

Проект 4. Современная геодинамика, механизмы деструкции литосферы и опасные геологические процессы в Центральной Азии.

1. Планируется выявить на основе тектонофизического подхода базовые механизмы деструкции литосферы Центральной Азии и их связи с проявлениями опасных геологических процессов, установить закономерности сейсмических активизаций в литосфере Байкало-Монгольского региона по данным деформационного и гидрогеохимического мониторинга, определить общие тренды газовых эманаций в Прибайкалье и их закономерные нарушения в периоды всплесков сейсмической активности.

2. Будут обобщены данные о кинематике активных разломов и позднекайнозойском напряженном состоянии земной коры Монгольского Алтая, дана палеосейсмическая характеристика разломов Забайкалья с оценкой скоростей смещения, составлен унифицированный каталог очаговых параметров сильных землетрясений и палеосейсмодислокаций Восточной Сибири в формате геоинформационных систем, разработана модель пространственно-временных соотношений современных деформаций и сейсмической активности в Байкало-Монгольском регионе.

3. Будут установлены актуальные геоэкологические обстановки в различных природно-климатических условиях Байкало-Монгольского региона, выявлены наиболее значимые региональные причины и факторы, определяющие степень опасности экзогенных процессов, а также выделены ключевые показатели реакции геологической среды на воздействие природно-техногенных факторов в Прибайкалье.

Проект 5. Геофизические поля как источник информации о строении и вещественном составе недр Центральной Азии.

1. Будут уточнены фундаментальные представления по глубинному строению и напряженно-деформированному состоянию литосферы Байкало-Монгольского региона, выявлены основные критерии критических состояний и переходов, в результате которых происходят сейсмические активизации и сильные землетрясения.

2. Планируется разработать модели динамики полей напряжений и упругих деформаций в очаговых зонах до и после сильных землетрясений. В рамках нелинейной геодинамики литосферы будет предложена базовая модель афтершокового процесса. По совокупности геофизических и сейсмологических наблюдений будут выявлены главные закономерности и особенности литосферно-атмосферно-ионосферных связей как отклика на землетрясения.

Результаты исследований планируется опубликовать в высокорейтинговых журналах и монографиях, оформить в виде патентов и свидетельств на компьютерные программы, представить в виде новых технологий поиска месторождений минерального сырья и прогноза катастрофических проявлений опасных геологических процессов.

3.6. Сегменты рынка и области науки, на которые ориентированы результаты исследовательской программы

Исследования, представленные в программе, относятся к приоритетному направлению «Рациональное природопользование». Их теоретические результаты ориентированы на такие фундаментальные области мировой науки, как геодинамика, сейсмология, геология полезных ископаемых, геоэкология. Практические результаты исследований могут быть применены в различных социальных сферах для учета природных рисков и катастроф, а также развития материально-сырьевой базы России.

В перечне критических технологий Российской Федерации, утвержденном Указом Президента РФ от 7 июля 2011 года № 899, результаты исследовательской программы относятся к 1) технологиям предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; 2) технологиям мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения; 3) технологиям поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи; 4) переходу к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышению эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формированию новых источников, способов транспортировки и хранения энергии. Приоритеты в прикладных направлениях, намеченных исследовательской программой, состоят в следующем:

- изучении потенциальной алмазоносности юга Сибирского кратона;
- изучении докембрийского нафтидогенеза (с исследованием вещественного и изотопного состава углеводородов);
- разработке рекомендаций по поиску, разведке и отработке месторождений полезных ископаемых;
- тектонофизическом анализе уникальной геолого-геофизической информации (в т.ч. данные 3D сейсмо- и электроразведки), накопленной производственными организациями при разведке месторождений углеводородного сырья на территории Сибири;
- изучении гидроминеральных ресурсов Восточной Сибири (минеральных, термальных и промышленных подземных вод);
- поиске альтернативных источников питьевого и хозяйственного водоснабжения для населенных пунктов и промышленных объектов Восточной Сибири;
- поиске месторождений подземных вод, используемых для поддержания пластового давления при разработке месторождений нефти и газа;
- изучении фанерозойских отложений Восточной Сибири и поиске месторождений осадочных полезных ископаемых;
- геоэкологических и инженерно-геологических исследованиях опасных геологических процессов;
- поиске разнотипных предвестников опасных землетрясений Прибайкалья на базе данных комплексного геодинамического мониторинга;
- инженерно-сейсмологическом мониторинге поведения грунтов при слабых и сильных землетрясениях на территориях городов и критически важных промышленных объектов, расположенных в различных сейсмоклиматических зонах Байкальского региона;

- разработке комплекса мероприятий, обеспечивающих повышение сейсмостойкости жилых домов, зданий и сооружений в системе природных и градостроительных условий Байкальского региона.

Масштабирование результатов исследовательской программы позволит создать для региона новые сегменты рынка, связанные с тремя главными разработками.

1. Технология извлечения тонкодисперсного золота, разрабатываемая под патронажем ИЗК СО РАН, направлена на повышение эффективности отработки россыпных золотосодержащих месторождений. Она позволит отрабатывать месторождения с повышенным содержанием мелкого золота и вовлечь в массовую отработку отвалы золотодобычи прошлых лет (техногенные месторождения). Ресурсный потенциал техногенных месторождений Иркутской области оценивается примерно в 200 т, что является существенным резервом для повышения минерально-сырьевой базы россыпного золота.

2. Открытие сотрудниками ИЗК СО РАН на территории Иркутской области четырех новых россыпепроявлений алмазов с широким спектром минералов-спутников дает основание рассчитывать на обнаружение в ближайшей перспективе коренного месторождения. ИЗК СО РАН в 2016 г. оформил лицензию от ОАО «Росгеология» на выполнение поисковых работ. Их успешное завершение позволит Иркутской области, вслед за Якутией и Архангельской областью, стать третьим алмазодобывающим регионом страны. Сотрудники ИЗК также ведут комплексные научно-фундаментальные исследования известных проявлений коренной (Ингашинское лампроитовое поле) и россыпной алмазоносности юга Сибирского кратона. Понимание процессов, которые привели к образованию этих алмазопроявлений, будет способствовать актуализации подходов к алмазопосиковым работам в регионе.

3. Создание сотрудниками ИЗК СО РАН новой стратегии региональных нефтегазопроисловых геолого-геофизических исследований в Иркутской области позволит развернуть работы по обнаружению новых месторождений в пределах краевых прогибов юга Сибирской платформы. Реализация этой стратегии даст возможность подготовить и вовлечь в поисково-разведочный этап дополнительные перспективные площади, располагающиеся в Прибайкалье.

