

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук
(ИФЗ РАН)**

Отчет по основной референтной группе 13 Физика океана и атмосферы, геофизика

Дата формирования отчета: **22.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр

«Научно-технические услуги». Организация ориентирована на выполнение договоров на исследования и разработки, имеет значительные объемы доходов от оказания научно-технических услуг. При этом уровень публикационной активности, объем создаваемых охраноспособных результатов не столь значителен. (3)

2. Информация о структурных подразделениях научной организации

2013 год

1. Научные подразделения ИФЗ РАН

Лаборатории:

101 - Лаборатория гравиметрии

102 - Лаборатория теоретической геодинамики

103 - Лаборатория теоретической геофизики

104 - Лаборатория прикладной геомеханики

105 - Лаборатория главного геомагнитного поля и петромагнетизма

106 - Лаборатория тектоники и геодинамики

201 - Лаборатория сейсмологических исследований

202 - Лаборатория происхождения, внутреннего строения и динамики Земли и планет

203 - Лаборатория нелинейной сейсмологии

205 - Лаборатория сейсмических исследований структуры геофизической среды

301 - Лаборатория физики землетрясений

302 - Лаборатория региональной геофизики и прогноза природных катастроф

303 - Лаборатория глубинных сейсмических исследований

304 - Лаборатория палеогеодинамики

305 - Лаборатория сильных землетрясений и сейсмометрии



057315

- 306 - Лаборатория экспериментальных исследований физических процессов в литосфере
- 307 - Лаборатория континентальной сейсмичности и прогноза сейсмической опасности
- 309 - Лаборатория современной геодинамики
- 310 - Лаборатория экспериментальной геофизики
- 401 - Лаборатория тектоно-электромагнитных взаимодействий
- 402 - Лаборатория волновых геомагнитных полей
- 403 - Лаборатория геоэлектродинамики
- 501Ц - Лаборатория искусственного интеллекта
- 504 - Лаборатория теории интерпретации геопотенциальных полей
- 506 - Лаборатория тектонофизики
- 507 - Лаборатория комплексной геодинамической интерпретации наземных и спутниковых данных
- 508 - Сектор сетевых решений
- 604 - Лаборатория систем комплексного геофизического мониторинга
- 605 - Лаборатория медленных геофизических процессов
- 606 - Лаборатория спутниковых геодезии и деформометрии
- 701 - Лаборатория сейсмотектоники
- 702 - Лаборатория сейсмического микрорайонирования
- 703 - Лаборатория прикладной геофизики и вулканологии
- 801 - Лаборатория гравиинерциальных измерений
- 802 - Лаборатория методики широкодиапазонных геофизических измерений
- 803 - Лаборатория физики колебаний пробных масс
- 900 - Координационный прогностический центр (на правах лаборатории)
- Экспедиционные базы и стационары:
- 804 - Научно-экспедиционная база "Ледово"
- Научно-вспомогательные подразделения:
- Информационно-аналитический центр
2. Научные подразделения геофизической обсерватории "Борок" - ГО "Борок" ИФЗ РАН (филиал):
- ОБ-1 - Лаборатория древнего геомагнитного поля
- ОБ-2 - Лаборатория морфологии и теории геомагнитных пульсаций
- ОБ-3 - Лаборатория геоэлектромагнитного мониторинга
- ОБ-4 - Лаборатория физико-химических и магнитных методов анализа вещества горных пород
- ОБ-5 - Лаборатория экспериментальных исследований геодинамических процессов
- ОБ-СИТ Сектор информационных технологий
3. Научные подразделения Центра геоэлектромагнитных исследований - ЦГЭМИ ИФЗ РАН (филиал):
- Лаборатория №1 - Морских электромагнитных исследований



Лаборатория №2 - Магнитотеллурических исследований

Лаборатория №3 - Взаимодействия электромагнитного поля и геологической среды

Лаборатория №4 - Методологии интерпретации электромагнитных данных

Лаборатория №5 - Разработки электромагнитных методов и технологий исследований природной среды

4. Научные подразделения научно-технического центра "Геотехфизприбор":

Лаборатория геотехнологий и технических средств

2014 год

1. Научные подразделения ИФЗ РАН

Лаборатории:

101 - Лаборатория теоретической геофизики

102 - Лаборатория происхождения, внутреннего строения и динамики Земли и планет

103 - Лаборатория тектоники и геодинамики

104 - Лаборатория геомеханики

105 - Лаборатория главного геомагнитного поля и петромагнетизма

106 - Лаборатория археомагнетизма и эволюция магнитного поля (введена в структуру ИФЗ РАН с 01.04.2014 г. в соответствии с договором от 24.03.2014 г. №14.Z50.31..0017 между Министерством образования и науки РФ, научным учреждением и ведущим ученым, осуществляющим руководство научным исследованием, о выделении гранта Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования, научных учреждениях государственных академий наук и государственных научных центрах РФ и с решением Ученого совета ИФЗ РАН от 12.03.2014 г.)

201 - Лаборатория современной и прикладной геодинамики

202 - Лаборатория фундаментальных проблем нефтегазовой геофизики и геофизического мониторинга

203 - Лаборатория спутниковых методов изучения геофизических процессов

204 - Лаборатория фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики

301 - Лаборатория физики землетрясений и неустойчивости горных пород

302 - Лаборатория сейсмической опасности

303 - Лаборатория региональной геофизики и природных катастроф

304 - Лаборатория палеосейсмологии и палеогеодинамики

305 - Лаборатория сильных землетрясений и сейсмометрии

401 - Лаборатория тектоно-электромагнитных взаимодействий

402 - Лаборатория физики околоземного пространства

403 - Лаборатория геоэлектродинамики

501 - Лаборатория геоинформатики

502 - Лаборатория комплексной геодинамической интерпретации наземных и спутниковых данных



- 601 - Лаборатория гравиинерциальных измерений
- 602 - Лаборатория физики колебаний пробных масс
- 701 - Лаборатория сейсмотектоники и сейсмического микрорайонирования
- 702 - Лаборатория методов прогноза землетрясений
- 703 - Лаборатория фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии

Экспедиционные базы и стационары:

Научно-экспедиционная база "Ледово"

Научно-вспомогательные подразделения:

Информационно-аналитический центр

2. Научные подразделения геофизической обсерватории "Борок" - ГО "Борок" ИФЗ РАН (филиал):

ОБ-1 - Лаборатория древнего геомагнитного поля

ОБ-2 - Лаборатория морфологии и теории геомагнитных пульсаций

ОБ-3 - Лаборатория геоэлектромагнитного мониторинга

ОБ-4 - Лаборатория физико-химических и магнитных методов анализа вещества горных пород

ОБ-5 - Лаборатория экспериментальных исследований геодинамических процессов

ОБ-СИТ Сектор информационных технологий

3. Научные подразделения Центра геоэлектромагнитных исследований - ЦГЭМИ ИФЗ РАН (филиал):

Лаборатория №1 - Морских электромагнитных исследований

Лаборатория №2 - Магнитотеллурических исследований

Лаборатория №3 - Взаимодействия электромагнитного поля и геологической среды

Лаборатория №4 - Методологии интерпретации электромагнитных данных

Лаборатория №5 - Разработки электромагнитных методов и технологий исследований природной среды

4. Научные подразделения научно-технического центра "Геотехфизприбор":

Лаборатория геотехнологий и технических средств

2015 год

1. Научные подразделения ИФЗ РАН

Лаборатории:

101 - Лаборатория теоретической геофизики

102 - Лаборатория происхождения, внутреннего строения и динамики Земли и планет

103 - Лаборатория тектоники и геодинамики

104 - Лаборатория геомеханики

105 - Лаборатория главного геомагнитного поля и петромагнетизма

106 - Лаборатория археомагнетизма и эволюция магнитного поля

201 - Лаборатория современной и прикладной геодинамики



202 - Лаборатория фундаментальных проблем нефтегазовой геофизики и геофизического мониторинга

203 - Лаборатория спутниковых методов изучения геофизических процессов

204 - Лаборатория фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики

301 - Лаборатория физики землетрясений и неустойчивости горных пород

302 - Лаборатория сейсмической опасности

303 - Лаборатория региональной геофизики и природных катастроф

304 - Лаборатория палеосейсмологии и палеогеодинамики

305 - Лаборатория сильных землетрясений и сейсмометрии

401 - Лаборатория тектоно-электромагнитных взаимодействий

402 - Лаборатория физики околоземного пространства

403 - Лаборатория геоэлектродинамики

501 - Лаборатория геоинформатики

502 - Лаборатория комплексной геодинамической интерпретации наземных и спутниковых данных

601 - Лаборатория гравиинерциальных измерений

602 - Лаборатория физики колебаний пробных масс

701 - Лаборатория сеймотектоники и сейсмического микрорайонирования

702 - Лаборатория методов прогноза землетрясений

703 - Лаборатория фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии

Научно-вспомогательные подразделения:

Информационно-аналитический центр

Экспедиционные базы и стационары:

Научно-экспедиционная база "Ледово"

2. Научные подразделения геофизической обсерватории "Борок" - ГО "Борок" ИФЗ РАН (филиал):

ОБ-1 - Лаборатория палеомагнетизма и физико-химических свойств горных пород

ОБ-2 - Лаборатория динамики геофизических волновых полей

ОБ-3 - Лаборатория геофизического мониторинга

ОБ-СИТ Сектор информационных технологий

3. Научные подразделения Центра геоэлектромагнитных исследований - ЦГЭМИ ИФЗ РАН (филиал):

Лаборатория №1 - Морских электромагнитных исследований

Лаборатория №2 - Магнитотеллурических исследований

Лаборатория №3 - Взаимодействия электромагнитного поля и геологической среды

Лаборатория №4 - Методологии интерпретации электромагнитных данных

Лаборатория №5 - Разработки электромагнитных методов и технологий исследований природной среды

4. Научные подразделения научно-технического центра "Геотехфизприбор":



3. Научно-исследовательская инфраструктура

1. Важнейшим элементом научно-исследовательской инфраструктуры ИФЗ РАН является уникальная среднеширотная геомагнитная обсерватория «Борок», созданная в 1957 году. В обсерватории ведутся многолетние режимные наблюдения и исследования в области:

1. Электричества приземной атмосферы, включая уникальные аэростатные наблюдения.

2. Измерения компонентов магнитного поля Земли. В частности, в обсерватории «Борок» расположен одна из обсерваторий международной системы INTERMAGNET.

Информационно-измерительный комплекс Лаборатории Геофизической обсерватории «Борок» ИФЗ РАН предназначен для цифровой регистрации широкого класса геофизических полей. Комплекс включает датчики геофизических полей, усилители, аналоговые фильтры и сеть сбора данных. Комплекс дает возможность регистрировать в широком частотном диапазоне вариации следующих геофизических параметров:

- геомагнитного поля с помощью автоматической магнитной обсерватории сети INTERMAGNET;

- вариаций геомагнитного поля с помощью феррозондового магнитометра;

- 3-х компонент сверхнизкочастотных (ULF) пульсаций магнитного поля с использованием индукционных магнитометров;

- 3-х компонент теллурических токов;

- атмосферного электрического поля с использованием электростатического флюксметра;

- вертикального электрического тока атмосферы с использованием токового коллектора;

- атмосферного давления с использованием жидкостного микробарографа;

- метеорологических параметров с использованием цифровой метеостанции «WS-2500» и ультразвукового метеорологического комплекса «Метео-2М»;

- объемной активности ^{222}Rn и ^{220}Rn с использованием сейсмической радоновой станции «СРС-05»;

- плотности потока солнечного излучения с использованием пиранометра «СМР-3»;

- высотных профилей скорости ветра с использованием акустического доплеровского локатора (содара) «Волна-3».

2. Для проведения аэрогравиметрических исследований в ИФЗ РАН создана аппаратура и технологическая оснастка самолета-лаборатории на базе воздушного судна типа 26 БРЛ. Аэрогравиметрическая лаборатория оснащена 3 гравиметрическими комплексами (АГК) типа GT 1A/2A (ЗАО "Гравиметрические Технологии", Россия) и комплектом современного мультантенного оборудования спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS. Для организации наземного сопровождения аэросъемок имеется высокоточное спутниковое геодезическое оборудование Javad и гравиметры Scintrex. Оборудование с успехом ис-



пользуется в исследованиях по уточнению гравитационного поля Земли в труднодоступных районах Арктики и Дальнего Востока.

3. ИФЗ РАН располагает следующими уникальными комплексами лабораторного научного оборудования:

3.1. Аппаратно-программный комплекс исследования физико-механических свойств горных пород, включающий в себя прессовое оборудование для выполнения экспериментов по изучению прочности и проницаемости горных пород при воздействиях высоких давлений и температур (пластовых условий). Установки снабжены необходимым компьютерным оборудованием, программным обеспечением и методической базой.

