

Федеральное агентство научных организаций России
Российская академия наук
Сибирское отделение
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт земной коры



ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ
Института земной коры СО РАН
на период 2017-2021 гг.
(рассмотрена на заседании Ученого совета 16.03.2017 г.)

Иркутск, 2017

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	11
3.6. Сегменты рынка и области науки, на которые ориентированы результаты исследовательской программы	17
3.7. Потенциальные потребители результатов исследований по исследовательским проектам.....	20
3.8. Новизна и исключительность, оценка конкурентоспособности на национальном и мировом уровне, влияние на политику импортозамещения, а также на развитие областей российской науки.....	23
3.9. Кооперация с российскими и международными организациями.....	28
3.10. Направления комплексных исследований, планируемые для разработки в долгосрочной перспективе.....	30
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.....	47

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. Склярным (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 2017–2021 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 шести 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 и глубинное строение	Геодинамические закономерности	- технологии поиска, разведки, разработки

	южного фланга Сибирского кратона и прилегающих областей Центрально-Азиатского складчатого пояса (0346-2016-0007)	вещественно- структурной эволюции твёрдых оболочек Земли (IX.124)	месторождений полезных ископаемых и их добычи
2	Структурно- вещественная эволюция алмазоносной литосферы Сибирского кратона в проявлениях кимберлитового, карбонатитового и щелочно- ультраосновного магматизма (0346-2016- 0006)	Рудообразующие процессы, их эволюция в истории Земли, металлогенические эпохи и провинции и их связь с развитием литосферы; условия образования и закономерности размещения полезных ископаемых (IX.130)	- технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи
3	Фундаментальные проблемы формирования углеводородов и подземной гидросферы осадочных бассейнов Восточной Сибири (0346-2016-0003)	Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и	- технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи; - технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её

		нетрадиционных источников углеводородного сырья (IX.131)	загрязнения
<i>Мероприятие 2</i>			
4	Тектонофизика современных геодинамических процессов в литосфере Центральной Азии как основа прогноза чрезвычайных ситуаций природного характера (0346-2016-0004)	Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий (IX.136)	- технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; - технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения; - технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи
5	Новейшая геодинамика, геосферные и биосферные эволюционные и катастрофические	Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы: проблемы прогноза и снижения уровня	- технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и

	природные изменения (0346-2016-0005)	негативных последствий (IX.136)	техногенного характера; - технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения
6	Сейсмические и сеймотектонические процессы и сейсмическая опасность Восточной Сибири: факторы, экзогеодинамика и прогноз (0346-2016-0002)	Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий (IX.136)	- 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 Неогей (для региона в целом);

2) актуальные сценарии процессов преобразования литосферной мантии, флюидного режима, геодинамических условий формирования и источников алмазности мантийных магматических систем (для зрелой континентальной литосферы Сибирского кратона);

3) качественные модели формирования углеводородов и химического состава подземных вод в системе «вода – порода – газ – органическое вещество» (для осадочных бассейнов Восточной Сибири);

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

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

1) качественно обоснованные многоуровневые взаимосвязи разломообразования и опасных сопутствующих процессов;

2) карты, схемы и модели, отражающие современные деформации и движения земной коры в пределах Байкало-Монгольского геодинамического полигона (GPS-ГЛОНАСС технология);

3) новые принципы сейсмотектонического районирования;

4) прогноз сейсмической опасности и воздействий на линейные сооружения в условиях криолитозоны;

5) оценка опасности экзогенных процессов для объектов техносферы и предварительный прогноз развития комплекса опасных природных процессов на базе исторического и инструментального мониторинга;

б) сценарий реакции социума на сильные сейсмические события.

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, 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 шести исследовательских проектов предполагается получить следующие главные результаты (нумерация приводится в соответствии с табл. 1).

Проект 1. Палеогеодинамика и глубинное строение южного фланга Сибирского кратона и прилегающих областей Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП).