Кроме экономического эффекта и расширения минерально-сырьевой базы России в части золота, алмазов и углеводородов, успешная реализация перечисленных разработок окажет положительное влияние на решение многих социальных задач в Иркутской области. Сохранение и развитие добычи углеводородов и россыпного золота, а в перспективе – и алмазодобычи позволит снизить социальную напряженность в районах производства работ. Повысится налогооблагаемая база за счет полезных ископаемых, дополнительно извлеченных из недр, т.е. налог на добычу полезных ископаемых, социальные отчисления на фонд оплаты труда и отчисления в пенсионный фонд, налог на прибыль и т.д. Закономерно увеличится количество рабочих мест, снизится отток коренного населения в центральные районы России. Все это в целом приведет к интенсификации социально-экономического развития Иркутской области.

3.7. Потенциальные потребители результатов исследований по исследовательским проектам

Результаты исследований по программе будут востребованы в различных областях экономики и социальной сферы России. Их потенциальными потребителями являются государственные структуры и учреждения федерального и регионального уровня, а также частные компании различного профиля.

Среди государственных структур это, прежде всего,

- Министерство образования и науки (М-1);
- Министерство строительства и дорожного хозяйства (М-2);
- Министерство природных ресурсов и экологии (М-3);
- Министерство имущественных отношений (М-4);
- Министерство чрезвычайных ситуаций (М-5);
- Земельно-кадастровые органы (М-6);
- Правоохранительные органы (М-7);
- Страховые корпорации (М-8).

Среди предприятий и учреждений основными заказчиками результатов исследований по программе являются:

- проектно-изыскательские предприятия и учреждения, выполняющие работы по разведке, добыче полезных ископаемых и освоению перспективных территорий (П-1);

- предприятия, эксплуатирующие крупные природно-технические объекты высокого класса ответственности (водохранилища, городские и промышленные агломерации, нефте- и газопроводы, железная дорога и другие линейные сооружения) (П-2);

- природоохранные органы, осуществляющие контроль и надзор за состоянием геологической среды (П-3);

- водные бассейновые управления (П-4).

В табл. 2 по каждому из исследовательских проектов представлены основные потребители результатов работ, согласно обозначениям, показанным для них выше.

Таблица 2

Потенциальные потребители результатов исследований по проектам

№	Название	Вероятные потребители результатов	Заказчики работ, выполненных по близкой тематике в прошлые годы
<i>Мероприятие 1</i>			
1	Палеогеодинамика Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса (121042900203-6)	М-1, М-3, М-5, П-1, П-2, П-3	Геофизическая служба РАН, АК «АЛРОСА» (ПАО), ОАО «Росгеология», ПАО «Газпром», «Роснефть», «Газпромнефть», «Полиметалл», «Полюс» и др.
2	Магматизм и рудогенез в структурах Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса (121050400020-9)	М-1, М-3, М-6, П-1, П-3	АК «АЛРОСА» (ПАО), ОАО «Росгеология», Иркутский филиал ООО «Геологоразведка» холдинга «Siberian Diamonds Ltd» и др.
3	Фундаментальные проблемы формирования	М-1, М-3, М-5, П-1, П-2, П-3, П-4	Росгеология ООО "Иркутская нефтяная компания",

	осадочных бассейнов, залежей углеводородов и подземной гидросферы Восточной Сибири (121042700218-2)		ПАО "Верхнечонскнефтегаз", ИФ "Роснефтьбурение", АК "АЛРОСА" (ПАО), ПАО "ГАЗПРОМ" и др.
<i>Мероприятие 2</i>			
4	Современная геодинамика, механизмы деструкции литосферы и опасные геологические процессы в Центральной Азии (121041600031-1)	М-1, М-2, М-3, М-5, М-8, П-1, П-2, П-3	ОАО «РЖД», АК «АЛРОСА» (ПАО), «Газпром» и др.
5	Геофизические поля как источник информации о строении и вещественном составе недр Центральной Азии (121042700217-5)	М-1, М-2, М-3, М-4, М-5, М-6, М-7, М-8, П-1, П-2, П-3, П-4	Геофизическая служба РАН, АК «АЛРОСА» (ПАО), ОАО «РЖД» и др.

3.8. Новизна и исключительность, оценка конкурентоспособности на национальном и мировом уровне, влияние на политику импортозамещения, а также на развитие областей российской науки

Результаты исследований, представленные в программе, в подавляющем большинстве отличаются новизной, поскольку получены в процессе комплексных геолого-геофизических работ с применением

современных методик и на примере обширного региона – Восточной Сибири, характеризующегося уникальной геологией. На уровне разработок фундаментального характера к таким результатам относятся:

- изучение процессов эволюции подземной гидросферы осадочных бассейнов Восточной Сибири на основе комплексного изучения химического, изотопного и газового составов различных типов подземных вод.

- изучение пространственно-временных закономерностей формирования отложений осадочных бассейнов в разных геодинамических условиях Восточной Сибири на основе их комплексного изучения их состава, свойств, определения возраста.

- эволюция бассейнов, стратиграфия, палеогеография, палеоклиматы, природные рубежи.

1) палеогеодинамические реконструкции этапности формирования Сибирского кратона и его трансформации в Сибирский континент (в палеозое – мезозое) за счет аккреционно-коллизийных процессов и геодинамический контроль размещения месторождений полезных ископаемых в литосфере древних кратонов и складчатых поясов;

- Комплексные исследования фундаментальных проблем магматизма и связанного с ним рудогенеза, сочетающие минералого-петрологические и геолого-структурные подходы, с целью создания научно-методических основ прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых в структурах Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса, оценки минерально-сырьевых ресурсов, разработки оптимальных способов отработки месторождений (в том числе в сложных горно-геологических условиях);

2) реконструкция обстановок кайнозойского вулканизма и седиментации в Байкальской рифтовой зоне и на сопредельных территориях Центральной Азии;

3) реконструкции позднеплейстоценовых-голоценовых катастрофических событий в Прибайкалье на базе комплексного изучения донных отложений озер и торфяников;

- дополненные модели поля скоростей современных горизонтальных движений и деформаций в сейсмоактивных регионах Центральной Азии;

- разработка тектонофизической модели строения осадочного чехла на месторождениях Сибири с трудноизвлекаемыми запасами углеводородов;

- реконструкции сейсмотектонических деформаций земной коры по геологическим и сейсмологическим данным в геодинамически активных зонах Монголо-Байкальского региона;

- разработка и научное обоснование комплексного геофизического подхода к изучению поверхностных криогенных форм рельефа Арктики и их связи с флюидодинамическими процессами.