В состав комплекса входят:

3.1.1. Сервоуправляемый комплекс RTR-4500 - высокотехнологичная лабораторная установка фирмы GTSC (производство США) для проведения фундаментальных и прикладных исследований на передовом мировом уровне (введена в эксплуатацию в 2012 г., срок использования - не менее 15-и лет). Характеристики сервоуправляемого комплекса RTR-4500: 1) силовая рама обеспечивает усилие (F) до 4500 кН; 2) гидравлическая камера (стабилометр) с предельным обжимающим давлением (P) до 450 МПа и возможностью нагрузочных осевых испытаний при пластовых давлениях с гидроизоляцией от обжимающей жидкости; стабилометр адаптирован для испытаний образцов горных пород по стандартам ГОСТ, ISO и ANSI по размерам испытываемых образцов ГП – с диаметрами 100, 75, 50, 30 мм. Комплекс оснащен компьютерной системой регистрации от первичных датчиков и необходимыми программами управления, визуализации online и последующей постобработки необходимых диаграмм (осевая деформация – осевое напряжение) и числовых данных. Комплекс также оснащен регистрационной системой измерения и расчета скоростей продольных и поперечных волн (V_p и V_s) при высоких P вдоль оси образца, а при одноосных испытаниях многоканальной системой регистрации и анализа сигналов акустической эмиссии (АЭ) и измерения скоростей V_p . В комплексе предусмотрена система для всех размеров исследуемых образцов ГП при высоких P создавать изменяющееся поровое давление жидкостями, различной вязкости до 200 МПа, при этом измерять гидравлическую проницаемость. Стабилометр оборудован внешней нагревательной системой до 200 град С для проведения экспериментов, что позволяет проводить трехосные нагружения ГП в условиях высокого P , при применении в качестве сжимающей среды силиконовых жидкостей. Все перечисленные режимы осуществляются в допустимых сочетаниях, которые определяются нагружающими устройствами в стабилометре при высоких P и при одноосных экспериментах. Комплекс RTR-4500 установлен в главном здании ИФЗ РАН в г. Москва (ул. Бол. Грузинская, д. 10, стр. 1).

3.1.2. Испытательно-измерительный комплекс на базе пресса INOVA, оборудованного камерой всестороннего сжатия и системой подачи порового давления. Характеристики пресса INOVA: предельная нагрузка - 1000 кН; система управления - аналоговый PID регулятор; параметры управления - нагрузка, перемещение, акустическая активность, три



дополнительных параметра; точность по нагрузке 2.5 кГ; точность перемещения 0.1 мкм; жесткость 380 кН/мм; всестороннее/поровое давление 200/50 Мпа; размеры образца D=30 мм, H=60 мм. (диаметр 30 мм и высота 60 мм). Управление режимами испытаний производится программами собственной разработки (Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 3696 от 20.07.2004 "Геофизический комплекс INOVA", №4778 от 15.05.2005 "Запись быстрых процессов", № 3695 от 20.07.2004 "Обработка данных INOVA"). Система регистрации основных физических параметров предназначена для записи в цифровом виде осевой и радиальной деформации, осевой нагружающей силы, всестороннего и порового давления. Комплекс оборудован аппаратурой собственной разработки и специализированным программным обеспечением для записи волновых форм ультразвуковых сигналов по различным направлениям. Для многоканальной регистрации волновых форм сигналов АЭ используется отдельная аппаратура и программное обеспечение. Весь пакет программ (управляющих и расчетных) объединен системой синхронизации всех получаемых данных. Обработывающие и расчетные программы последовательно используются в процессе испытаний и дальнейшей обработки полученных данных. Полученные в ходе эксперимента данные после предварительной обработки формируются в единую базу данных, в которой помимо исходных данных хранятся каталоги и бюллетени акустических событий, данные по скоростям распространения упругих волн, фотографии образцов до и после испытания, результаты построения томографических срезов восстановленного поля скоростей, распространения упругих волн и плотности потока акустической энергии, результаты обработки физико-механических характеристик. Комплекс INOVA установлен в филиале ИФЗ РАН — геофизической обсерватории «Борок» (пос. Борок Ярославской обл.).

3.1.3. Набор оборудования для исследования образцов ГП ультразвуковыми волнами при нормальных условиях. В этот набор входят: 1) ультразвуковые датчики с широкой полосой частот генерации и приема ультразвуковых волн продольных (Р) и поперечных (S) волн (0,1÷1 МГц) (производство Olympus NDT); 2) специализированный для этих датчиков генератор-усилитель (производство Panamatrix NDT PR5072, США); 3) специализированный выносной блок АЦП (цифровой осциллограф) Tie Pie 5008, с частотой дискретизации 50 МГц (производство Нидерланды). Алгоритмы защищены патентом РФ "Способ определения неоднородностей упругих и фильтрационных свойств горных пород" с приоритетом от 18.09.2012 года.

3.1.4. Для подготовки проб горных пород к анализу используется парк камнеобрабатывающих станков для подготовки образцов ГП в соответствии с требованиями точности и параллельности оснований образцов, а также оборудования для упаковки в непроницаемую оболочку (жакет) и размещения на ней ультразвуковых датчиков и измерителей деформации.

С использованием данного комплекса оборудования получены уникальные результаты по исследованию механизмов и законов разрушения горных пород, необходимые для



понимания процессов в очаге землетрясения. Также получены уникальные материалы по механизмам и законам деформирования и внутреннему строению пород-коллекторов нефти и газа, позволившие создать новые методы определения фильтрационно-емкостных свойств по результатам исследований скважин и подходы к геомеханическому моделированию месторождений углеводородов.

3.2. Комплекс аналитической и магнитометрической аппаратуры, позволяющий получать достоверную информацию, об элементном и минеральном составе, строении и микроструктуре и о свойствах горных пород. Комплекс сосредоточен в главном здании ИФЗ РАН в г. Москва и в филиале ИФЗ РАН — Геофизической обсерватории «Борок» (пос. Борок Ярославской обл.).

Парк приборов, установленных в главном здании ИФЗ РАН в г. Москва (ул. Бол. Грузинская, д. 10, стр. 1), содержит:

3.2.1. Измерительный комплекс «Палеомаг» для палеомагнитных и петромагнитных исследований 2G модели 755 SRM на базе криогенного SQUID-магнитометра мирового уровня (производство фирмы 2G Enterprises, США). Установка оснащена модулем экранирования магнитометра LMSR-Paleomag для создания гипомагнитных условий при проведении исследований, а также компрессором, системой автоматической подачи образцов, системой размагничивания переменным полем AF Demag 2G и температурой MMTD-80 и импульсным магнетайзером ASC модели IM-100 для создания изотермической остаточной намагниченности в образцах горных пород. В процессе измерения образец находится в состоянии покоя, что позволяет, наряду с высокой чувствительностью прибора, измерять намагниченность практически любых образцов, в том числе и жидких. Максимально допустимый поперечный размер образца составляет 3 см, длина образца не более 3 см; минимальный размер не ограничен. Магнитометр имеет вертикальную ориентацию и оснащен системой автоматической подачи образцов, что позволяет использовать его для автоматической обработки до 99 палеомагнитных образцов за одну смену. Чувствительность прибора составляет порядка $1\text{E}-7$ А/м. Терморазмагничивающая система обладает возможностью создания рTRM – режима. Криогенный магнитометр установлен в немагнитной комнате площадью 12 м^2 производства фирмы Lodestar Magnetics (США), более, чем в 200 раз уменьшающей внешнее магнитное поле. Магнитометр оборудован системой автоматического измерения намагниченности и исследования петромагнитных свойств образцов (разработка: Joseph Kirschvink, CalTech), позволяющей без участия оператора проводить измерения остаточной намагниченности и магнитную чистку переменным полем (AF-чистка) 99 ориентированных образцов. С использованием этой установки возможно также создание нормальной намагниченности (IRM), идеальной намагниченности (ARM), измерение магнитной восприимчивости образца. Криогенный магнитометр установлен в январе 2013 года.



3.2.2. Комплекс измерения остаточной намагниченности образцов, состоящий из трех магнитометров JR-6 (производство Чехия) – классических спин-магнитометров, надежно зарекомендовавших себя в практике мировых палеомагнитных исследований.

3.2.3. Комплекс измерения магнитной восприимчивости, состоящий из трех каппаметров. Входящий в нее каппаметр MFK1-FA (производство AGICO, Чехия) в комплекте с приставкой для каппа-моста 3D-Rotator позволяет автоматически измерять анизотропию магнитной восприимчивости (AMS) цилиндрических образцов и определять ее температурную зависимость.

3.2.4. Вибромагнитометр PMC MicroMag Vibrating Sample Magnetometer Model 3900 введен в эксплуатацию 17 ноября 2015 г. Этот прибор мирового уровня позволяет измерять магнитные свойства широкого спектра материалов, имеет возможность определения большого количества анализируемых параметров и включает функцию построения FORC-диаграмм.

Парк приборов, установленных в ГО «Борок», содержит:

3.2.5. Аналитический комплекс для растровой электронной микроскопии и микроанализа на базе сканирующего электронного микроскопа Vega II LMU (фирма Tescan, Чехия) с интегрированной системой энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 450 и системой волнодисперсионного анализа INCA Wave 700 (фирма Oxford Instruments, Великобритания), а также приставкой для катодолюминесценции Mono CL3 (фирма Gatan, США).

3.2.6. Оптический микроскоп Olympus BX51 (фирма Olympus, Япония, 2001 г.в.) для наблюдений, как в светлом, так и в темном поле отраженного света; максимальный диапазон общего увеличения 1000х, оснащен фотокамерой Olympus 4040.

3.2.7. Автоматический рентгеновский дифрактометр STOE STADI MP (фирма STOE, Германия, 2008 г.в.) с горизонтальным гониометром предназначен для исследования поликристаллических и аморфных веществ посредством съемки рентгенограмм на прохождение и в капиллярах в сходящемся пучке и на отражение в расходящемся пучке на монохроматизированном $\text{Co K}\alpha_1$ -излучении. Прибор позволяет с высокой точностью проводить измерение интенсивностей и углов рентгеновских отражений в диапазоне температур от комнатной до 10000С. Пакет программ обеспечивает автоматическое проведение качественного и количественного рентгенофазового анализа, определение средних размеров кристаллитов и искажений кристаллической решетки, индицирование рентгенограмм и определение метрики элементарной ячейки поликристаллических веществ. Линейный позиционно-чувствительный пропорциональный детектор PSLD (с углом охвата 60 и разрешением 0.020) дает возможность значительно сократить время проведения рентгеновского эксперимента без потери качества полученных результатов.

3.2.8. Схронный термоанализатор STA 409 PG Luxx Luxx (NETZSCH, Германия, 2008 г.) для проведения анализов изменения массы и преобразований энергии при исследовании физико-химических процессов превращения веществ. Прибор оснащен ТГ-ДТА сенсором,



что позволяет в одном эксперименте для одного и того же образца выполнять измерения изменения массы (с разрешением 2 мкг) и тепловых эффектов при температурах от комнатной до 1500 °С в контролируемой (окислительной или инертной) среде.

3.2.9. Термомагнитный анализатор фракций (магнитные весы) - определение фазового состава ферромагнитной компоненты образцов горных пород по измерению зависимости намагниченности насыщения от температуры. Прибор разработан и изготовлен в ГО «Борок» ИФЗ РАН.

3.2.10. Два трехкомпонентных и один двухкомпонентный термомагнитометры, предназначенные для получения температурной зависимости величины компонент вектора остаточной намагниченности в интервале от комнатной температуры до 700 °С. Эти приборы применяются для проведения работ по определению палеонапряжённости и магнетоминералогического состава ферромагнитной фракции горных пород. Трехкомпонентный и двухкомпонентный термомагнитометры разработаны и изготовлены в ГО «Борок» ИФЗ РАН и не имеют аналогов в России и за рубежом.

3.2.11. Магнитометрическую установку Variable Field Translation Balance Electro-Magnetic (Magnetic Measurements Ltd, U.K., 2010 г.в.), предназначенную для измерения температур Кюри, создания нормальной остаточной намагниченности, измерения петель гистерезиса и магнитной восприимчивости в различных температурных интервалах.

С использованием данного комплекса оборудования получены уникальные результаты по магнетизму горных пород из различных регионов России и мира. В результате получены новые результаты по тонкой структуре магнитного поля Земли, необходимые для параметризации моделей геодинамо. Также разработан новый макет палеомагнитной шкалы раннего палеозоя, который описывает основные характеристики изменения полярности геомагнитного поля на протяжении этого периода. Характер изменения полярности магнитного поля до последнего времени был хорошо известен только начиная с позднего палеозоя. Шкала магнитной полярности является важным, а иногда и единственным средством изучения взаимосвязи процессов, происходящих во внутренних оболочках Земли с важнейшими событиями геологической истории.