1. Планируется реконструировать основные этапы эволюции Сибирского кратона и выделить в его развитии главные металлогенические эпохи, разработать модели трансформации Сибирского кратона в Сибирский континент (в палеозое – мезозое) за счет аккреционно-коллизийных процессов и увеличения зрелости литосферы террейнов северной части ЦАСП. В рамках проекта будут разработаны методические подходы для типизации магматических и метаморфических комплексов кратонных областей по геохимическим и изотопно-геохимическим данным. Кроме этого будут выявлены основные факторы геодинамического контроля размещения месторождений полезных ископаемых в литосфере исследуемых районов Сибирского кратона и ЦАСП.

2. Будут созданы детальные модели скоростной структуры юго-восточной окраины Сибирского кратона и прилегающих территорий ЦАСП телесеismicким методом продольных приемных функций; по сейсмологическим данным будут получены характеристики напряженно-деформированного состояния земной коры Байкальского региона и разработаны модели изменения полей напряжений в окрестностях разломов после сильных землетрясений; будут выявлены связи параметров сеймотектонических деформаций, реконструированных по геологическим и сейсмологическим данным, с физико-геологическими характеристиками земной коры и верхней мантии Байкальского региона; на основе инверсии гравитационного и нестационарных электромагнитных полей будут созданы трехмерные модели плотностных неоднородностей в районах локализации месторождений полезных ископаемых юго-восточной окраины Сибирского кратона и прилегающих территорий ЦАСП; будет построена карта зон скопления и разгрузки газа в верхней части осадочной толщи озера Байкал.

3. Планируется разработать новые комплексные методики и усовершенствовать существующие методики 1) выявления геохимических индикаторов климатических и тектонических процессов для изучения осадочных пород и отложений озер, рек, селевых и других катастрофических водных потоков, 2) определения редких и рассеянных элементов в горных породах, рудах и почвах методами рентгеновской флуоресценции и атомной абсорбции, 3) определения концентраций золота, серебра, платины и палладия в горных породах, рудах и технологических отходах методами пробирной плавки с атомно-спектроскопическим окончанием, 4) определения с повышенной точностью петрогенных оксидов в горных породах основного и ультраосновного состава методами рентгеновской флуоресценции и классической «мокрой» химии, 5) определения возраста горных пород и минералов методами радиоизотопной геохронологии, 6) определения изотопного состава пород, минералов и природных вод.

Проект 2. Структурно-вещественная эволюция алмазоносной литосферы Сибирского кратона в проявлениях кимберлитового, карбонатитового и щелочно-ультраосновного магматизма.

1. Планируется провести реконструкцию процессов преобразования литосферной мантии в разных сегментах Сибирского кратона и определить особенности флюидного режима, геодинамические условия образования и алмазоносности мантийных магматических систем, произвести геолого-минералогическое районирование алмазоносных территорий юго-западной части Сибирской платформы для переоценки перспектив коренной алмазоносности Восточного Присаянья, а также создать многокомпонентные структурно-вещественные модели эксплуатируемых коренных месторождений алмазов в Якутии, отражающие многофазность и последовательность заполнения диатремы, физико-механические характеристики кимберлитов и вмещающих горных пород, вещественный

состав геолого-технологических типов кимберлитов и распределение алмазов в пространстве рудного тела.

2. Будут разработаны уравнения состояния минералов (карбонаты, оксиды, алюмосиликаты и др.) на основе энергии Гиббса с использованием оригинального и физически обоснованного формализма, проведено геохимическое сопоставление углеродистых толщ в осадочно-метаморфических комплексах южной окраины Сибирской платформы, сделано заключение о роли углерода в формировании континентальной коры, геохимической специализации и перспектив рудоносности углеродизированных объектов на территории Восточной Сибири, выявлены изотопно-геохимические типы глубинных флюидных систем, под воздействием которых сформировались высокоуглеродистые структурно-вещественные комплексы.

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

1. Планируется для осадочных бассейнов Сибирской платформы и Байкальской рифтовой зоны выявить особенности размещения и ведущие факторы формирования гидрогеохимических провинций, создать модели формирования химического состава подземных вод, осуществить типизацию гидрогеологических систем, провести качественную и количественную оценку геохимических процессов, происходящих в основополагающей для земной коры системе «вода – порода – газ – органическое вещество».