Перечисленные результаты внесут существенный вклад в развитие областей науки, профильных для Института земной коры СО РАН: палеогеодинамики (1), петрологии (2), неотектоники (3), современной геодинамики (4, 5), тектонофизики и геологии полезных ископаемых (6), гидрогеологии (7), литологии (8), стратиграфии (9), палеогеографии (10).

К результатам прикладного характера, ориентированным на поиски месторождений полезных ископаемых и предотвращение чрезвычайных ситуаций природного характера, относятся:

- разработка сценариев вероятного развития опасных экзогенных процессов в Прибайкалье;

- унифицированный каталог очаговых параметров сильных землетрясений и палеосейсмодислокаций Восточной Сибири;

- прогноз сейсмических воздействий сильных землетрясений на здания и сооружения Байкальского региона в условиях деградации мерзлоты под воздействием климата и техногенеза;
- разработка принципов адаптации метода оценки сейсмического риска к условиям Ангара-Енисейского макрорегиона;
- разработка комплексной методики выявления геохимических индикаторов климатических и тектонических процессов для изучения осадочных пород и отложений озер, рек, селевых и других катастрофических водных потоков;
- разработка инновационного прогнозно-поискового комплекса, нацеленного на выявление коренных и россыпных месторождений алмазов с учетом сложных геолого-ландшафтных условий закрытых территорий Сибирского кратона;
- разработка современных методик разведки россыпных и переоценки техногенных месторождений золота на базе созданной технологии извлечения его тонкодисперсной фракции;
- обоснование геологического доизучения краевых прогибов Иркутской области, перспективных для поисков углеводородного сырья;
- создание технологий извлечения полезных компонентов из месторождений различного типа (в том числе нетрадиционных и с трудноизвлекаемыми запасами) с использованием экологически чистых методов обогащения;
- региональные оценки геологических и извлекаемых запасов солей и ценных компонентов (лития, брома и др.) в уникальных рассолах Сибирской платформы;
- создание аппаратно-программного электроразведочного комплекса «Марс» для использования в поиске и разведке месторождений твердых и жидких полезных ископаемых, а также при решении инженерных и изыскательских задач в условиях вечной мерзлоты;

- создание методики поиска близповерхностных газогидратов и зон разгрузки углеводородных газов на основе геотермических данных.

Большая часть результатов прикладного характера ориентирована на развитие минерально-сырьевой базы России в части пополнения и воспроизводства запасов золота, алмазов, нефти, природного газа, лития, брома и др. Кроме того, прикладные исследования ориентируются на минимизацию последствий проявления опасных геологических процессов и, прежде всего, землетрясений. Благоприятные условия применения разработанных методик, в т.ч. государственная поддержка их практической реализации, будут способствовать устойчивому развитию экономики России.

По предварительным подсчетам ресурсный потенциал техногенных месторождений золота, извлекаемого при помощи разработанной методики, только в Иркутской области оценивается в 200 т. Существует высокая вероятность обнаружения нескольких коренных месторождений алмаза в ходе реализации запланированных в программе геологоразведочных работ на Удинской площади в Присяянье. Успешное развитие намеченных нефтегазопроисловых работ в перспективе обеспечит необходимые темпы поставок нефти и газа в системы магистральных трубопроводов «Восточная Сибирь – Тихий океан» и «Сила Сибири», а также будет способствовать удовлетворению внутренних экономических интересов Иркутской области. Полученные по программе оценки запасов ценных компонентов в рассолах Сибирской платформы могут служить основанием для реализации политики импортозамещения в плане лития, т.к. его извлечение из этих рассолов отличается существенно меньшей стоимостью в сравнении с карбонатом лития, импортируемым в настоящее время из Чили.

Представленные результаты свидетельствуют о высокой конкурентоспособности коллектива Института земной коры СО РАН на национальном и мировом уровне при проведении исследований по палеогеодинамике и современной геодинамике литосферы Центральной

Азии и смежных регионов. При этом выделяются следующие главные конкурентные преимущества ИЗК СО РАН.

А. Новизна и в ряде случаев уникальность результатов исследований.

Б. Сбалансированность фундаментальных и прикладных разработок, проявляющаяся в сочетании 1) исследований по палеогеодинамике и глубинному строению Сибирского кратона и его складчатого окружения с решением вопросов поиска и извлечения полезных ископаемых, 2) исследований по современной геодинамике тектонически активной Байкало-Монгольской области с решением задач прогноза и защиты от природных ситуаций чрезвычайного характера (землетрясения, сели, оползни и др.).

В. Многоцелевой характер организации института с активно развивающимися научными школами, позволяющий равноценно исследовать один объект (процесс, явление или структуру) специалистами по геодинамике, петрологии, геофизике, гидрогеологии и инженерной геологии, что отражено в исследовательской программе в отношении древнего Сибирского кратона и современной тектонически активной структуры Байкальского рифта.

Г. Кооперация в ходе решения поставленных задач с зарубежными исследовательскими центрами, институтами СО РАН и РАН (см. ниже), а также иркутскими вузами (ИГУ и ИРНИТУ), в которых организованы две совместные кафедры и одна научно-исследовательская лаборатория.

Д. Использование комплекса новейших методов геологических исследований, ряд которых будет модифицирован в ходе работ по программе для достижения запланированных результатов.

Е. Уникальная приборная база, позволившая в 2015 году организовать на базе ИЗК СО РАН Центр коллективного пользования "Геодинамика и геохронология", в котором ключевым оборудованием являются масс-спектрометры ARGUS VI и Finnigan MAT262 для проведения изотопных исследований, спектрометры S8 TIGER и S2 PICOFOX для реализации рентгеновских методов, атомно-абсорбционный спектрофотометр SOLAAR

М и три спектрофотометрических комплекса Genesys 10S для проведения химического анализа и другие.

Ж. Обширный фактический материал структурно-вещественного содержания по югу Восточной Сибири и Монголии, существенная часть которого представлена в электронных базах данных, доступна в интерактивном режиме и управляется специализированными ГИС.

З. Создание в Прибайкалье пилотной сети полигонов комплексного мониторинга опасных геологических процессов и соответствующей инфраструктуры для сбора, хранения и первичной обработки данных.