4. ИФЗ РАН обладает широким комплексом оборудования для производства полевых геофизических наблюдений.

4.1. Комплекс сейсмологического оборудования для производства режимных и полевых инструментальных сейсмических исследований. Комплекс включает широкий парк сейсмических приемников от классических отечественных разработок (СМ-3) и сейсмических станций на основе акселерометров Guralp до инновационных систем локальных сейсмических сетей и четырехкомпонентных сейсмоакустических станций. Данное оборудование позволяет выполнять как длительные режимные наблюдения и решать фундаментальные задачи в области сейсмологии, так и обеспечивать развертывание локальных сейсмических сетей с высокой степенью автономности в районах проектирования и размещения ответственных объектов ТЭК.



4.2. Комплект геодезического оборудования, включающий высокоточные ГНСС-приемники ГЛОНАСС/GPS, а также наклонмерно-деформометрические комплексы, позволяет выполнять фундаментальные исследования в области современной геодинамики тектонически активных структур и проводить оценку геодинамической опасности ответственных инженерных сооружений.

4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований

За отчетный период ИФЗ РАН созданы и ныне поддерживаются следующие научные коллекции:

2013 г.

Коллекция ориентированных образцов и геохимических проб для комплексных палеомагнитных и изотопно-геохронологических исследований протерозойских и девонских дайковых комплексов севера Кольского полуострова. Всего отобрано 600 образцов и 15 геохимических проб.

Статус – локальный.

2014 г.

1. Коллекции ориентированных образцов для палеомагнитных исследований, отобранных из рифейских и нижнепалеозойских осадочных и вулканических пород Юдомо-Майского района (восток Республики Саха-Якутия, обнажения долины р. Белой) - 550 образцов, общим весом ~200 кг.

2. Коллекции образцов для геохимических и изотопных исследований, отобранных из рифейских и нижнепалеозойских осадочных и вулканических пород Юдомо-Майского района (восток Республики Саха-Якутия, обнажения долины р. Белой) - 240 образцов, общим весом ~150 кг.

Статус – локальный.

3. Коллекция образцов из позднеголоценовых лавовых потоков и пепловых прослоев почвенно-пирокластического чехла вулканов Ключевской и Шивелуч - 380 образцов, общим весом около 150 кг.

Статус – локальный.



4. Коллекция ориентированных образцов из опорного разреза пермо - триасовых осадочных пород в районе г.Пучеж (Нижегородская область) - 215 ориентированных штучков.

Статус – локальный.

5. Коллекции обожженных артефактов (обломки кирпичей и керамики) для археоманнитных исследований из археологических памятников древней Булгарии и ее столицы – города Булгар (XI-XIV века нашей эры) - 470 образцов фрагментов кирпичей и керамики, общим весом 170 кг.

Статус – локальный.

6. Коллекция образцов Приладожского района (породы).

Статус – локальный.

2015 г.

1. Минералогическая коллекция тектонитов из зон сейсмогенных разломов» - 50 образцов.

Статус – локальный.

2. Минералогическая коллекция разновидностей дайковых образований основного и ультраосновного состава - 70 образцов.

Статус – локальный.

3. Минералогическая коллекция пород девонского возраста для проведения палеомагнитных исследований, Кольский полуостров – 370 образцов общим весом 90 кг.

Статус – локальный.

4. Минералогическая коллекция пород пермо-триасовых комплексов Германии для проведения палеомагнитных исследований– 353 образца общим весом 40 кг.

Статус – локальный.

5. Минералогическая коллекция пород пермо-триасовых комплексов окрестностей г. Пучеж, Россия для проведения палеомагнитных исследований– 70 образца общим весом 20 кг.

Статус – локальный.

6. Минералогическая коллекция пород пермо-триасовых комплексов в окрестностях пос. Недубово для проведения палеомагнитных исследований– 152 образца общим весом 40 кг.

Статус – локальный.

7. Минералогическая коллекция пород пермо-триасовых комплексов Оренбургской области для проведения палеомагнитных исследований– 450 образцов общим весом 100 кг.

Статус – локальный.

8. Минералогическая коллекция пород пермо-триасовых комплексов Красноярского края для проведения палеомагнитных исследований– 400 образцов общим весом 110 кг.

Статус – локальный.



9. Минералогическая коллекция пород юрских комплексов Крыма для проведения палеомагнитных исследований – 150 образцов общим весом 50 кг.

Статус – локальный.

10. Минералогическая коллекция пород верхнего ордовика и нижнего силура, река Нюя, республика Саха (Якутия) для проведения палеомагнитных исследований – 307 образцов общим весом ок. 100 кг.

Статус – локальный.

11. Археомагнитная коллекция разновозрастных памятников второго тысячелетия н.э. (Ярославская, Новгородская, Московская и Брянская области) для определения палеонапряженности геомагнитного поля. – 200 образцов общим весом 80 кг.

Статус – локальный.

7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

В отчётный период ИФЗ РАН были выполнены, в частности, следующие работы в интересах развития регионов РФ:

1. "Уточнение сейсмической опасности Крыма в связи с развитием транспортной и энергетической инфраструктуры"

По результатам комплексных сеймотектонических исследований и изучения активных разломов земной коры составлена новая карта зон вероятных ожидаемых землетрясений юго-восточной части Крымского полуострова и прилегающих акваторий Черного и Азовского морей. Актуальность работы обусловлена крайней необходимостью проектирования и создания инфраструктуры транспортных объектов и энергоснабжения республики Крым.

в 2015 году выполнены работы по договору «Оценка сейсмических воздействий для пяти участков проектирования строительства транспортного перехода через Керченский пролив». (Заказчик ЗАО «Институт Гипростроймост-Санкт-Петербург»). Очевидно, что строительство данного путепровода является стратегически важным для данного региона.

По заказу Минстроя России в сжатые сроки подготовлены СП 14.13330.2014 «СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах» (редакция), включая комплект карт ОСР-2015 (распространяется на территорию Крыма) и Приложение А (обязательное) «Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации ОСР-2015. Список пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с указанием фоновой сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности – А (10%), В (5%), С (1%) в течение 50 лет»

2. В 2012-2015 гг выполнены комплексы сейсмологических и сеймотектонических исследований и микторайонирование по трассам магистральных газопроводов «Восточная Сибирь-Тихий океан», "Сила Сибири"», «Южный поток». Эти системы транспорта угле-



водородов имеют важное экономическое значение как для указанных регионов, так и для Российской Федерации в целом.

3. В 2013 году проведены сеймотектонические и сейсмологические исследования (уточнение исходной сейсмичности) и сейсмическое микрорайонирование в составе инженерно-геологических изысканий для разработки проектной и рабочей документации на строительство объекта: "Стадион Чемпионата мира ФИФА в г.Калининграде", по заказу Министерства строительства Калининградской области разработано техническое задание на проведение мероприятий по оценке сейсмической опасности территории для строительства объектов жилого фонда и социальной сферы.

8. Стратегическое развитие научной организации

Основные положения стратегии развития ИФЗ РАН зафиксированы в пояснительной записке к Дорожной карте развития Института и состоят в следующем:

1. В области фундаментальных исследований – последовательное увеличение доли конкурсного финансирования за счёт привлечения грантов РФ, РФФИ и других отечественных и зарубежных фондов, с одновременным сохранением работ перспективной направленности, финансируемых в рамках Государственного задания. Проведение ориентированных фундаментальных исследований, направленных на развитие имеющегося фундаментального задела в направлениях реализации Стратегии научно-технологического развития и в целях расширения спектра оказываемых услуг. Примером таких исследований служат гранты РФФИ и РФФИ ОФИ_М, подробное описание которых приведено в соответствующем разделе.

2. В области прикладных и поисковых исследований – привлечение финансирования в рамках ФЦП и проектов Фондов перспективного развития. Анализ направлений, в которых могут быть достигнуты наиболее значимые результаты, с учётом имеющейся в ИФЗ РАН инфраструктуры, приборной базы и фундаментального задела. Развитие стратегического партнёрства с органами государственной власти, предприятиями оборонно-промышленного и топливно-энергетического комплекса с целью совместного проектирования и выпуска научно-технической продукции. ИФЗ РАН выполняет значительный объём исследований в интересах Министерства обороны РФ, МЧС РФ и Минстроя РФ. Стратегическими партнёрами ИФЗ РАН являются, в частности: АО «Концерн «Морское подводное оружие - Гидроприбор», ФГУП «Октябрь». ИФЗ РАН является участником технологических платформ «Технологии экологического развития» и «Технологии добычи и использования углеводородов».

3. Последовательное увеличение объёма научно-технических услуг, оказываемых предприятиям реального сектора экономики. Поиск новых областей сбыта продукции и услуг. За отчётный период, в частности, получили развитие работы в области: инженерно-геофизических изыскания на шельфе при строительстве добывающей инфраструктуры ТЭК, а также – проектировании мостовых переходов, экспериментальных исследований



и петрофизического моделирования при поисках и разведке углеводородов. С целью интенсификации соответствующей работы создано структурное подразделение: Отдел закупок и договорных отношений, разработаны и введены в действие регламенты договорной работы и административного делопроизводства. ИФЗ РАН принимает активное участие в выставочной деятельности, направленной на продвижение выполняемых работ и услуг, включая такие значимые выставки, как: «Недра», «Импортозамещение», «Научное приборостроение».

4. В области подготовки кадров – развитие аспирантуры ИФЗ РАН и работа в области интеграции науки и образования, сотрудничества с ведущими вузами. За отчётный период были обновлены лицензия на образовательную деятельность и получена аккредитация аспирантуры ИФЗ РАН в соответствии с новым законом об образовании. Постоянно увеличивается количество обучающихся аспирантов в соответствии с контрольными цифрами приёма, выделяемыми ИФЗ РАН Министерством образования на конкурсной основе. Помимо этого в аспирантуре ИФЗ РАН ведётся обучение на платной основе, в том числе – иностранных граждан. На основании соглашения с МГУ имени М.В.Ломоносова в ИФЗ РАН действует Научно-образовательный центр МГУ-ИФЗ РАН, что позволяет образом готовить лучших студентов к работе и обучению в аспирантуре ИФЗ РАН. Помимо этого, работа НОЦ предусматривает участие сотрудников ИФЗ РАН в преподавании в МГУ. Помимо МГУ ИФЗ РАН сотрудничает с такими ведущими вузами как Московский физико-технический институт и Сколковский институт науки и технологий.

5. В области международного сотрудничества – приглашение ведущих мировых учёных для организации лабораторий и проведения исследований в ИФЗ РАН. В частности, в отчётном периоде крупнейший магнитолог Ив Галле (Франция, Парижский институт физики Земли) проводил исследования в рамках гранта № 14.Z50.31.0017 Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования, научных учреждениях государственных академий наук и государственных научных центрах Российской Федерации «Эволюция геомагнитного поля и взаимодействие планетарных оболочек». Исследования по гранту продолжаются, готовятся заявки на новые аналогичные гранты.

В целом, стратегия развития ИФЗ РАН направлена на реализацию положений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, в том числе:

1. Проведение фундаментальных исследований, направленных на выявление новых больших вызовов (это, в частности, вызовы, связанные с вероятными изменениями магнитного поля Земли, проявлением техногенной сейсмичности в районах активного освоения природных ресурсов, активизацией ныне пассивных вулканических областей и др.)

2. Реализацию государственных задач, связанных с укреплением обороноспособности, обеспечением экологической безопасности, оценкой и снижением природно-техногенного (в том числе - сейсмического) риска, импортозамещением.



3. Вовлечение в проекты перспективного развития отраслей экономики, связанных с рациональным природопользованием, экологией, поиском и разведкой полезных ископаемых и другими смежными направлениями развития.

Таким образом, в ИФЗ РАН реализован полный цикл исследований: от фундаментальных — через поисковые и прикладные — к оказанию научно-технических услуг В перспективе целесообразно создание на базе ИФЗ РАН Федерального исследовательского центра (ФИЦ).

Интеграция в мировое научное сообщество

9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год

1. Международная программа геомагнитных наблюдений Интермагнет (INTERMAGNET)

Страны-участники: Австралия, Австрия, Алжир, Аргентина, Бельгия, Болгария, Бразилия, Венгрия, Восточное Самоа, Вьетнам, Германия, Греция, Дания, Индия, Ирландия, Испания, Италия, Казахстан, Канада, Китай, Новая Зеландия, Пакистан, Перу, Польша, Республика Корея, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, США, Турция, Украина, Финляндия, Франция, Хорватия, Чехия, Чили, Швейцария, Эфиопия, ЮАР, Япония

Наименование основного иностранного партнера - Парижский Институт физики Земли, Франция

Название проекта - Международная программа геомагнитных наблюдений Интермагнет (INTERMAGNET)

Период реализации - 23.03.2007 – 23.03.2019 гг.