2. Будут усовершенствованы стратиграфические схемы позднего докембрия для Саяно-Байкало-Патомского региона, обосновано геологическое доизучение площадей в пределах краевых прогибов Иркутской области, перспективных на углеводороды, и выделены геолого-геофизические критерии их изученности до уровня оценки участков, перспективных на углеводороды.

Проект 4. Тектонофизика современных геодинамических процессов в литосфере Центральной Азии как основа прогноза чрезвычайных ситуаций природного характера.

1. Планируется разработать на базе физического и натурного моделирования тектонофизическую модель развития зон разломов с комплексом критериев диагностики их динамически опасных состояний предразрушения, а также обобщить результаты исследования взаимосвязей разломообразования с сопутствующими процессами в Центральной Азии и выявить тектонофизические закономерности, которые обуславливают качество прогноза важных в практическом отношении проявлений сейсмичности, сейсмогенного структурообразования, радоновыделения и кимберлитобразования.

2. Будут обобщены результаты многолетних исследований палео- и современного напряженно-деформированного состояния и разработаны модели обстановок современной активизации разломов Монголо-Сибирского региона, предложены событийно-эволюционные модели поздне-плейстоценовой-голоценовой геодинамики региона, рассчитаны карты скоростей горизонтальных тектонических движений Центральной Азии по объединенным данным GPS-измерений, выявлены взаимосвязи катастрофических изменений уровня озера Байкал с тектонической активностью и изменениями климата.

Проект 5. Новейшая геодинамика, геосферные и биосферные эволюционные и катастрофические природные изменения.

1. Будут выявлены закономерности вариаций уровня режима озер на основе данных режимных наблюдений и дендрохронологии, выполнены реконструкции позднеплейстоценовых-голоценовых катастрофических событий в Центральной Азии, реконструирована непрерывная последовательность событий в регионе в позднем плейстоцене и голоцене с

высоким временным разрешением и определены причины нестабильности региональных ландшафтов.

2. Планируется сопоставить химический и изотопный состав кайнозойских вулканических и осадочных пород Байкальской рифтовой системы, района северного замыкания бассейна Сунляо и других районов Центральной Азии и на этой основе выявить специфику эволюции седиментационных процессов в осадочных бассейнах, а также характер соотношений литосферных и подлитосферных процессов на новейшем геодинамическом этапе.

Проект 6. Сейсмические и сеймотектонические процессы и сейсмическая опасность Восточной Сибири: факторы, экзогеодинамика и прогноз.

1. Планируется определить сеймотектонические критерии активности доменно-разломных неотектонических структур Восточной Сибири и разработать их магнитудную классификацию, определить параметры затухания сейсмических волн в литосфере Восточной Сибири и установить их связи с геолого-геофизическими и геодинамическими условиями региона, создать модели и осуществить прогноз сейсмических воздействий сильных землетрясений на основания ответственных сооружений в различных климатических и сейсмических зонах Восточной Сибири, создать научную основу для разработки мер повышения устойчивости жилых домов и объектов социального назначения в Прибайкалье.

2. Планируется составить карты распространения экзогенных геологических процессов в различных природных и природно-техногенных геосистемах Восточной Сибири, установить характер трансформации геологической среды под воздействием природно-техногенных факторов и оценить степень опасности экзогенных процессов для объектов техносферы в Монголо-Сибирском регионе.

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. Приоритеты в прикладных направлениях, намеченных исследовательской программой, состоят в следующем:

- изучении потенциальной алмазоносности юга Сибирской платформы;
- изучении докембрийского нефтидогенеза (с исследованием вещественного и изотопного состава углеводородов);

- разработке рекомендаций по поиску, разведке и отработке месторождений полезных ископаемых;
- тектонофизическом анализе закономерностей размещения рудных месторождений;
- изучении гидроминеральных ресурсов Сибири (рассолов, лечебных и минеральных вод);
- поиске источников водоснабжения для населенных пунктов и промышленных объектов Восточной Сибири;
- мониторинге безопасности среды обитания (исследование эманаций радона и торона);
- геоэкологических и инженерно-геологических исследованиях опасных геологических процессов;
- изучении сейсмичности Байкальского региона, в том числе проведении сейсмического микрорайонирования и мониторинга сейсмического риска на критически важных объектах (каскад ангарских ГЭС, АЭХК и др.).