Конкурентные преимущества позволяют Институту земной коры СО РАН получать стабильно высокие результаты в рамках двух главных направлений научной деятельности. В течение последних 10 лет он постоянно занимал первые и вторые места в рейтинге институтов Отделения наук о Земле СО РАН. Более десятка научных сотрудников по наукометрическим показателям конкурируют с ведущими учеными мира. Институт успешно вписывается в современную систему финансирования российской науки, о чем свидетельствует получение небольшими исследовательскими коллективами, с одной стороны, грантов РНФ, а с другой – емких хозяйственных договоров с производственными компаниями (АК «АЛРОСА» (ПАО), «Газпром» и др.)

В настоящее время Институт земной коры СО РАН представляет комплексное активно развивающееся научное учреждение, которое может успешно конкурировать с однопрофильными институтами в России. Реализации его пятилетней исследовательской программы будет способствовать повышению авторитета российской науки на международном уровне.

3.9. Кооперация с российскими и международными организациями

Институт земной коры СО РАН многие годы поддерживает тесные научные связи с рядом российских и зарубежных организаций, специалистов из которых планируется привлечь к работе на отдельных этапах реализации исследовательской программы. Прежде всего, это научные коллективы из институтов Российской академии наук (города Москва и Санкт-Петербург), а также ее Сибирского (города Барнаул, Новосибирск, Томск, Тюмень, Улан-Удэ, Чита и Якутск), Дальневосточного (города Благовещенск, Владивосток и Хабаровск) и Уральского (города Екатеринбург, Пермь) отделений. Тесное сотрудничество будет реализовано с вузами Иркутска (ИГУ, ИРНИТУ и др.) и других городов России (Москва, Нерюнгри, Новосибирск, Казань и Санкт-Петербург, Томск, Тюмень, Барнаул).

Поддержание международного уровня исследований в институте невозможно без развития научной кооперации с ведущими зарубежными научными центрами и организациями. Из международных научных коллективов наиболее тесные связи будут поддерживаться с партнерами по исследованию геодинамики Центральной Азии. Это Институт астрономии и геофизики Академии наук Монголии (г. Улаанбаатар), а также научные коллективы разной ведомственной принадлежности из ряда городов Китая (Пекин, Ченду, Юхань и др.). Отдельные виды исследований потребуют продолжения совместных работ с научными коллективами из Великобритании, Италии, Казахстана, Канады, Польши, США, Австралии, Франции и других стран.

Институт регулярно организует международные и всероссийские конференции (2-3 в год), что позволяет на высоком уровне апробировать новые результаты исследований, обмениваться опытом, налаживать новые контакты и выдвигать новые совместные исследовательские проекты.

Важнейшим приоритетом исследовательской программы является поддержка участия не только ведущих, но и молодых научных сотрудников в международных научных проектах, публикациях, совещаниях, экспедициях и других формах развития международной научной деятельности.

3.10. Направления комплексных исследований, планируемые для разработки в долгосрочной перспективе

Долгосрочная перспектива фундаментальных исследований Института определяется разработкой единой темы: «Геодинамика областей перманентной тектономагматической активности (на примере юге Восточной Сибири): фундаментальные закономерности и практические приложения». Развитие этой темы, наряду с выполнением плановых заданий, представленных в основной части исследовательской программы, предполагает открытие в Институте новых перспективных тематик:

- геологическая эволюция системы вода-порода, направленность и кинетика взаимодействия горных пород с подземными водами (совместно с ИНГГ СО РАН, НГУ, ТПУ).

- седиментогенез, литогенез, экзогеодинамика, палеогеография осадочных бассейнов Восточной Сибири (совместно с ИГУ, ИРНИТУ, ИНГГ СО РАН)

- 1) геодинамический контроль размещения и особенности формирования крупных и уникальных месторождений полезных ископаемых: алмазов, золота, редких и редкоземельных металлов и др. (совместно с ИГМ СО РАН);

- 2) изучение докембрийского нефтидогенеза (с исследованием вещественного и изотопного состава углеводородов) (совместно с ИНГГ СО РАН и ИГХ СО РАН);

3) термохронология с использованием U-Th-Pb-He метода для датирования неотектонических событий, определения возраста поднятия к поверхности магматических интрузий (и кимберлитовых тел), фиксации начала процессов диагенеза, сопряженного как с формированием низкотемпературных рудных месторождений, так и с преобразованием углеводородного вещества (кероген – нефть – газ) в осадочных бассейнах (совместно с ИГМ СО РАН, ИНГГ СО РАН);

- создание тектонофизического подхода к исследованию зонно-блоковой структуры и напряженного состояния земной коры нефтегазоносных регионов Сибири;

- разработка фундаментальных основ прогноза землетрясений в Байкальской рифтовой системе на базе комплексного геодинамического мониторинга;

- комплексные исследования динамики сейсмотектонических процессов с целью оценки сейсмической опасности зон активных разломов Южной Сибири и Забайкалья;

- развитие современных глубинных и малоглубинных методов электроразведки, позволяющих в комплексе с сейсмическим зондированием исследовать строение коры и мантии юга Восточной Сибири и смежных регионов, как основы создания разномасштабных моделей эндо- и экзогеодинамики региона;

- оценка термического состояния земных недр Байкальского рифта и прилегающих территорий комплексом геофизических методов: а) по геотермическим данным, б) по данным о распределении глубин очагов землетрясений, в) по данным о толщине магнитоактивного слоя земной коры;

5) развитие комплекса петрофизических исследований, позволяющих на современном уровне осуществлять интерпретацию палеомагнитных данных и других геофизических материалов;

б) пространственно-временной анализ природных опасностей в прошлом, настоящем и будущем на базе геологических, палеонтологических, геоархеологических данных, исторического и инструментального мониторинга на фоне меняющейся космической погоды (совместно с СИФИБР СО РАН и ИГУ).

Требует отдельного внимания развитие междисциплинарных научных исследований, прежде всего с применением современных вычислительных технологий, обеспечивающих ускоренное получение результатов по приоритетным направлениям научной деятельности института. Среди них:

- расчет сценариев развития опасных геологических процессов с использованием суперкомпьютеров;
- тектонофизические эксперименты на базе применения высоких компьютерных технологий, направленные на выявление и типизацию механизмов деструкции литосферы Байкало-Монгольского региона;
- расчет моделей глубинного строения и параметров месторождений полезных ископаемых с помощью суперкомпьютеров и др.

4. Инновационный и кадровый потенциал

4.1. Развитие инфраструктуры исследований и разработок

4.1.1. Развитие инновационной инфраструктуры

Инфраструктура исследований и разработок института строится на основе положений «Стратегии научно-технологического развития РФ», в соответствии с современными приоритетами и вызовами.