Описание полученных результатов - В ГО «Борок» ИФЗ РАН функционирует магнитометрическая станция INTERMAGNET. Проводятся абсолютные геомагнитные наблюдения. Полученные геомагнитные данные поступают в базу данных ГО «Борок» ИФЗ РАН, затем передаются в Российский координационный центр INTERMAGNET в Геофизическом центре РАН и оттуда — в мировую сеть INTERMAGNET.

2. Программа «Пан-Евразийский эксперимент» (PEEX)

Страны-участники: Австрия, Бельгия, Великобритания, Германия, Греция, Дания, Италия, Канада, Китай, Норвегия, Нидерланды, Россия, США, Украина, Финляндия, Франция, Швеция, Швейцария, Эстония, Япония

Наименование основного иностранного партнера - оргкомитет Программы «Пан-Евразийский эксперимент», Хельсинский университет, Финский метеорологический институт

Название проекта - PEEX Пан-Евразийский эксперимент

Период реализации - 2015 - 2017 гг.



Описание полученных результатов - РЕЕХ включает научные исследования, модернизацию образования и развитие исследовательской инфраструктуры для разработки новых климатических сценариев и оценки предстоящего развития Северной Евразии. В ГО «Борок» ИФЗ РАН в рамках программы РЕЕХ ведутся исследования электрического состояния и динамики атмосферного пограничного слоя над сушей средних широт. В 2015 г. исследованы электродинамика формирования утреннего турбулентного планетарного пограничного слоя, динамика электрического поля и проводимости приземной атмосферы, фрактальные свойства атмосферного электрического поля и тока. Результаты исследований доложены на 1-й Международной конференции РЕЕХ и 5-м совещании РЕЕХ (Хельсинки, 10 – 13 февраля 2015).

3. Программа SAMNET (The UK Sub-Auroral Magnetometer Network)

Страны-участники: Великобритания (координатор), Россия, Финляндия, Швеция, Норвегия.

Наименование иностранного партнера - Университет Ланкастера (группа SAMNET Отделения Систем Коммуникации)

Название проекта - SAMNET Исследование электромагнитных волновых процессов в земной магнитосфере и ионосфере и взаимодействие геосферных оболочек

Период реализации - 2005 - 2015 гг.

Описание полученных результатов - В 2005-2015 г. на ГО «Борок» ИФЗ РАН проводились непрерывные наблюдения низкочастотных геомагнитных полей. Результаты наблюдений представлены на веб-сайтах сети SAMNET и базы данных ГО «Борок» ИФЗ РАН.

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год

1. Фонд / Программа - Программа сотрудничества по договору

Страна - Азербайджан

Наименование иностранного партнера - Институт геологии и геофизики Национальной академии наук Азербайджана (ИГГ НАНА)

Название проекта - «Сейсмический режим и кинематические предвестники сильных землетрясений территории Азербайджана, приграничных областей Дагестана (Россия) и западного побережья Каспийского моря»

Период реализации - 2004-2019 гг.

Описание полученных результатов - Координационный прогностический центр ИФЗ РАН передал и установил в РЦСС НАНА программы обработки первичных сейсмологи-



ческих данных для расчета кинематических прогностических параметров. В краткосрочном варианте еженедельно рассчитываются прогностические кривые. Выделяется тревожный интервал времени. По сопоставлению аномалий на прогностических кривых на ряде сейсмических станций оценивается возможный район возникновения землетрясения. Учитывая ретроспективные результаты прогнозирования, указывается вероятный диапазон магнитуд. Наиболее важным результатом исследований в 2015г является выявление и оконтуривание потенциально сейсмически опасных зон и дальнейший мониторинг в реальном времени за их изменениями, что позволяет своевременно обнаружить предвестник землетрясения. На основе анализа результатов расчета кинематического предвестника по данным сети станций определена информативность отдельных станций, уровень фона, уровень и длительность аномалии. Пространственное распределение параметра ТАУ позволило оконтурить опасную зону и следить за ее развитием во времени. Выявлена связь аномалий с имевшей место в этот период сейсмичностью на территории Азербайджана и приграничных территориях РФ. Кинематический предвестник дает аномалии на землетрясения с $m_l=4-5$ на расстоянии до 300 км, (Азербайджан и приграничные области Дагестана и Осетии), на землетрясения с $m_l=5-6$ на расстоянии до 400 км, (Грузия, Северный Кавказ РФ), на землетрясения с $m_l \geq 7$ – до 500 км (включая Турцию, Иран). Таким образом, накоплен значительный опыт мониторинга в режиме близком к реальному времени и прогнозирования землетрясений на средне- и долгосрочном уровне. По результатом совместных работ опубликовано 3 статьи и сделан ряд докладов на конференциях.

2. Фонд / Программа - Программа долгосрочного экономического сотрудничества Российской Федерации и Республики Армения на период до 2020; сотрудничество в рамках МПК

Страна - Армения

Наименование иностранного партнера - Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А.Назарова Академии наук Армении (ИГИС НАН РА)

Название проекта - «Изучение сейсмичности и глубинного строения Кавказа на территории Республики Армения»

Период реализации - 2013-2020 гг.

Описание полученных результатов - Проект направлен на решение фундаментальных проблем современной геодинамики, сейсмологии и геофизики, включая изучение напряженного состояния литосферы и потенциальных полей, и актуальных прикладных задач оценки сейсмической опасности и сейсмического риска. Целью сотрудничества также является повышение эффективности обработки, анализа и интерпретации данных геофизических полей в различных геологических условиях. В соответствии с Планом мероприятий на 2014-2017 годы по реализации Программы долгосрочного экономического сотрудничества Российской Федерации и Республики Армения на период до 2020 года (тема № 19 по перечню мероприятий на 2014-2017гг) в 2014-2015 г. собраны данные о землетрясениях на сейсмических станциях Кавказа с 1961 по 2013 годы для составления унифициро-



ванных бюллетеней и каталогов кавказских землетрясений и проведен анализ и корректировка данных региональных бюллетеней Кавказа для дальнейшего использования их для переопределения координат гипоцентров землетрясений и построения скоростной модели региона. В соответствии с п. 8.10 Протокола шестнадцатого заседания Межправительственной комиссии по экономическому сотрудничеству между Российской Федерацией и Республикой Армения проводится анализ данных сейсмологических бюллетеней Кавказа с 1990 по 1999гг и переопределение координат гипоцентров землетрясений Кавказа за этот период для планирования оптимальной сети сейсмических наблюдений на территории Армении.

3. Фонд / Программа - РФФИ 13-05-92602

Страна - Великобритания

Наименование иностранного партнера - Университет г. Шеффилда

Название проекта - «Многофакторный анализ и моделирование ионосферных возмущений»

Период реализации - 2013-2014 гг.

Описание полученных результатов - Выполнен всесторонний анализа возмущений в нижней ионосфере на основе ОНЧ/НЧ наблюдений в связи с различными факторами. Было изучено как влияние природных катастроф (землетрясений, цунами, извержений вулканов и тропических циклонов), так и влияние космической погоды (магнитные бури, протонные вспышки, потоки релятивистских электронов) и солнечной активности (рентгеновские вспышки). Опубликовано 7 работ в журналах, входящих в системы цитирования.

4. Фонд / Программа - РФФИ № 15-55-10055

Страна - Великобритания

Наименование иностранного партнера - Университет г. Ливерпуль

Название проекта - Напряженность и изменчивость магнитного поля Земли в палеозое

Период реализации - 2015 - 2016 гг.

Описание полученных результатов - Проект посвящен тестированию гипотезы существования эпох гиперактивного состояния геомагнитного поля на протяжении геологической истории. Получены результаты, поддерживающие гипотезу гиперактивного состояния геомагнитного поля в девонскую эру.

5. Фонд / Программа - РФФИ 13-05-91330а_ННИО

Страна - Германия

Наименование иностранного партнера - Свободный университет Берлина,

Институт геофизики Польской Академии наук,

Геофизический институт Чешской Академии наук

Название проекта - «Трехмерное электро-магнитное моделирование Трансьевропейской шовной зоны (EMTESZ-3D)»

Период реализации - 2013-2014 гг.



Описание полученных результатов - Разработан и применен для изучения геоэлектрической структуры литосферы Трансъевропейской шовной зоны (TESZ) комплекс методов трехмерной интерпретации данных глубинных электромагнитных зондирований. Выполнено сгущение региональной сети наблюдений в Германии, Польше и Калининградской обл. Построена серия разрезов и объемных моделей региона. Выявлены яркие аномалии электрических свойств в осадочном чехле, земной коре и верхней мантии.

6. Фонд / Программа - грант РФФИ № 15-55-45064-Инд_a

Страна - Индия

Наименование иностранного партнера - Индийский Институт Геомагнетизма, Мумбаи

Название проекта - Электромагнитные УНЧ излучения на низких широтах: магнитосферные, атмосферные и литосферные источники

Период реализации - 2015 - 2016 гг.

Описание полученных результатов - Проведен анализ механизмов генерации э/м излучений диапазона от мГц до Гц в различных геофизических средах. Обнаружены периодические возмущения ионосферы и геомагнитного поля на приэкваториальных широтах во время магнитных бурь.

7. Фонд / Программа - Программа сотрудничества по договору РАН

Страна - Китай

Наименование иностранного партнера - Китайская администрация по землетрясениям по Отделению провинции Гуандун

Название проекта - «Анализ цунамиопасности на Юго-Востоке Китая с целью изучения следов палеоцунами в районе Южно-Китайского и Японского морей и реконструкция истории палеоцунами»

Период реализации - 2009 - 2015 гг.

Описание полученных результатов - Совместно с китайскими специалистами проведено исследование прибрежной зоны Южно-Китайского моря в провинции Гуандонг КНР с целью поиска следов древних цунами на южном побережье страны. Выполнено изучение нескольких бухт и двух островов на побережье юго-западной части КНР. Результаты геолого-геоморфологических работ показали, что Южно-Китайское море и его ближайшее береговое обрамление являются опасными с точки зрения прихода цунами от сейсмоактивных зон Филиппин и Тайваня на западные и северо-западные прибрежные зоны Южно-Китайского моря. Собранные данные о палеоцунами позволяют датировать, по меньшей мере, три таких древних катастрофы, произошедших в течение последней тысячи лет (около 350, 650 и 960 лет тому назад). Можно оценить высоту заплеска этих древних волн цунами. Она составляла более 7 метров, а местами превышала 15 м. Протяженность охваченного волнами палеоцунами берега моря оценивается в несколько сотен (до первой тысячи километров), что дает возможность отбраковать их от проявлений древних тайфунов, также характерных для региона. По результатам работ сделан доклад, статья направлена в печать.



8. Фонд / Программа - РФФИ 12-05-91166-ГФЕН_a

Страна - Китай

Наименование иностранного партнера - Институт геологии и геофизики Китайской Академии наук

Название проекта - «Анализ данных проекта EHS3D и коррекция их искажений: углубленное изучение фазового тензора импеданса и горизонтального магнитного тензора»

Период реализации - 2012-2013 гг.

Описание полученных результатов - Получены сводные импедансные кривые по результатам совместных наблюдений ЭМ полей с аппаратурой Phoenix и LEMI в более чем 50 пунктах зондирования в Восточном Тибете. С помощью синхронных наблюдений и многоточечной обработки данных достигнута высокая точность стыковки фазовых импедансных кривых для двух типов аппаратуры. Обеспечено надежное вычисление фазового тензора импеданса, приоритетно использованного при дальнейшей интерпретации. Вовлечены в интерпретацию магнитовариационные данные, свободные от приповерхностных искажений. Эти данные получены не только на профилях EHS-2 и EHS-3, но и в геомагнитных обсерваториях. Выполнена совместная 2D+ инверсия всей совокупности данных, подавляющая их 3D искажения. На субмеридианальном профиле EHS-3 длиной 1300 км, секущем все структуры Восточного Тибета, повышено разрешение верхнекоровых аномалий электропроводности.. Выявлены интенсивные проводящие аномалии в центре и на севере Тибетского массива в корово-мантийном диапазоне глубин 20-100 км, вызванные подъемом флюидов из погружающихся к центру Тибета Индийской и Таримской литосферных плит. Литосферная мантия в диапазоне глубин 100-180 км имеет достаточно высокое сопротивление. "Астеносферные" аномалии электропроводности проявляются с глубины ~180-200 км, их латеральное положение хорошо коррелируется с положением вышележащих корово-мантийных аномалий. Выявленные геоэлектрические структуры флюидно-термической природы коррелируются с рядом низкоскоростных сейсмических структур. Область повышенной корово-мантийной электропроводности совпадает в плане с отрицательной литосферной аномалией вертикальной компоненты постоянного магнитного поля по спутниковым наблюдениям CHAMP, свидетельствующей о существенном подъеме поверхности Кюри в центральной части Тибета. В Институте геологии и геофизики Китайской АН внедрена разработанная в ЦГЭМИ ИФЗ РАН программная система многоточечной обработки синхронных данных МТЗ/МВЗ зондирований.