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.

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 и глубинное строение южного фланга Сибирского кратона и прилегающих областей Центрально-Азиатского складчатого пояса (0346-2016-0007)	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	Структурно-вещественная эволюция алмазоносной литосферы Сибирского кратона в проявлениях кимберлитового, карбонатитового и	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.

	щелочно- ультраосновного магматизма (0346-2016- 0006)		
3	Фундаментальные проблемы формирования углеводородов и подземной гидросферы осадочных бассейнов Восточной Сибири (0346-2016-0003)	М-1, М-3, М-5, П-1, П-2, П-3, П-4	"ООО" Иркутская нефтяная компания, ПАО Верхнечонскнефтегаз", ИФ "Роснефтьбурение", АК "АЛРОСА" (ПАО) и др.
<i>Мероприятие 2</i>			
4	Тектонофизика современных геодинамических процессов в литосфере Центральной Азии как основа прогноза чрезвычайных ситуаций природного характера (0346-2016-0004)	М-1, М-2, М-3, М-5, М-8, П-1, П-2, П-3	ОАО «РЖД», АК «АЛРОСА» (ПАО), ОАО «Росгеология», «Газпром» и др.
5	Новейшая геодинамика, геосферные и биосферные эволюционные и катастрофические природные изменения	М-1, М-3, М-5, П-3	«Газпром», ОАО «РЖД», и др.

	(0346-2016-0005)		
6	Сейсмические и сейсмотектонические процессы и сейсмическая опасность Восточной Сибири: факторы, экзогеодинамика и прогноз (0346-2016-0002)	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:

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;

2) изотопно-геохимическая типизация глубинных флюидных систем, под воздействием которых сформировались высокоуглеродистые структурно-вещественные комплексы Сибирского кратона;

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

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

5) изучение скоростей горизонтальных тектонических движений Центральной Азии в объединенной системе отчета с привлечением материалов по GPS полигонам Киргизии, Китая и Индии;

6) тектонофизические модели очагов сильных землетрясений, эманационных аномалий, областей сейсмогенного структурообразования и коренных месторождений алмаза, контролируемых разломными зонами.

7) карты распределения скоростей поперечных волн и коэффициента анизотропии до глубин 500 км, а также детальные томографические скоростные модели земной коры и верхней мантии Монголо-Сибирского региона;

8) реконструкции сеймотектонических деформаций земной коры по геологическим и сейсмологическим данным в геодинамически активных зонах Монголо-Байкальского региона.

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).

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

- карта распространения экзогенных геологических процессов на территории Монголо-Сибирского региона с учетом техногенной нагрузки на геологическую среду в различных геосистемах;

- разработка подходов к составлению карт сейсмического районирования шельфовых областей России;

- 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 Восточной Сибири;

- 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;

- 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. 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 нефтегазопроисследовательских 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) специалистам 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 ИРНТУ), 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 M 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.

3. Создание Монголо-Байкальского GPS-полигона с постоянными и периодическими измерениями деформаций земной коры с 1994 года, а также двух стационаров для проведения комплексных геолого-геофизических и инженерно-геологических исследований – «Бугульдейка» (Россия) и «Эмээлт» (Монголия).

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 РФФИ, а с другой – емких хозяйственных договоров с производственными компаниями (АК «АЛРОСА» (ПАО) 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, Улан-Удэ, Чита, и Якутск), Дальневосточного (города Благовещенск, Владивосток и Хабаровск) и Уральского (город Пермь) отделений. Тесное сотрудничество будет реализовано с вузами Иркутска (ИГУ, ИРНТУ и др.) и других городов России (Москва, Нерюнгри, Новосибирск, Казань и Санкт-Петербург).

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:

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);

4) 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 (совместно с ИНГГ СО РАН, ИГ СО РАН, ГИН СО РАН);

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 высоких компьютерных технологий, направленные на выявление и типизацию механизмов разрывообразования в литосфере;
- 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.