Практика проведения прикладных исследований в институте сформировалась на основе сложившихся фундаментальных направлений. Институт активно развивает эту практику и тесно сотрудничает с ведущими научными организациями, высшими учебными заведениями,

государственными и частными компаниями, органами власти и институтами развития.

Для успешного развития инновационного потенциала и реализации программы фундаментальных исследований в институте планируется модернизация инфраструктуры и создание условий для трансфера технологий и интеграции в инновационную экосистему страны и региона. Предложенная на рис. 4.1 схема позволяет объединить ресурсы, консолидировать усилия и проводить полный цикл работ от получения новых знаний до создания технологий и продуктов и выхода их на рынок.

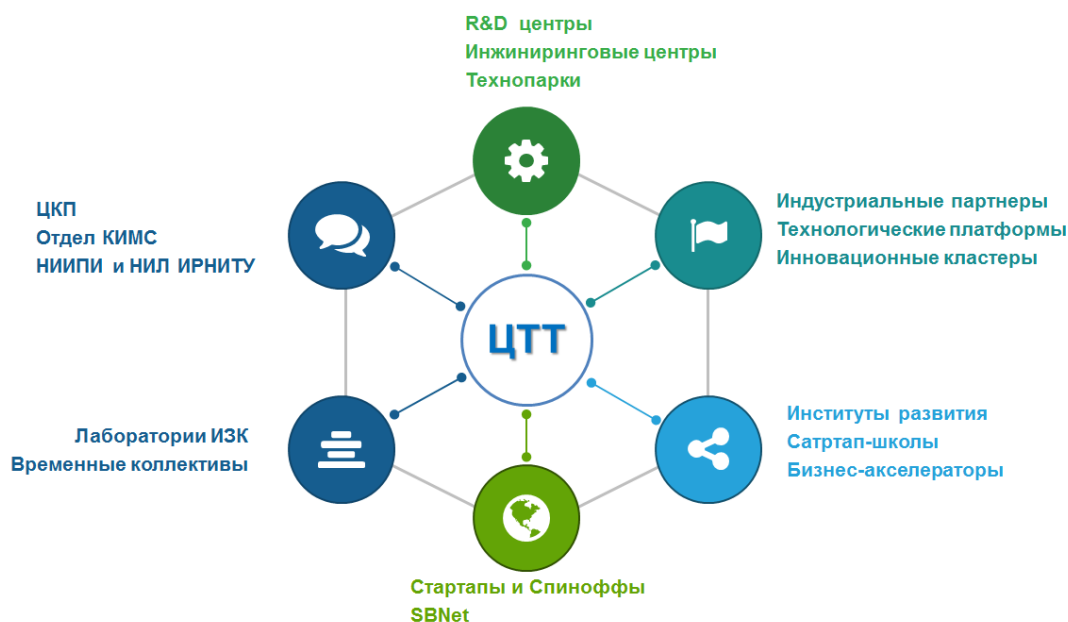


Рис. 4.1. Объекты инфраструктуры инновационного развития ИЗК СО РАН.

Ключевую роль в развитии и реализации инновационных разработок должен сыграть Центр трансфера технологий (ЦТТ). В настоящее время данное подразделение существует в виде патентного бюро и Инновационно-внедренческого центра ИЗК СО РАН. Общество с ограниченной ответственностью «Инновационно-внедренческий центр Института земной коры» (ООО «ИВЦ ИЗК») является учрежденной Институтом коммерческой

структурой, призванной проводить коммерциализацию инновационных разработок сотрудников института.

В перспективе ЦТТ должен способствовать формированию проектных команд, обеспечивать защиту интеллектуальной собственности, помогать в создании эффективных бизнес-моделей и трансфере научных разработок в реальный сектор экономики. Одной из важнейших задач данного центра должна стать координация проектов по различным направлениям и этапам работы.

В основе создания инноваций лежат междисциплинарные научные коллективы, способные на основе результатов фундаментальных исследований ставить прикладные задачи, привлекать специалистов и необходимые ресурсы для их решения. В настоящее время основные направления прикладных исследований реализуют лаборатории института и временные межлабораторные научные коллективы, ведущие прикладные разработки в рамках соглашений и договоров с производственными организациями. Данные коллективы являются традиционной формой сотрудничества и могут стать основой для создания стартапов и спиноффов.

Реализация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) будет построена на базе существующих подразделений института и его партнёров, а также крупнейших региональных и федеральных R&D-центров (Research and Development).

Работа по прикладным исследованиям на ранних стадиях развития выполняется в Центре коллективного пользования (ЦКП) Института, специализированном отделе комплексного использования минерального сырья, отделе сейсмостойкого строительства, а также подразделениях организаций-партнёров научно-исследовательских институтов и лабораторий ИРНТУ и ИГУ.

ЦКП "Геодинамика и геохронология" является основой аналитической базы института, обладает необходимым для проведения НИОКР

оборудованием, развивает аналитические и экспериментальные методы исследования в различных областях геологического профиля. Основными ожидаемыми результатами здесь могут стать новые методы определения вещественного и элементного состава горных пород и подземных вод, методы датирования пород, исследования новых минералов и их свойств. Отдельным направлением ЦКП можно выделить экспериментальную минералогию, которая позволяет изучать свойства минералов, синтезировать минеральные образования с особыми свойствами и получать совершенно новые материалы.

Отдел комплексного использования минерального сырья полностью ориентирован на получение результатов прикладных исследований в области обогащения руд, богатых благородными, цветными, редкими, черными металлами и нерудным сырьем. В рамках работы отдела планируется развитие двух направлений – геологического и технологического, сосредоточенных на разработке методик переоценки техногенных месторождений россыпного золота, полевого обогатительного оборудования для обработки проб в полевых условиях, новых направлений технологических лабораторных исследований (гидро- и пирометаллургические), полупромышленных обогатительных установок с развитой гибкой схемой обогащения.

Отдел сейсмостойкого строительства проводит исследования по двум направлениям: 1 – повышение надежности жилищного фонда и промышленных объектов при сейсмических воздействиях; 2 – инженерное обследование и паспортизация зданий и сооружений в городах и поселениях Сибири. В рамках первого направления проводятся испытания типовых зданий, инженерно-технические обследования, комплексные экспериментальные исследования, разрабатываются региональные строительные нормы. По второму направлению проводятся оперативные работы, паспортизация зданий и сооружений, создается опорная сеть зданий-

представителей, инженерно-сейсмометрическая служба и единая база данных по паспортизации и опорной сети зданий-представителей.