9. Фонд / Программа - РФФИ 13-05-91168-ГФЕН_a

Страна - Китай

Наименование иностранного партнера - Институт по изучению землетрясений Китайской администрации по землетрясениям, Пекин

Название проекта - «Развитие передовых технологий и геоинформационных ресурсов, связанных с оценкой последствий землетрясений, сейсмическим районированием, а также со средне- и краткосрочным прогнозом землетрясений»



Период реализации - 2013-2014 гг.

Описание полученных результатов - Выявлены структурно-тектонические особенности строения сейсмогенерирующих зон сильнейших землетрясений в приграничной зоне Китая, России и центрально-азиатских стран СНГ. Построены детальные сеймотектонические карты территории приграничных районов России и Китая. Создана система мониторинга сейсмической активности на сопредельных территориях. Производилось развитие передовых технологий и геоинформационных ресурсов, направленных на оценку последствий землетрясений, сейсмическое районирование, а также на средне- и краткосрочный их прогноз. Разработаны новые методы мониторинга зон подготовки землетрясений, в том числе с применением космических технологий. Выполнены полевые геологические, геодезические, геофизические и дистанционные наблюдения в зонах наиболее опасных активных разломов. Обследованы с сеймотектонической и сейсмологической позиций эпицентральные зоны недавних сильных землетрясений, произошедших в пограничной области Китая, стран Центральной Азии и России.

10. Фонд / Программа - грант Норвежского совета по научно - исследовательской работе № 246725

Страна - Норвегия

Наименование иностранного партнера - Университетский Центр на Свалбарде

Название проекта - Комплексное изучение высокоширотных атмосферных возмущений и волновых процессов

Период реализации - 2015 - 2018 гг.

Описание полученных результатов - Проект направлен на исследования электромагнитных возмущений магнитного поля Земли в высоких широтах по данным различных наземных приборов, расположенных на о. Шпицберген, и данным спутниковых наблюдений. Проводится сопоставление высокоширотных возмущений космической погоды по наблюдениям авроральных свечений и вариаций геомагнитного поля.

11. Фонд / Программа - Программа Российско-Польского научно-технического сотрудничества на 2012-2014 гг

Страна - Польша

Наименование иностранного партнера - Институт нефти и газа, Краков

Название проекта - «Методология применения геофизических данных с целью мониторинга геодинамических процессов в гетерогенной среде и подземном хранилище. Определение необходимых измерительных приборов»

Период реализации - 2012-2014 гг.

Описание полученных результатов - На основе пассивных сейсмических методов разработана методика и аппаратура для геофизического мониторинга геодинамических процессов в геологически-неоднородных средах, в том числе в нефтегазовых месторождениях при их эксплуатации, включая контроль подземных хранилищ. Методика основана на выделении аномалий в спектре глубинного микросейсмического волнового поля в



районе предполагаемых запасов углеводородов, подземных вод и т.п. Существенным преимуществом этой методики является использование естественной сейсмичности Земли и отсутствие необходимости использования искусственных источников сейсмических сигналов (вibrаторов, пушек). Решение этих новых задач геофизической разведки требует применения аппаратуры непрерывной регистрации, широкого частотного диапазон регистрируемых частот (от долей герца до десятков килогерц), одновременной регистрации аномалий напряженного состояния, земного прилива и других геофизических параметров. Существенным преимуществом этой методики является использование естественной сейсмичности Земли и отсутствие необходимости использования искусственных источников сейсмических сигналов (вibrаторов, пушек). Результаты исследований доложены на двух международных конференциях «ГЕОПЕТРОЛЬ», проводимой Краковским Институтом нефти и газа, а также международной конференции «Инжиниринг и телекоммуникации 2014», проводившейся Московским физико-техническим институтом.

12. Фонд / Программа - Проект НАСА «Инсайт» («Insight», NASA)

Страна - США

Наименование иностранного партнера - Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства, НАСА

Название проекта - Проведение сейсмического эксперимента на Марсе «Инсайт»: «Внутреннее строение Марса», «Изучение внутреннего строения планеты по регистрации метеоритных ударов»

Период реализации - 2015 - 2018 гг.

Описание полученных результатов - Участие в работе двух подгрупп научной части проекта НАСА по проведению сейсмического эксперимента на Марсе «Инсайт». Первая группа «Внутреннее строение Марса» включает как моделирование внутреннего строения Марса, так и расчеты времен прихода сейсмических волн с оценкой их амплитуд на поверхности планеты для заданных сейсмических моделей. Вторая группа – «Изучение внутреннего строения планеты по регистрации метеоритных ударов». Роскосмос в проекте не участвует.

13. Фонд / Программа - Программа сотрудничества в рамках МПК

Страна - Туркмения

Наименование иностранного партнера - Институт сейсмологии и физики атмосферы Академии наук Туркменистана (ИСИФА АНТ)

Название проекта - Мониторинг геодинамической и сейсмической активности, оценка сейсмической опасности на различных пространственно – временных уровнях

Период реализации - 2013-2018 гг.

Описание полученных результатов - В области сотрудничества по исследованию современной геодинамики сейсмоактивных и нефтегазоносных регионов проведено формулирование первоочередных задач, формирование рабочих групп и проработка вопросов планирования совместных исследований; подготовлен ряд докладов совместно с туркмен-



скими коллегами и продолжается работа над коллективной монографией «Современная геодинамика сейсмоактивных и нефтегазоносных регионов Туркменистана». С 2008 года проводится совместное изучение напряженного состояния литосферы сейсмоактивных регионов Туркмении. С этой целью на основе данных из бюллетеней Международного сейсмологического центра (International Seismological Centre, United Kingdom) и данных сейсмических станций Туркмении создается единая база сейсмологических данных о механизмах очагов землетрясений для территории Копетдага и прилегающих сейсмоактивных регионов. Получение полной информации о характере деформирования литосферы региона может служить основой понимания процессов подготовки и реализации землетрясений, построения геодинамических моделей и анализа возможных геозкологических сценариев развития региона. В ходе совместной работы опубликованы данные по механизмам очагов землетрясений Копетдага за 2003-2009 годы в приложениях к семи сборникам "Землетрясения Северной Евразии", издаваемым ФИЦ ЕГС РАН.

14. Фонд / Программа - Программа сотрудничества в рамках МПК

Страна - Туркмения

Наименование иностранного партнера - Институт сейсмологии и физики атмосферы Академии наук Туркменистана (ИСИФА АНТ)

Название проекта - Изучение эволюции геомагнитного поля на территории Туркменистана на протяжении последних нескольких тысячелетий в связи с разработкой планетарных геомагнитных моделей, восстановлением истории солнечной активности, определением связи между геомагнитными вариациями и изменениями климата

Период реализации - 2015-2018 гг.

Описание полученных результатов - Согласовано проведение палеомагнитных исследований уникального геологического комплекса - такырных отложений в районе Данатинского коридора, а также проведение палеосейсмологического анализа и выявления следов древних землетрясений на протяжении последних тысячелетий.

15. Фонд / Программа - РФФИ 12-05-91373-СТ_a

Страна - Турция

Наименование иностранного партнера - Университет Невшехир, Университет Чанаккале

Название проекта - «Определение анизотропной скоростной структуры коры, литосферы и астеносферы Анатолийской плиты по поверхностным волнам, Р и S приемным функциям, аномалиям времени телесеismicческих Р и S волн и расщеплению волн SKS»

Период реализации - 2012-2013 гг.

Описание полученных результатов - Проведено исследование глубинной структуры Анатолийской плиты путем совместного обращения приемных функций продольных и поперечных волн, дисперсионных кривых поверхностных волн, телесеismicческих аномалий времени пробега продольных и поперечных волн и расщепления поперечных волн в фазе SKS. Для выполнения этой работы потребовалось обследовать данные нескольких



сотен сейсмических станций трех различных сейсмических сетей на территории Анатолийской плиты и сформировать виртуальную сеть из относительно небольшого числа (15) лучших сейсмических станций с самым большим и наиболее качественным архивом. В результате этой работы мы получили данные о топографии границы Мохо, границы литосфера-астеносфера и границ в переходной зоне мантии.

16. Фонд / Программа - РФФИ 13-05-90453-Укр_ф_а О.Н.

Страна - Украина

Наименование иностранного партнера - ГУ Львовская политехника

Название проекта - «Деформации разномасштабных тектонических структур Восточной Европы на основе спутниковых измерений и их отражение в сейсмичности»

Период реализации - 2013-2014 гг.

Описание полученных результатов - Выполнена систематизация кинематических характеристик движений и деформаций земной коры по данным глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС: GPS/ГЛОНАСС) и наземных геодезических наблюдений на разномасштабных тектонических структурах Европейской части России. Создан банк данных GPS/ГЛОНАСС. Данные банка использованы для получения значений точных координат в Международной Земной системе отчета (ITRF). Проведены повторные ГЛОНАСС+GPS наблюдения на геодинамических сетях Восточно-Европейской платформы, Балтийского щита и Северного Кавказа. Впервые выполнены ГЛОНАСС+GPS измерения на пунктах в Крыму. Выполнена обработка данных измерений ГЛОНАСС+GPS по программе Bernese 5.0. Определены координаты пунктов в разных системах координат (ITRF, WGS84, локальной) и их точность, изменения координат и их скорости за разные временные интервалы. Определены значения скоростей горизонтальных движений и их направление для нескольких десятков пунктов геодинамической сети. Установлена идентичность горизонтальных смещений Российской части Восточно-Европейской платформы общему глобальному движению Евразийской тектонической плиты. Установлено, что в пределах территорий, которые считаются монолитными блоками, имеются локальные более динамичные во времени участки. Движения на этих участках носят знакопеременный характер, смещения и скорости движений в отдельные периоды на порядок больше, чем на окружающих территориях. Данные мониторинга ГНСС на Северном Кавказе в составе международных проектов использованы при создании геодинамической модели перемещений в зоне коллизии Евразии и Аравии. Полученные вектора скоростей движений и деформаций земной коры отражены на соответствующих картах за 2012-2014 гг. Выполнено сравнение координат пунктов, вычисленных с использованием разных навигационных систем. Сопоставление данных одновременных наблюдений ГЛОНАСС и GPS в режиме статика дифференциальным методом на одних и тех же пунктах показало, что при сопоставимой точности получаемых результатов значения плановых и высотной координат расходятся в пределах ± 10 мм. На основе анализа мониторинга ГЛОНАСС+GPS измерений на локальных сетях предложен критерий оценки продолжительности спутниковых измерений



при организации геодинамических исследований территорий ответственных инженерных сооружений (ГАЭС, АЭС и др.). Исследованы особенности деформаций в зонах разломов и в активных зонах, выполнено математическое моделирование тектонически активных разломных зон. Проведено теоретическое обоснование алгоритма расчёта и приведена базовая версия программы вычислений объёмного поля деформаций на основе данных координат места наблюдения. Рассмотрен трёхмерный случай определения главных деформаций, соответствующих им главных осей и их ориентации, а также линейных и угловых деформаций при любом расположении кластера из 4-х станций (пунктов) наблюдений, не лежащих в одной плоскости. Система наблюдений отнесена к прямоугольной декартовой системе координат, начало которой хотя и произвольно, но фиксировано.

17. Фонд / Программа - РФФИ 14-05-90421-УКР

Страна - Украина

Наименование иностранного партнера - Отделение морской геологии и осадочного рудообразования Национальной академии наук Украины, Киев

Название проекта - «Исследование сейсмоактивных флюидно-магматических систем Керченско-Таманской грязевулканической провинции»

Период реализации - 2014-2015 гг.

Описание полученных результатов - Проведены совместные натурные эксперименты на территории Керченско-Таманской грязевулканической провинции и выполнены профильные геофизические исследования на грязевом вулкане Пекло Азовское (Таманский полуостров) и Джарджава (Республика Крым). Построены геофизические разрезы, расширяющие наши представления о строении питающей системы этих грязевых вулканов до глубин 5 – 25 км. Выполнены теоретические исследования механизмов грязевулканической деятельности с учетом полученных данных о глубинном строении отдельных вулканов. Совместная интерпретация геофизических разрезов и известных геологических представлений, полученных в разные годы под руководством академика Е.Ф.Шнюкова и его учеников, позволила определить наиболее близкие к реальным параметры для рабочей модели и провести серию численных экспериментов. Получены комплексные оценки глубины залегания резервуаров жидких и газообразных грязевулканических флюидов для грязевых вулканов Шуго и горы Карabetова.