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

Проводятся исследования совместно с Научно-исследовательской лабораторией Комплексования геофизических методов поиска ИРННТУ 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 обогатительного 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 "Геодинамика и геохронология" является основой аналитической базы Института, т.к. обладает оборудованием, необходимым для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на современном уровне. В первую очередь это касается первого – геологического – направления научной деятельности ИЗК СО РАН.

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).

Базовым оборудованием для группы изотопных исследований являются масс-спектрометры ARGUS VI и Finnigan MAT 262 с комплектом периферического оборудования, а также блок чистых комнат и химическая лаборатория. В настоящий момент группа изотопных исследований 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.

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).

Базовым оборудованием для группы спектрального и химического анализа являются атомно-абсорбционный спектрофотометр SOLAAR M, три спектрофотометрических комплекса Genesys 10S и модернизированный атомно-эмиссионный спектрометр ДФС-13 (установлен многоканальный анализатор эмиссионных спектров МАЭС и дуговой генератор Везувий-2), а также ряд помещений, отведенных под химические лаборатории, склад химреактивов и т.п. Основным направлением группы является определение порообразующих 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.

Развитие ЦКП предполагает ряд мер организационного характера, часть из которых уже реализована.

2015 г. – проведена структурная организация ЦКП, завершено планирование на среднесрочный период.

2016–2017 гг. – реализуется ряд мероприятий по метрологическому обеспечению анализов: поверка оборудования, аттестация ряда

существующих методик, государственная аккредитация ЦКП и/или аккредитация в отечественных структурах, имеющих особый статус, закрепленный федеральными законами или подзаконными актами.

2017–2021 гг. – запланировано расширение ЦКП за счет создания специализированных аналитических лабораторий: подготовки проб на анализ методом ИСП-МС; пробирной плавки для определения концентраций Au, Ag, Pt в геологических пробах; подготовки проб для определения концентраций петрогенных элементов методом РФА со сплавлением. Планируется разработка новых методик, модернизация имеющегося оборудования, контроль метрологического обеспечения качества анализов: аттестация новых методик, подтверждение аккредитации, участие в международных программах тестирования (например, GeoPT).

Актуальным вопросом является разработка новой / адаптация существующей методики определения концентраций благородных металлов в горных породах и продуктах переработки горно-обогажительных предприятий. С этой целью группой спектрального и химического анализа планируется постановка методики определения Au, Ag и Pt атомно-абсорбционным и атомно-эмиссионным методами, а группой рентгеновских методов – постановка методики определения порообразующих компонентов в горных породах методом РФА ВД с предварительным сплавлением образцов.

Группа изотопных исследований планирует разработку методики К-Аг датирования вулканических пород, что потребует методических работ по учету эффекта природного фракционирования изотопов аргона в магматическом процессе и масс-дискриминации в процессе измерений на масс-спектрометре ARGUS VI. Кроме того, планируется постановка методики определения изотопных отношений свинца в горных породах и минералах.

Для развития целого ряда существующих и перспективных направлений, касающихся изучения минерального и вещественного состава индикаторных, с точки зрения геодинамики, геологических комплексов, необходимо приобретение в ЦКП ИЗК СО РАН сканирующего электронного микроскопа.

Кроме того, в рамках геологического направления будут поставлены задачи в области гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, решение которых возможно с применением нового оборудования, развитием сети мониторинга, использованием новых экспериментальных методов исследований и моделирования.

Для оперативного контроля качества подземных вод, проведения химических экспресс-анализов непосредственно на водопрооявлениях 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).

Будут поставлены задачи для проведения экспериментальных работ по изучению состояния и свойств подземных вод, горных пород в экстремальных климатических условиях (в широком диапазоне отрицательных и положительных температур). Для их реализации планируется приобретение климатической камеры холод-тепло-влаги.

Для проведения испытаний образцов грунта методом компрессионного сжатия, одноплоскостного среза и трехосного сжатия предполагается приобретение автоматизированного испытательного комплекса "АСИС".