Центр комплексного мониторинга опасных геологических процессов проводит работы по следующим направлениям: 1 – администрирование и поддержание непрерывности процесса комплексного мониторинга, подразумевающее обслуживание, строительство, развитие инфраструктуры пунктов наблюдений, организацию телеметрии и обмена данными; 2 – комплексный анализ данных режимных наблюдений и внедрение математического аппарата фильтрации, поиска предвестников и визуализации данных, а также поддержание и развитие интернет-платформы для работы с данными.

В рамках договора о сотрудничестве с Научно-исследовательским и проектным институтом геологии инженерных изысканий и экологии ИРНITU планируется развитие новых методов исследования в области инженерных изысканий и экологии на городских и промышленных территориях.

Проводятся исследования совместно с Научно-исследовательской лабораторией Комплексирования геофизических методов поиска ИРНITU по основному профилю – поиски коренных месторождений алмазов, термальных вод, рудных полезных ископаемых.

Выполнение технологических и конструкторских разработок возможно при тесном сотрудничестве проектных команд с региональными и федеральными R&D-центрами, индустриальными партнерами, институтами развития и центрами кластерного развития.

В рамках договора о сотрудничестве с Инжиниринговым центром ИГУ развивается технологическое и конструкторское направления. Сотрудничество с данным центром позволит реализовать полный цикл от разработки технологий обогащения до строительства горнодобывающих производств твердых полезных ископаемых (ТПИ). К инжиниринговым

задачам центра в рамках сотрудничества с ИЗК СО РАН можно отнести изготовление опытных образцов обоганительного оборудования, установок, технологических схем; организацию производства для изготовления опытных образцов полевого оборудования; проведение испытаний в полевых условиях с целью доведения до промышленного изготовления.

Реализация крупных проектов возможна в тесном сотрудничестве с индустриальными партнерами в лице крупных добывающих и геологических компаний, геологических служб, экспедиций (Геофизическая служба РАН, ОАО «Росгеология», ПАО «АЛРОСА», «Газпром», «Роснефть», «Газпромнефть», «Полиметалл», Иркутский филиал ООО «Геологоразведка» холдинга «Siberian Diamonds Ltd» и др.). Для успешной реализации стратегии научно-технологического развития РФ и региона крупные компании должны стать прямыми заказчиками и потребителями результатов НИОКР.

Сформированные проектные команды Института могут организовывать спиноффы и стартапы, использовать все имеющиеся ресурсы для реализации своих проектов. Большие возможности для реализации открываются при взаимодействии с кластерами Иркутской области.

Институт планирует более активно привлекать молодых ученых, студентов и аспирантов в сферу инноваций и реализации своих разработок. В этом направлении совместно с Открытым университетом «Сколково» и Стартап-школой «Тайга» организован проект по популяризации технологического предпринимательства в академической среде – «Science business net».

Для привлечения инвесторов и повышения качества проектных решений предполагается привлекать менторов, участвовать в акселерационных программах и федеральных конкурсах, проводимых институтами развития (РВК, «Сколково» и др.).

Инновационные направления, развиваемые Институтом и имеющие выход на внедрения в реальном секторе экономики:

1. Перспективные способы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, передовые технологии извлечения и комплексного использования минерального сырья.

1.1. Перспективные способы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых (в том числе золота) и комплексное извлечение минерального сырья из коренных, россыпных и техногенных месторождений (полный цикл работ по поиску и добыче полезных ископаемых).

1.2. Перспективные способы поиска алмазоносных кимберлитовых тел и оценки перспективных площадей в пределах алмазоносных районов.

1.3. Перспективные способы структурного и геодинамического контроля размещения оруденения, а также разработки месторождений алмазов.

1.4. Перспективные геофизические способы поиска месторождений нефти и газа (оборудование и методика).

1.5. Перспективные технологии добычи нефти и газа (способы бурения в сложных геологических условиях; способы борьбы с осложнениями в процессе добычи нефти и газа).

1.6. Перспективные способы поиска и разведки месторождений природных рассолов с высоким содержанием ценных компонентов (гидроминеральное сырьё).

2. Оценка влияния опасных геологических процессов и защита от них.

2.1. Перспективные способы оценки опасности эндогенных и экзогенных геологических процессов (сейсмичность, современные тектонические движения, сели, оползни, абразия, загрязнение подземных вод и истощение водных ресурсов).

2.2. Перспективные способы мониторинга опасных геологических процессов и картирования их проявлений на территориях активного природопользования.

2.3. Перспективные способы защиты от опасных геологических процессов населения, а также объектов производственной и социальной инфраструктуры (пассивная защита – прогноз; активная защита – рекомендации защитных мероприятий).

4.1.2. Развитие приборной базы и оборудования

Центр коллективного пользования (ЦКП) "Геодинамика и геохронология" и, входящая в него уникальная научная установка (УНУ) «Южно-Байкальский инструментальный комплекс для мониторинга опасных геодинамических процессов» являются основой аналитической базы Института, т.к. обладают оборудованием, необходимым для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на современном уровне.

ЦКП работает согласно Положению о ЦКП, которым определена его формальная структура в виде трех групп:

- группа изотопных исследований;
- группа рентгеновских методов анализа (включающая подгруппы, рентгенофлуоресцентного и рентгеноструктурного анализа);
- группа спектрального и химического анализа (состоящая из двух соответствующих подгрупп спектрального и химического анализа).

В рамках ЦКП используется также оборудование, закупленное для других подразделений Института.

Базовым оборудованием для группы изотопных исследований являются масс-спектрометры Agilet 7900 (лаборатория орогенеза), ARGUS VI и Finnigan MAT 262 с комплектом периферического оборудования в виде

лазеров компании Teledyne Cetac с длинами волн 193 нм и 10.6 мкм, соответственно для первого и второго масс-спектрометра, а также химическая лаборатория и блок чистых комнат, соответственно для первого и третьего масс-спектрометров. В настоящий момент группа изотопных исследований при помощи этого оборудования ведет работы по датированию образцов пород с помощью методов определения изотопного состава: масс-спектрометрии с электронной ионизацией (МС-ЭИ) масс-спектрометрии с термической ионизацией (МС-ТИ) масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) с лазерной абляцией. Для определения изотопного состава кислорода и водорода в воде закуплен изотопный анализатор L2130-I (лаборатория гидрогеологии). Он используется в гидрологических и палеоклиматических исследованиях.