18. Фонд / Программа - грант Академии Финляндии

Страна - Финляндия

Наименование иностранного партнера - Институт сейсмологии отделения Наук о Земле и географии университета Хельсинки

Название проекта - «Инновационные подходы к исторической сейсмичности в пограничной области России и Финляндии»

Период реализации - 2014-2016 гг.

Описание полученных результатов - Исследованы важнейшие исторические землетрясения Фенноскандии и Карелии. Разработаны методические аспекты определения пара-



метров исторических землетрясений в областях умеренной сейсмичности с недостаточной информационной обеспеченностью. Полученные результаты опубликованы в ведущих международных журналах.

19. Фонд / Программа - грант Академии Финляндии

Страна - Финляндия

Наименование иностранного партнера - Финский Метеорологический Институт, Хельсинки, Университет Оулу, Оулу, Геофизическая обсерватория Соданкула

Название проекта - «Волновые процессы в околоземной среде над Арктикой»

Период реализации - 2014-2016 гг.

Описание полученных результатов - Выполнен совместный анализ сеансов ОНЧ - наблюдений в высоких широтах Арктики. Обнаружены новые виды периодических ОНЧ - излучений. Опубликовано 2 совместных статьи.

20. Фонд / Программа - РФФИ 12-05-91051-НЦНИ_a

Страна - Франция

Наименование иностранного партнера - Парижский институт физики Земли

Название проекта - «Геодинамические переходные процессы на масштабах от глобального до микроуровня: закономерности и природа»

Период реализации - 2012-2014 гг.

Описание полученных результатов - Установлены закономерности переходных геодинамических процессов на различных пространственных и временных масштабах, по трем направлениям:

1. Реконструкция и анализ траекторий кажущейся миграции полюса для основных континентальных блоков Северной Евразии с целью выделения эволюционных и переломных этапов их геодинамического развития и оценки характерных временных масштабов глобальных плитотектонических процессов.

2. Изучение крупномасштабных переходных процессов, сопровождающих гигантские землетрясения, на примере землетрясения в Чили 2010 г. с использованием данных наземных геодезических и сейсмологических сетей и спутниковых гравитационных данных. Сопоставление результатов с имеющимися данными по землетрясению на Суматре 2004 г. с целью выявления общих закономерностей переходных релаксационных процессов.

3. Выявление принципиальных закономерностей региональных и локальных переходных процессов, отражающихся в аномалиях сейсмического режима, и прояснение их физической природы на основе анализа разномасштабных сейсмических данных и результатов лабораторного моделирования.

В рамках проекта российские участники работали в Институте физики Земли Парижа. Суммарное время работы - более 40 месяцев. Опубликовано 17 работ, из них 14 в журналах, входящих в системы цитирования. Две работы приняты в печать.

21. Фонд / Программа - грант Правительства РФ № 14.Z50.31.0017 от 24 марта 2014г.

Страна - Франция



Наименование иностранного партнера - Парижский институт физики Земли

Название проекта - Эволюция геомагнитного поля и взаимодействие планетарных оболочек

Период реализации - 2014 - 2018 гг.

Описание полученных результатов - В рамках изучения эволюции геомагнитного поля, в связи с процессами, происходящими в глубинных оболочках нашей планеты и на ее поверхности, получены важные результаты проливающие свет на эволюцию геомагнитного поля на протяжении значительной части геологической истории. Достигнут значительный прогресс в создании современной Археомагнитной лаборатории, ее аппаратурном и организационно-техническом обеспечении

22. Фонд / Программа - РФФИ 14-05-93967a_ЮАР

Страна - ЮАР

Наименование иностранного партнера - Совет по наукам о Земле, Претория

Название проекта - «Исследование и сопоставление разрешающей способности методов рудной электроразведки, эффективных на древних щитах (Кольский и Бушвельдский регионы)»

Период реализации - 2014-2015 гг.

Описание полученных результатов - Выполнен анализ эффективности методик электро-разведки, применяемых для поисков и разведки рудных месторождений в регионах исследования. Исследована на моделях разрешающая способность комплекса методов МТЗ/МВЗ. Сопоставлены методики электрических петрофизических измерений. Подготовлена научная программа совместного полевого эксперимента на массиве Бушвельд.

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

Направление 1. Наблюдательная и экспериментальная геофизика

Основные полученные за 2013-2015 гг. результаты:

1.1. На акселерометрах сети сейсмических наблюдений в районе размещения проектируемой АЭС Руппур в Народной Республике Бангладеш, расположенных на площадке АЭС и в ближайшем населенном пункте, получены уникальные записи главного толчка и афтершоков катастрофического Непальского землетрясения 24 апреля 2015 г. ($M_w=7.8$). Спектр зарегистрированного землетрясения оказался обогащенным низкочастотными колебаниями, выходящими за рамки стандартного спектра Это обстоятельство было учтено при формировании исходных сейсмических данных для целей проектирования АЭС.



1.2. Выполнены ежегодные циклы ГНСС измерений на Балтийском щите и Восточно-Европейской платформе. Определены скорости горизонтальных и вертикальных движений для Балтийско-Ладожско-Онежского региона по данным многолетних точных GPS измерений и геометрического нивелирования. Исследована точность определений геоцентрических и геодезических координат полученных по данным GPS, ГЛОНАСС и GPS/ГЛОНАСС измерений на разных пунктах геодинамической сети. Получено, что при дифференциальных измерениях на геодинамических сетях точность определения геодезических параметров по GPS и ГЛОНАСС сопоставимы. Совместные измерения с использованием GPS и ГЛОНАСС повышают точность данных.

1.3. Выполнена серия 8 синхронных глубинных электромагнитных (ЭМ) зондирований литосферы в пределах Калининградской области и обобщены результаты аналогичных зондирований прошлых лет. Построены карты важнейших инвариантных параметров ЭМ-поля, существенно детализирована структура продольной проводимости осадочного чехла Балтийской синеклизы и западного склона Белорусского массива. Показано отсутствие в этой области ярких корово-мантийных геоэлектрических неоднородностей. Полученные результаты заметно расширили область построения трехмерной геоэлектрической модели южной части Балтийского региона в рамках международного проекта EMTESZ.

Основные публикации:

1. Галаганов О.Н., Гусева Т.В., Крупенникова И.С., Передерин В.П. Сравнение данных ГЛОНАСС и GPS измерений на геодинамических полигонах. // Мониторинг. Наука и технологии. Махачкала: ООО ЦСМОСипР. 2014. №1 (8). С. 6-15.

2. Галаганов О.Н., Гусева Т.В., Крупенникова И.С. Сопоставление данных ГЛОНАСС и GPS измерений способом дифференциального позиционирования в режиме статика при решении геодинамических задач. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 4. С. 28-36.

3. Алексанова Е.Д., Варенцов Ив.М., Куликов В.А., Логвинов И.М., Лозовский И.Н., Пушкарев П.Ю., Соколова Е.Ю., Тарасов В.Н., Шустов Н.Л., Яковлев А.Г. Глубинные аномалии электропроводности в северной части Воронежской антеклизы. // Геофизика. 2013. №2. С. 32-38.

4. Быкова В.В., Татевосян Р.Э., Николаев Л.Д., Михин А.Г., Мокрушина Н.Г. Сковородинское землетрясение 2011 г. // Физика Земли. 2015. № 1. с.112–127.

5. Галаганов О.Н., Гусева Т.В., Крупенникова И.С., Передерин В.П. Прецизионные спутниковые измерения на северо-востоке Азии. // Геофизические исследования. М.: ИФЗ РАН. Т.16. 2015. № 1. С. 5-13.

Направление 2. Глубинное строение Земли и геодинамика, физико-химические свойства горных пород, взаимодействие геосфер, физические поля Земли, их природа и интерпретация;

2.1. Показано, что история погружений коры в глубоководных впадинах Восточной Арктики не соответствует модели погружения в пределах горячего пятна на оси спрединга.



В данной области кора имеет континентальную природу. Отсутствие крупных деформаций фундамента исключает образование впадин в результате сильного растяжения. Погружение было связано с уплотнением пород в результате перехода габброидов в эклогиты, неотличимые по скоростным характеристикам от мантийных перидотитов. Быстрое погружение на рубеже олигоцен/миоцен и присутствие черных сланцев в палеогеновом разрезе указывает на благоприятные перспективы этих бассейнов в отношении нефтегазоносности. Существование континентальной коры в глубоководной части Восточной Арктики укрепляет аргументы в пользу ее присоединения к юридическому шельфу РФ

2.2. На основе палеомагнитных и геохронологических данных показано существование двух крупных магматических пульсов при формировании Вилюйской (Якутской) крупной магматической провинции. Первый из этих пульсов произошел вблизи фран-фаменской границы, а второй - вблизи границы девона и карбона. Результаты выполненных измерений существенно усиливают доказательную базу гипотезы связи позднедевонского (фран-фаменского) массового вымирания - одного из крупнейших в истории Земли – с излиянием Вилюйских траппов. Получены современные геохронологические ограничения на возраст тектонических деформаций на прибайкало-патомском юге Сибирской платформы.

2.3. Создана геодинамическая модель плюмтектонических процессов. Построены численные модели процессов зарождения и эволюции мантийных плюмов и их поверхностных проявлений в тепловых потоках и рельефе. Проанализирована природа глобальной закономерности размещения Больших Огненных Провинций и Горячих Точек на земной поверхности и зоны генераций плюмов на дне мантии.

Основные публикации:

1. Powerman, Vladislav; Shatsillo, Andrei; Coe, Robert; и др. Palaeogeography of the Siberian platform during middle Palaeozoic Times (similar to 450-400 Ma): new palaeomagnetic evidence from the Lena and Nyuya rivers // *Geoph.J.Int.*, 2013, V. 194 Iss. 3 Pp: 1412-1440.

2. Evans M.E., Pavlov V., Veselovsky R., Fetisova A. // Late Permian Paleomagnetic Results from the Lodève, Le Luc and Bas-Argens Basins (Southern France): Magnetostratigraphy and Geomagnetic Field Morphology // *Physics of The Earth and Planetary Interiors*. 2014. V. 237. Pp. 18-24.

3. Veselovskiy, Roman V.; Thomson, Stuart N.; Arzamastsev, Andrey A.; и др. // Apatite fission track thermochronology of Khibina Massif (Kola Peninsula, Russia): Implications for post-Devonian Tectonics of the NE Fennoscandia // *Tectonophysics*, V. 665 Pp. 157-163

4. Трубицын В.П., Евсеев А.Н., Евсеев М.Н., Евсеева А.В. Влияние внутренних источников тепла на структуру конвекции в мантии. // *Физика Земли* № 5, 2013, 65-73.

5. Трубицын В. П., Евсеев М. Н. Мантийные плюмы на границе верхней и нижней мантии. // *ДАН*, 2014, том 459, № 1, с. 106–108.

Направление 3. Сравнительная планетология и ранняя эволюция Земли;

Основные полученные за 2013-2015 гг. результаты:



3.1. Впервые проведено моделирование радиального сжатия пылевого слоя в протопланетном диске с учетом объединения пылевых частиц при столкновениях и потери массы на фронте испарения льда и получено, что между зонами формирования Марса и Юпитера плотность вещества была слишком мала для образования пылевых сгустков и планетезималей. Это значимый результат, способствующий пониманию причин отсутствия планеты между Марсом и Юпитером.

3.2. Показано, что Марс можно рассматривать как сильно обогащенную водой планету. Молекулярная концентрация Fe в марсианских силикатах в 2 раза больше, чем в земных минералах, что повышает значение гидроемкости марсианских минералов. Влияние следов воды на сейсмические скорости силикатов при больших давлениях не меньше, чем влияние содержания Fe или температурных градиентов, поэтому при моделировании внутреннего строения планеты содержание воды рассматривается как параметр мантии. Для оценки влияния пробных значений примеси воды в оливине, вадслеите, и рингвудите на свойства геоматериалов в условиях недр Марса, имеющиеся данные проэкстраполированы в сторону двукратного увеличения содержания Fe в марсианских силикатах. Влияние следов воды понижает скачки сейсмических скоростей на первом фазовом переходе, что может быть обнаружено при сейсмических исследованиях планеты.