В рамках второго – геофизического – направления научной деятельности ИЗК СО РАН предполагается организовать на сейсмоактивной территории Прибайкалья несколько геофизических обсерваторий или полигонов (не менее трех) для проведения мониторинга деформаций и

физических полей с целью поиска предвестников сильных землетрясений в Байкальской рифтовой зоне. В настоящее время подготовлена инфраструктура для создания первой обсерватории на полигоне «Бугульдейка» (Западное Прибайкалье). В перспективе эта сеть будет объединена со станциями, находящимися на территории Монголии под патронажем Института астрономии и геофизики МАН, с которым ИЗК СО РАН поддерживает многолетние творческие связи.

Оборудование, которое в случае поступления в ЦКП "Геодинамика и геохронология" целенаправленного дополнительного финансирования, будет приобретено для оснащения каждой обсерватории, включает: 1) GNSS приемник Trimble NetR9 Geospatial Base Station; 2) скважинный радиометр радона BARASOL BMC2; 3) многоканальную цифровую 24-разрядную сейсмическую систему сбора данных DR-4050; 4) широкополосный сейсмометр SP-400; 5) скважинный сейсмометр SP-400BH; 6) автоматическую метеостанцию Vaisala MAWS201; 7) дифференциальный микробарометр ISGM-03M; 8) магнитометрическую станцию VMTU-10; 9) четыре лазерных дальномера DIMETIX FSL-CH-10; 10) четыре солнечных электростанции. Кроме того, для проведения временных сейсмических наблюдений с целью исследования эпицентральных зон сильных землетрясений и областей динамического влияния активных разломов необходимо приобрести несколько комплектов широкополосных сейсмических станций производства компании «EENTEC», а также несколько аэрофотосъемочных комплексов типа Птеро-СМ.

Полевые геофизические исследования, осуществляемые с помощью перечисленного оборудования, а также масштабные лабораторные эксперименты по изучению процесса деструкции земной коры предполагают оснащение исследовательского коллектива современным программным обеспечением. Это программа обработки и анализа спутниковых радарных данных «SARscape», позволяющая производить анализ смещений и

деформаций земной поверхности с миллиметровой точностью, а также измерительный комплекс «StrainMaster» производства фирмы LaVision GmbH (Германия) для исследований динамики деформаций упругопластичной модели в тектонофизических экспериментах.

Для успешного выполнения экспедиционных работ, предусмотренных Программой развития, ИЗК СО РАН планирует приобретение техники повышенной проходимости, в т.ч. автомобиля «КАМАЗ» и аэрохода «Хивус».

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 шести основным направлениям (рис. 4.2.).



Рис. 4.2. Развитие кадрового потенциала ИЗК СО РАН.

1. Малая школьная академия (МША) – проект, реализация которого предполагается в формате кружкового движения НТИ. Его содержательной частью станут научно-популярные лекции, мастер-классы, научные квесты и другие мероприятия, объединенные в единую программу. Основная цель проекта – привлечение внимания школьников к наукам геологического профиля, ранняя специализация и построение карьерных траекторий – школа – малая школьная академия – университет – академический институт. Школьники («студенты» МША) получают возможность активно участвовать в исследованиях и под руководством ученых реализовывать собственные проекты, результаты которых будут докладываться на конференциях. Выпускники МША смогут продолжить свои исследования с интеграцией в учебную программу вуза в виде тем для курсовых и дипломных работ. Полный цикл проекта будет логически заканчиваться аспирантурой с более высокой степенью готовности специалиста и большим опытом исследовательской работы.

2. Базовые кафедры – 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.

3. 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.

4. 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.

5. С целью создания благоприятных условий для интенсивного научного роста сотрудников Институт с 2010 года выпускает электронный журнал «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 «Russian Science Citation Index» на платформе «Web of Science». Реальной перспективой его развития является включение в базу «Web of Science» – Core Collection.

6. Закономерным этапом формирования кадрового потенциала является деятельность двух 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) 25.00.07 – гидрогеология и 25.00.08 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение. У Института имеется достаточный потенциал кадров высшей квалификации, и в настоящее время подготовлена заявка в ВАК России на открытие третьего Диссертационного совета, который будет иметь возможность рассматривать кандидатские и докторские диссертации по специальностям: 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 России 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 ФАНО России на 2017–2020 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.