Базовым оборудованием для группы рентгеновских методов анализа являются рентгенофлуоресцентные спектрометры S8 TIGER и S2 PICOFOX и рентгеновский дифрактометр ДРОН-3. Данная группа ведет работы по определению элементного состава в горных породах, минералах, почвах и других природных и искусственных материалах методами рентгенофлуоресцентного анализа с волновой дисперсией (РФА ВД) и полным внешним отражением (РФА ПВО), а также структуры минералов методами рентгеновской дифракции (РД). Дополнительно, для минералогических исследований закуплен конфокальный спектрометр комбинационного рассеяния света (Рамановский спектрометр) WITec alpha 300R (лаборатория орогенеза).

Базовым оборудованием для группы спектрального и химического анализа являются атомно-абсорбционные спектрофотометры SOLAAR M и Agilent 280FS, три спектрофотометрических комплекса Genesys 10S, а также ряд помещений, отведенных под химические лаборатории, склад химреактивов и т.п. Основным направлением группы является определение

породообразующих компонентов в горных породах, включая ограниченный набор элементов-примесей и элементного состава горных пород.

Группы и подгруппы существенно различаются как по наполнению кадрами и современным оборудованием, так и по выполняемым задачам. Так, основные работы групп изотопных исследований и рентгеновских методов анализа связаны с тематическими геологическими задачами в рамках научно-исследовательских планов ИЗК СО РАН и проектов научных фондов, разработкой новых методик и их практическим применением для обеспечения качественными аналитическими данными, в то время как группа спектрального и химического анализа использует, как правило, существующие стандартизированные методики.

Для седиментологических исследований в лабораторию инженерной геологии и геоэкологии закуплен лазерный гранулометр Analysette 22 nanotec.

Для оперативного контроля качества подземных вод, проведения химических экспресс-анализов непосредственно на водопроявлениях планируется организовать передвижную гидрогеохимическую лабораторию на колесной базе. Стационарные объекты мониторинга подземных вод планируется оснастить автоматическими регистраторами с возможностью сбора и передачи информации об основных параметрах (уровень подземных вод, температура, давление).

Для оперативного контроля качества подземных вод, проведения их химических экспресс-анализов используется новейший Автоматизированный дискретный анализатор Smartchem 200 (AMS France), позволяющий выполнять до 200 анализов проб воды в час.

Обоснование генезиса различных типов подземных вод проводится и использованием самого популярного в мире изотопного анализатора воды Picarro L2130-i (Picarro Inc, USA), позволяющего выполнять высокоточные, одновременные измерения $\delta^{18}\text{O}$ и δD в водных растворах.

В сети гидрогеохимического мониторинга на режимных полигонах "Земная кора", "Листвянка", "Бугульдейка" широко используются регистраторы проводимости, уровня и температуры Solinst 3001 LTC Levellogger Edge с системой телеметрии Solinst 9500 LevelSender, (Solinst Canada ltd.).

Эффективное выполнение гранулометрического анализа рыхлых отложений проводится лазерным анализатором размера частиц ANALYSETTE 22 NANOTEC (Fritsch GmbH, Germany).

Для проведения экспериментальных работ по изучению состояния и свойств подземных вод, горных пород в экстремальных климатических условиях (в широком диапазоне отрицательных и положительных температур) запланировано приобретение климатической камеры холодно-тепло-влаги.

В рамках геофизического направления научной деятельности ИЗК СО РАН на сейсмоактивной территории Прибайкалья организован ряд геофизических полигонов («Бугульдейка», «Листвянка», «Приольхонье», «Максимиха») для проведения мониторинга деформаций и физических полей с целью поиска предвестников сильных сейсмических событий в Байкальской рифтовой системе. Пункты наблюдений на полигонах оснащены современным оборудованием, позволяющим проводить с высокой точностью и частотой сейсмологические, геодезические, эманационные, деформометрические, магнитотеллурические и другие измерения, являющиеся основой для исследования вариаций напряженно-деформированного состояния земной коры в процессе подготовки и реализации землетрясений. В перспективе сеть комплексного мониторинга будет расширяться вплоть до объединения со станциями, находящимися на территории Монголии под патронажем Института астрономии и геофизики МАН, с которым ИЗК СО РАН поддерживает многолетние творческие связи.

Обработка данных мониторинга и материалов площадных геофизических съемок, а также масштабные лабораторные эксперименты по изучению процесса деструкции земной коры предполагают оснащение современным программным обеспечением. Исследовательский коллектив использует интегрированные платформы «SARscape», «StrainMaster» и «Petrel», предназначенные, соответственно, для обработки спутниковых радарных данных, анализа деформаций упругопластичной модели, обработки материалов 3D сейсморазведки и проведения гидродинамического моделирования. В дальнейшем предполагается обновление программных комплексов за счет приобретения более продвинутых версий и модулей, обеспечивающих дополнительные возможности обработки и интерпретации экспериментальных данных.

В рамках выигранного в 2021 г. конкурса ЦКП до конца 2021 года будут закуплены рентгенофлуоресцентный спектрометр с полным внешним отражением S4 Tstar и автоматизированный испытательный комплекс "АСИС". Первый прибор (S4 Tstar) будет использован для плановой замены аналогичного прибора S2 Picofox, но технически устаревающего. Второй прибор будет использован для проведения испытаний образцов грунта методом компрессионного сжатия, одноплоскостного среза и трехосного сжатия. В 2022-2023 гг. предполагается приобретение следующего комплекта оборудования:

1. Портативный рентгенофлуоресцентный спектрометр
2. Газовый хроматограф
3. Комплект для изучения деформаций и сейсмических колебаний земной коры в составе инфразвуковой станции, суперширокополосной сейсмической станции и комплекта станций для магнитотеллурического зондирования.

Для успешного выполнения экспедиционных работ, предусмотренных Программой развития, ИЗК СО РАН имеется техника повышенной

проходимости – аэроход «Хивус», автомобили «КАМАЗ» и «Егерь». Предполагается приобретение буровой установки УРБ 2А2, позволяющей бурение до глубин 300 метров с отбором керна.

Запланированные мероприятия по обновлению и развитию приборно-аналитической и материально-технической базы позволят Институту земной коры СО РАН успешно реализовать весь комплекс мер по выполнению программы фундаментальных исследований, а также внедрению и развитию инновационных направлений и методик.

4.2. Кадровое развитие и образовательная деятельность

В соответствии со «Стратегией научно-технологического развития РФ» Институт создает благоприятные условия для развития кадрового потенциала и, прежде всего, выявления талантливой молодежи и построения успешной карьеры в области науки, технологий и инноваций.