3.3. С учетом новых данных КА «Cassini» проведена реконструкция последовательности событий эволюции протоспутникового диска и образования спутников системы Сатурна. Рассмотрено, как мегаимпакт (падение на Сатурн тела с массой 3-10 масс Земли), случившийся на заключительной стадии аккреции планеты и создавший наклон оси ее вращения $26,7^\circ$ к оси орбиты, повлиял на спутниковую систему Сатурна. Сделан вывод о разрушении мегаимпактом всей системы спутников Сатурна внутри орбиты Титана (20 радиусов Сатурна). В результате вся современная система регулярных спутников Сатурна сформировалась после мегаимпакта, когда протоспутниковый диск принял новую ориентацию. Различие с системой Галилеевых спутников Юпитера объясняется тем, что мегаимпакт наклонил ось Юпитера всего на 3° при большей массе планеты и меньшей массе ударника.

Основные публикации:

1. Vorontsov, S. V.; Baturin, V. A.; Ayukov, S. V.; Gryaznov, V. K. Helioseismic measurements in the solar envelope using group velocities of surface waves // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2014. V.441. N.4. pp. 3296-3305 doi: 10.1093/mnras/stu813.

2. Zharkov V. N., Gudkova T. V. Seismic model of Mars: Effects of hydration. // *Planetary and Space Science*, 2014. 104. P. 270-278.

3. Раевский С.Н., Гудкова Т.В., Жарков В.Н. Диагностические возможности объемных волн для исследования внутреннего строения Марса. // *Физика Земли*. 2015. №1. С.148-160.

4. Макалкин А.Б., Дорофеева В.А. Аккреционные диски вокруг Юпитера и Сатурна на стадии образования регулярных спутников. // *Астрономический вестник*. 2014. Т. 48. № 1. С. 64–80.



5. Marov M. Ya., Kolesnichenko A. V., Makalkin A. B., Dorofeeva V. A., Ziglina I. N., Chernov A. V. From the Protosolar Cloud to the Planetary System: A Model for the Evolution of the Gas-Dust Disk // Problems of Biosphere Origin and Evolution. Vol. 1. Ed. E. M. Galimov. N. Y. Nova Science Publishers. 2013. P. 319-404.

Направление 4. Современная геодинамика, напряженно-деформированное состояние земной коры, сейсмичность, сейсмическое районирование и сейсмический прогноз, природные и природно-техногенные катастрофы;

Основные полученные за 2013-2015 гг. результаты:

4.1. Дано объяснение значительного макросейсмического эффекта, наблюдавшегося от глубоководного землетрясения в Охотском море 24.05.2013г. ($M_w=8.3$, $H=609$ км) в г. Москве, на эпицентральной расстоянии около 6500 км. На основе анализа записей, зарегистрированных в ИФЗ РАН (сверхдлиннопериодный велосиметр, собственной разработки ИФЗ РАН) и на сейсмостанциях Москва и Обнинск, получено, что наиболее вероятной причиной такого эффекта является аномально большая амплитуда в группе SSS-волн на вертикальной компоненте в результате ее наложения на поверхностные волны.

4.2. С применением метода сейсмической энтропии для Северо-Западного Кавказа проведено среднесрочное прогнозирование развития сейсмического процесса на период 2013 г. и первый квартал 2014 г. В период проведения зимних Олимпийских и Паралимпийских игр 2014г. в Сочи сотрудниками Координационного прогностического центра ИФЗ РАН формулировались еженедельные краткосрочные прогнозы развития сейсмической обстановки для района Большого Сочи. Согласно этим прогнозам землетрясения с $M \geq 4.5$ в период проведения спортивных мероприятий не ожидалось. Материалы прогнозных оценок в оперативном режиме пересылались в Национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС России и в Центр управления в кризисных ситуациях по Краснодарскому краю.

4.3. По результатам комплексных сеймотектонических исследований и изучения активных разломов земной коры составлена новая карта зон вероятных ожидаемых землетрясений юго-восточной части Крымского полуострова и прилегающих акваторий Черного и Азовского морей. Эта карта послужила основой для оценки сейсмической опасности территории Крыма (которая вошла в карту общего сейсмического районирования территории РФ ОСР-2015, утверждённую в качестве нормативной) и транспортных переходов через Керченский пролив.

Основные публикации:

1. Mikhailov, V.; Lyakhovsky, V.; Panet, I.; и др. Numerical modelling of post-seismic rupture propagation after the Sumatra 26.12.2004 earthquake constrained by GRACE gravity data // *Geophys.J.Int.*, V. 194 Iss. 2 Pp. 640-650.

2. Petrunin, A. G.; Kaban, M. K.; Rogozhina, I.; и др. Revising the spectral method as applied to modeling mantle dynamics // *Geochem., Geophys., Geosyst.*, V. 14 Iss. 9 Pp. 3691-3702.



3. Rogozhin, E. A.; Lar'kov, A. S.; Demberel, S.; и др. Recurrence of Strong Earthquakes in the Active Hovd Fault Zone, Mongolian Altay // *Geotectonics*, V. 47 Iss. 5 Pp.: 340-350.

4. Akopian, Samvel Ts.; Kocharian, Armen N. Critical behaviour of seismic systems and dynamics in ensemble of strong earthquakes // *Geophys.J.Int.*, 2014. V.196 (1), Pp.580-599 (IF 2.56).

5. Татевосян Р.Э., Косарев Г.Л., Быкова В.В., Мациевский С.А., Уломов И.В., Аптекман Ж.Я., Вакарчук Р.Н. Глубокофокусное землетрясение с $M_w=8.3$, ощущавшееся на расстоянии 6500 км. // *Физика Земли*. 2014. № 3. С.154-162.

Направление 5. Прикладная, разведочная, инженерная, экологическая геофизика, фундаментальные основы формирования, поиска и разведки полезных ископаемых, обработка и интерпретация геофизических данных

Основные полученные за 2013-2015 гг. результаты:

5.1. Разработан метод 4D-геомеханического моделирования разработки месторождений нефти и газа, позволяющий прогнозировать изменения напряженно-деформированного состояния и гидродинамики коллекторов в процессе разработки, что необходимо для оптимизации размещения скважин и оценки их устойчивости. В результате решения связанной задачи геомеханики и фильтрации появляется возможность выбора оптимального направления бурения, интенсификации притока, определения направления трещин гидроразрыва и вычисления просадки поверхности над разрабатываемым нефтегазовым месторождением. С использованием разработанной методологии выполнено трехмерное комплексное геомеханическое и гидродинамическое численное моделирование нефтяного месторождения в Оренбургской области.

5.2. С использованием методов теории эффективных сред (ТЭС), разработаны типовые параметрические физико-математические модели карбонатного, терригенного и сланцевого коллекторов. Разработана методика и алгоритмы калибровки этих моделей по результатам данных ГИС и лабораторных исследований кернa. После калибровки, которая выполняется для каждого конкретного месторождения, соответствующие модели позволяют вести количественную интерпретацию данных исследований скважин и сейсморазведки в терминах фильтрационно-емкостных параметров коллекторов (пористости, характерных размеров, ориентации и ёмкости трещин и их связности), а также – литологии и типа флюидонасыщения.

5.3. Проанализированы основные понятия сейсмического районирования и обоснована возможность и необходимость использования грунтовых категорий макросейсмического балла. Уточнено понятие «среднего грунта», которое используется при построении карт ОСР. Показано, что использование в расчетах сейсмической опасности скоростей поперечных волн отменяет необходимость учета уровня грунтовых вод при сейсмическом микрорайонировании. Усовершенствована методика сейсмического микрорайонирования линейно-протяженных объектов народного хозяйства за счет существенного уточнения метода сейсмических жесткостей. Разработана новая формула расчетов, позволяющая



минимизировать влияние грунтовых вод при оценке сейсмической опасности на уровне сейсмического микрорайонирования.

Основные публикации:

1. I.A.Garagash, A.V.Dubovskaya, I.O.Bayuk, S.A.Tikhotskiy, S.Glubokovskikh, D.A.Korneva, I.A.Berezina. 3D Geomechanical Modeling of Oil Field on the Basis of a Model of the Mechanical Properties for the Task of Wells Construction. // Conference paper. SPE Russian Petroleum Technical Conference 2015, 2015. SPE-176637-RU. DOI: 10.2118/176637-RU.

2. Gerke, Kirill M.; Karsanina, Marina V.; Mallants, Dirk. (2015). Universal Stochastic Multiscale Image Fusion: An Example Application for Shale Rock. // Scientific Reports 5, Article number: 15880 (2015). doi:10.1038/srep15880.

3. Баяк И.О., Шехтман Г.А. Петрофизические основы многоволновой сейсморазведки. // Технологии сейсморазведки. №3. 2014. С. 5-24.

4. Шишкина М. А., Фокин И. В., Тихоцкий С. А. К вопросу о разрешающей способности межскважинной лучевой сейсмической томографии // Технологии сейсморазведки. — 2015. — № 1. — С. 5–21. DOI:10.18303/1813-4254-2015-1-5-21.

5. Варенцов Ив.М., Куликов В.А., Яковлев А.Г., Яковлев Д.В. Возможности методов магнитотеллурики в задачах рудной геофизики. // Физика Земли. 2013. № 3. С. 9-29.

Направление 6. Геофизический мониторинг.

Основные полученные за 2013-2015 гг. результаты:

6.1. Разработаны теоретические основы мониторинга геофизической среды в системе «морское дно – вода – ледовый покров», проведены натурные эксперименты по изучению тонкой структуры геоакустических, гидроакустических, магнитных полей и обоснованы пути построения перспективных аппаратурных комплексов мониторинга подводной обстановки в районе северных морских границ России.

6.2. Впервые выполнен анализ влияния прохождения волн цунами на характеристики очень низкочастотных (ОНЧ) электромагнитных сигналов. Анализ результатов обработки ОНЧ наблюдений для Чилийского (2010 г.) и Японского (2011 г.) цунами показал хорошее совпадение максимумов в спектрах ОНЧ сигналов и записей колебаний уровня океана на глубоководных буйах. Количественная интерпретация наблюдаемых эффектов рассматривается в терминах взаимодействия внутренних гравитационных волн с нижней ионосферой. Полученные результаты могут быть применены для мониторинга распространения цунами и построения системы раннего предупреждения цунами.

6.3. Разработана методика оценки активности оползневой склона с использованием радарных спутниковых снимков, выполненных в трех различных диапазонах длин волн. Выполнен мониторинг оползневой активности в районе г. Большой Сочи.

Основные публикации:

1. Маннинен Ю., Ю. В. Федоренко, Н. Г. Клейменова, О. В. Козырева, А. С. Никитенко. Первые результаты одновременной регистрации ОНЧ излучений в двух близко располо-



женных пунктах в авроральных широтах. // Геомагнетизм и Аэрономия том 54, № 1, с. 36–42. 2014.

2. Галаганов О.Н., Гусева Т.В., Крупенникова И.С., Мокрова А.Н., Осика В.И., Передерин В.П., Розенберг Н.К. Деформационный мониторинг как индикатор техногенного влияния на геолого-экологическую среду. // Мониторинг. Наука и технологии. 2015. № 2. Статья 02.

3. Михайлов В. О., Е. А. Киселева, Е. И. Смольянинова, П. Н. Дмитриев, В. И. Голубев, Ю. С. Исаев, К. А. Дорохин, Е. П. Тимошкина, С. А. Хайретдинов. Некоторые проблемы мониторинга оползневых процессов с использованием спутниковых радарных снимков с различной длиной волны на примере двух оползневых склонов в районе Большого Сочи. // Физика Земли, 2014, № 4, с. 1–11.

4. Буров В.А., Гринюк А.В., Кравченко В.Н., Муханов П.Ю., Сергеев С.Н., Шуруп А.С. Выделение мод из шумового поля мелкого моря одиночными донными гидрофонами для целей пассивной томографии. // Акустический журнал. 2014. Т. 60. № 6. С. 611 - 622.

5. В.О. Михайлов, Е.А. Киселева, Е.И. Смольянинова, П.Н. Дмитриев, Ю.А. Голубева, Ю.С. Исаев, К.А. Дорохин, Е.П. Тимошкина, С.А. Хайретдинов, В.И. Голубев. Мониторинг оползневых процессов на участке Северокавказской железной дороги с использованием спутниковой радарной интерферометрии в различных диапазонах длин волн и уголкового отражателя. // Геофизические исследования. 2013, том 14, № 4, с.5-22.

Направление 7. Математическая геофизика и геоинформатика.

Основные полученные за 2013-2015 гг. результаты:

7.1. Разработана численная модель электрического состояния атмосферного пограничного слоя, включающая высотные аэроэлектрические профили невозмущенной атмосферы, учитывающая ионизацию радиоактивными эманациями радона-222 и радона-220, турбулентный и конвективный перенос объемного заряда, аэрозольную компоненту. Выполнены работы по верификации численной модели нестационарного приэлектродного эффекта в турбулентном приземном слое атмосферы с учетом результатов натуральных наземных наблюдений радиоактивных эманаций. Проведен анализ фрактальных свойств аэроэлектрических пульсаций на основе методов нелинейной динамики и результатов натуральных наблюдений. Получена предварительная оценка вклада электрических полей ионосферных источников (электрических полей Sq-вариации) в вариации электричества приземной атмосферы.