Развитие кадрового потенциала Института будет осуществляться на базе Научно-образовательного центра (НОЦ) ИЗК СО РАН, созданного в 2013 году. Работа центра ведется по семи основным направлениям:

1. Базовые школы (БШ) РАН: проект, направленный на создание максимально благоприятных условий для выявления и обучения талантливых детей, их ориентации на построение успешной карьеры в области науки и высоких технологий. Ученики базовых школ РАН получают новые возможности осваивать современные методы научных исследований в области геологии, геофизики и геохимии; участвовать в школьных научных сообществах под руководством научных сотрудников. Выпускники БШ РАН смогут продолжить свои исследования с интеграцией в учебную программу ВУЗа в виде тем для курсовых и дипломных работ при непосредственном взаимодействии с сотрудниками института.

2. Сотрудники ИЗК СО РАН регулярно проводят научно-популярные лекции для студентов и школьников как на базе Института, так и на других площадках (библиотеки, конгрессы и т.д.). Видеозаписи научно-популярных лекции доступны в сети интернет. Институт также регулярно организует экскурсии для студентов и школьников в научные лаборатории и геологический музей Института. Научные достижения Института в доступной форме распространяются через социальные сети. Сотрудники ИЗК также популяризируют научные достижения Института, а также России в целом, через средства массовой информации федерального и местного уровня (радио, телевидение). Эти шаги должны способствовать привлечению студентов профильных ВУЗов и школьников в геологическую науку.

3. Совместные лаборатории – традиционный формат сотрудничества с университетами. В рамках базовых кафедр ведущие специалисты Института участвуют в образовательном процессе и привлекают талантливую молодежь к исследованиям. На уровне научно-исследовательской работы студентов планируется более тесная интеграция с университетами по различным направлениям геологического профиля. Реализация возможна в формате как студенческих практик, так и участия студентов в качестве исполнителей по грантам и иным исследовательским программам.

4. Аспирантура Института является ключевым элементом образовательного процесса. Подготовка кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре реализуется по нескольким направлениям в соответствии с приказом Минобрнауки Российской Федерации от 12 сентября 2013 г. № 1061 и в соответствии с приложением к письму МОН РФ № АК – 2589/05 от 06.11.2013 «О таблице соответствия», а также в соответствии с приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 № 59 в редакции приказов Минобрнауки России от 11.08.2009 №294; от 16.11.2009 №603 и от 10.01.2012 № 5.

Подготовка аспирантов ведется по следующим специальностям: 02.00.02 – аналитическая химия; 25.00.01 – общая и региональная геология; 25.00.03 – геотектоника и геодинамика; 25.00.04 – петрология, вулканология; 25.00.05 – минералогия, кристаллография; 25.00.06 – литология; 25.00.07 – гидрогеология; 25.00.08 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение; 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых. В рамках образовательного процесса проводятся лекции ведущих ученых Института, отечественных и зарубежных научных организаций. Проводятся молодежные, всероссийские и международные конференции.

5. Кадровый резерв Института формируется за счет привлечения талантливой молодежи в научно-организационную сферу. Поддерживаются различные формы самоорганизации молодых ученых (советы молодых ученых, спортивные клубы, студии и т.д.). Для стимулирования исследовательской деятельности и публикационной активности проводятся конкурсы статей, учреждаются премии выдающихся ученых.

6. С целью создания благоприятных условий для интенсивного научного роста сотрудников Институт с 2010 года выпускает электронное сетевое издание «Геодинамика и тектонофизика». Он относится к изданиям, в которых, согласно рекомендации ВАК России, могут быть опубликованы основные научные результаты диссертаций, подготовленных на соискание ученой степени кандидата и доктора наук. В настоящее время журнал входит в международные базы данных «GeoRef», «Scopus» и «Web of Science».

7. Закономерным этапом формирования кадрового потенциала является деятельность трех диссертационных советов, которые созданы в ИЗК СО РАН для защиты кандидатских и докторских диссертаций по специальностям: 1) 25.00.01 – общая и региональная геология и 25.00.04 – петрология, вулканология; 2) 1.6.6. – Гидрогеология и 1.6.7. – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение; 3) 25.00.03 – геотектоника и

геодинамика и 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых (геолого-минералогические науки).

Таким образом, в ИЗК СО РАН выстроена и продолжает развиваться единая система подготовки специалистов и сохранения сильного многопрофильного научного коллектива. Она обеспечивает кадровую преемственность как главное условие сохранения высокой позиции, которую Институт занимает среди научных учреждений, работающих в области наук о Земле.

5. Резюме

Программа развития ИЗК СО РАН опирается на руководящие документы и указы Правительства Российской Федерации и, в первую очередь, на «Стратегию научно-технологического развития Российской Федерации», принятую 1 декабря 2016 года. Программа полностью сбалансирована, т.к., с одной стороны, преследует среднесрочные цели развития научной организации, тесно связанные с государственными заданиями, утвержденными Министерством науки и высшего образования Российской Федерации на 2021–2025 гг., а с другой – выдвигает важнейшие направления комплексных исследований на долгосрочную перспективу в рамках единой актуальной темы: «Геодинамика областей перманентной тектономагматической активности (на примере юга Восточной Сибири): фундаментальные закономерности и практические приложения».

Программа гармонизирована в плане развития фундаментальных и прикладных исследований, т.к. по ключевым научным направлениям предполагает создание на базе теоретических моделей инновационных разработок, а также механизмов их внедрения в экономику. Наиболее перспективные фундаментальные и прикладные разработки базируются на тесном сотрудничестве структурных подразделений внутри ИЗК СО РАН, а

также на его долговременной и успешно развивающейся кооперации с научными и производственными организациями России, стран ближнего и дальнего зарубежья.

В Программе представлена эффективная политика целенаправленного формирования и развития кадрового потенциала с сохранением в Институте баланса молодых и опытных исследователей, обеспечивающего преемственность поколений и подготовку научных лидеров на средне- и долгосрочную перспективу.

Программа предусматривает всестороннее наращивание приборно-аналитической и материально-технической базы Института посредством применения современных форм эффективного управления и координации исследований через ЦКП, геофизические стационары и полигоны.

Программа развития ИЗК СО РАН является реальной для выполнения в условиях стабильного бюджетного финансирования, действующей государственной системы научных грантов и системы взаимодействия научных и производственных организаций. Ее последовательная реализация позволит вывести исследования по геодинамике Центральной Азии на качественно новый уровень, отличительной чертой которого является обеспечение перехода от теоретических закономерностей к созданию прикладных технологий, востребованных экономикой и ориентированных на поиск, разведку и переработку минерального сырья, прогноз и предотвращение чрезвычайных ситуаций, обусловленных опасными геологическими процессами.