7.2. В рамках точной гидродинамической модели предложен новый механизм генерации пылевых смерчей, влияющих на климат и характер теплового цикла земной атмосферы. Показано, что на начальной фазе эволюции вихря генерируется полоидальный конвективный плюм. Затем, при наличии крупномасштабной завихренности он трансформируется в мелкомасштабный тороидальный вихрь. Экспоненциальный рост завихренности заканчивается при истощении первоначального источника тепловой энергии.



7.3. Разработано программное обеспечение для системы оперативного мониторинга геофизической обстановки над территорией РФ на основе данных глобальных навигационных спутниковых систем. В настоящее время система успешно функционирует в ФГБУ «ИПП» (Росгидромет).

Основные публикации:

1. Anisimov S.V., Galichenko S.V., Shikhova N.M. // Space Charge and Aeroelectric Flows in the Exchange Layer: An Experimental and Numerical Study // Atmospheric Research. 2014. T. 135-136. С. 244-254.

2. Анисимов С.В., Галиченко С.В., Шихова Н.М., Афиногенов К.В. Электричество конвективного атмосферного пограничного слоя: натурные наблюдения и численное моделирование. // Физика атмосферы и океана, 2014, Т.50, № 4. С. с. 445–454.

3. Зелинский Н.Р., Н.Г. Клейменова, Л.М. Малышева. Исследование широтного распределения наземных геомагнитных пульсаций и флюктуаций в межпланетной среде методами дискретного математического анализа. // Геомагнетизм и Аэрномия, том 54, № 4, с. 489-495. 2014.

4. Алешин И.М., Алпатов В.В., Васильев А.Е., Бургучев С.С., Холодков К.И., Будников П.А., Молодцов Д.А., Корягин В.Н. Передерин Ф.В. Оперативная служба мониторинга ионосферы по данным станций глобальных навигационных спутниковых систем. // Геомагнетизм и аэрномия. 2014. Т. 54. № 4. с. 496–50.

5. Голубев В.И., Петров И.Б., Хохлов Н.И., Шульц К.И. Численный расчет волновых процессов в трещиноватых средах на гексаэдральных сетках сеточно-характеристическим методом. // Журнал вычислительной математики и математической физики. Т. 55. № 3. С. 512-522.

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год

Публикации:

1. Astafyeva, E., S. Shalimov, E. Olshanskaya, and P. Lognonné (2013), Ionospheric response to earthquakes of different magnitudes: Larger quakes perturb the ionosphere stronger and longer. // Geophys. Res. Lett., 2013, 40, 1675–1681, doi:10.1002/grl.50398. (Web of Science, IF 4.406)

2. Baranov, A.; Morelli, A. (2013) The Moho depth map of the Antarctica region // Tectonophysics. V. 609 2013. Pp. 299-313, doi:10.1016/j.tecto.2012.12.023 (Web of Science, IF 3.131)



3. Kosarev, G. L.; Oreshin, S. I.; Vinnik, L. P., S.G. Kiseleva, R.S. Dattatrayamb, G. Sureshb, P.R. Baidyab (2013) Heterogeneous lithosphere and the underlying mantle of the Indian subcontinent // *Tectonophysics*. V. 592 Pp. 175-186 doi: 10.1016/j.tecto.2013.02.023. (Web of Science, IF 3.131)

4. Petrunin, A. G.; Rogozhina, I.; Vaughan, A. P. M., I. T. Kukkonen, M. K. Kaban, I. Koulakov, M. Thomas. (2013) Heat flux variations beneath central Greenland's ice due to anomalously thin lithosphere // *Nature Geoscience* 6, 746–750 (2013) doi:10.1038/ngeo1898 (Web of Science, IF 13.579)

5. Kuznetsov N.B., Meert J.G., Romanyuk T.V. // Ages of detrital zircons (U/Pb, LA-ICP-MS) from the Latest Neoproterozoic–Middle Cambrian(?) Asha Group and Early Devonian Takaty Formation, the Southwestern Urals: A test of an Australia-Baltica connection within Rodinia. // *Precambrian Research*. Volume 244, May 2014, Pages 288–305. doi: 10.1016/j.precamres.2013.09.011. (Web of Science, IF 5.664)

6. Steblov G.M., Gabsatov Y.V., Ekström G., Kogan M.G., Nettles M., Freymueller J.T., Titkov N.N., Vasilenko N.F., Prytkov A.S., Frolov D.I., Kondratyev M.N. (2014) First geodetic observations of a deep earthquake: The 2013 Sea of Okhotsk Mw 8.3, 611 km-deep, event // *Geophys. Res. Lett.*, 41, 3826–3832, doi:10.1002/2014GL060003. (Web of Science, IF 4.196)

7. Anisimov S.V., Galichenko S.V., Shikhova N.M. // Space charge and aroelectric flows in the exchange layer: An experimental and numerical study. // *Atmospheric Research*, Volumes 135–136, January 2014, Pages 244–254. doi: 10.1016/j.atmosres.2013.01.012. (Web of Science, IF 2.844)

8. Gerke, Kirill M.; Karsanina, Marina V.; Mallants, Dirk. (2015). Universal Stochastic Multiscale Image Fusion: An Example Application for Shale Rock. // *Scientific Reports* 5, Article number: 15880 (2015). doi:10.1038/srep15880 (Web of Science, IF 5.597)

9. Powerman, Vladislav; Shatsillo, Andrey; Chumakov, Nikolai, Igor Kapitonov, d, Jeremy Hourigane // Interaction between the Central Asian Orogenic Belt (CAOB) and the Siberian craton as recorded by detrital zircon suites from Transbaikalia // *Precambrian Research*. Volume 267, September 2015, Pages 39–71. (Web of Science, IF 5.57)

10. Gudkova, Tamara; Lognonne, Philippe; Miljkovic, Katarina; Jeannine Gagnepain-Beyneixb. (2015). Impact cutoff frequency - momentum scaling law inverted from Apollo seismic data // *Earth and Planetary Science Letters*. Volume 427, 1 October 2015, Pages 57–65 (Web of Science, IF 5.143)

Монографии:

1. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. Элементарное введение в планетную и спутниковую геофизику. - М.: Наука и образование, 2013. – 414 с. ISBN 978-5-906235-04-6. Тираж 300 экз.

2. Татевосян Р.Э. Макросейсмические исследования - М.: Наука и образование, 2013 – 383 с. ISBN 978-5-906235-03-9. Тираж-500 экз.



3. Ягола А.Г., Степанова И.Э., Ван Янфей, Титаренко В. Н. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике. М.: БИНОМ, 2013 - 240 с. ISBN: 978-5-9963-0813-2. Тираж 1000 экз.

4. Спичак В.В., Захарова О.К. «Электромагнитный геотермометр». - М.: Научный мир. 2013- 172 с. ISBN 978-5-91522-360-7. Тираж 250 экз.

5. Решетняк М.Ю «Моделирование в геодинамо». - Ламберт Академик Паблишинг. 2013. 180 С. ISBN 978-3-659-98310-8. Тираж 250 экз.

6. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т.5.: Человек и три окружающие его среды (Отв. ред.: д.ф.-м.н. Гамбурцев А.Г.) - М: Янус-К, 2013 – 744 с. - ISBN 978-5-8037-0559-8. Тираж – 500 экз.

7. Николаевский В.Н. Геомеханика. Современные главы - Москва : ИФЗ РАН, 2014. - 483 с. ISBN 978-5-91682-33-1. Тираж 200 экз.

8. Рогожин Е.А, Овсюченко А.Н., Лутиков А.И., Собисевич А.Л., Собисевич Л.Е., Горбатиков А.В. Эндогенные опасности Большого Кавказа. М.: ИФЗ РАН, 2014. 256 с. ISBN 978-5-91682-034-8. Тираж 200 экз.

9. Соболев Г.А. Сейсмический шум. – М. : Наука и образование, 2014. – 271 с.: ил. ISBN 978-5-906235-05-3. Тираж 500 экз.

10. Киссин И.Г. Флюиды в земной коре. Геофизические и тектонические аспекты. 2-е изд., испр. и дополн. – М.: Наука, 2015 – 328 с. - ISBN 978-5-02-039157-4. Тираж-200 экз.

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

1. Проект РНФ 14-17-00658 «Разномасштабные цифровые модели строения и физических свойств основных типов нефте- и газосодержащих пород». Руководитель Баюк И.О. (2014-2016, 15 000 000 руб)

Основные результаты:

1. Создан новый комплекс экспериментально-теоретических петрофизических работ, не имеющий мировых аналогов, позволяющий определить, насколько строение и упругие свойства пород отличаются в зависимости от масштаба их изучения. Породы изучаются в масштабах: полноразмерного керна (сопоставимого с масштабами работ ГИС) масштабе стандартных образцов (обычно используемых для петрофизических работ) и масштабе уменьшенных образцов, близкому к таковому, на котором строятся цифровые модели распределения физических полей в породе (ЦМК-модели). Этот подход позволяет решать вопрос о возможности переноса свойств, полученных на одном масштабе (например, керне стандартного размера или масштабе построения цифровых моделей распределения физических полей) на масштаб полноразмерного керна, сопоставимого с масштабом работ ГИС



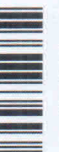
2. По результатам, полученным для состава, строения породы и упругим свойства, полученным при нормальных и пластовых условиях, на основе подходов Rock Physics (или методов эффективных моделей - MEM) строятся уникальные, в общем случае - разномасштабные, параметрические модели эффективных физических свойств пород (упругих и транспортных) при нормальных и пластовых условиях. Эти модели могут быть как изотропными, так и анизотропными без ограничения на тип симметрии.

3. В рамках описанного комплекса петрофизических работ изучены породы-коллекторы углеводородов различных типов: карбонатных, терригенных, доманиковых. Для карбонатных пород построены: 1) модели изотропных пород с двойной пористостью (хаотические поры и трещины), 2) сложнопостроенные разномасштабные изотропные модели вложений двух пористых сред разного строения друг в друга (в частности, модель оолитового известняка и модель слабо пористой карбонатной матрицы с областями повышенной пористости). Для терригенных пород построены: модели с двойной пористостью (хаотические поры и трещины) для изотропных пород и модели анизотропных упругих свойств, анизотропия которых вызвана тремя различными факторами: собственной анизотропией глинистых минералов, анизотропной формой упорядоченных глинистых частиц, находящихся в изотропной минеральной матрице, ориентированными трещинами, прилегающими к глинистым частицам. Для пород доманиковой свиты построены: 1) модели изотропных пород - хаотические трещины и частицы керогена в поликристаллической минеральной матрице, 2) разномасштабная модель изотропных свойств - зерна минерального вещества в керогеновой матрице с последующим внесением крупных зерен доломита и хаотических трещин.

4. Специальные исследования показали, что простые модели "минеральная матрица - эллипсоидальные включения одного типа" являются в общем случае слишком грубым упрощением для моделирования пород-коллекторов и являются неприменимыми. Важное значение при построении параметрических моделей упругих свойств имеет учет влияния межзерновых контактов и степени связности компонент.

5. Сравнение статических и динамических модулей упругости изученных пород показал, что для карбонатных и терригенных пород статический модуль Юнга, как правило, меньше динамического, полученного как для нормальных, так и для пластовых условий. Для пород доманиковой свиты статический модуль упругости может быть сравним или даже больше динамического, полученного при нормальных условиях. Предел прочности на одноосное сжатие для домаников более, чем в 2.5 раза превышает соответствующие значения для карбонатных и терригенных пород. такое поведение может объясняться существованием изолированной неизометричной пористости в керогене и требует дальнейшего исследования. Для коэффициента Пуассона выраженной тенденции уменьшения или увеличения статических значений по сравнению с дадут возможность не наблюдается.

6. Анализ результатов геомеханических испытаний пород позволил также сделать важный методический вывод о том, что статические модули и прочностные параметры



породы довольно чувствительны к дефектам в породе по сравнению с динамическими модулями упругости. Этот факт предъявляет особые требования к изучению статических модулей упругости - наличие достаточного количества образцов-близнецов для получения надежных результатов по определению геомеханических свойств пород.

7. Для пород пяти пород доманиковой получены экспериментальные данные о крипе пород. Эти данные наряду с параметрами моделей эффективных сред, полученных для пластовых условий, дают возможность строить модели вязко-упругого поведения пород.

8. На основе полученных параметрических моделей упругих свойств пород построены модели транспортных свойств этих пород (электро- и теплопроводности, гидравлической проницаемости). Тем самым для каждой из исследованных пород построена обобщенная параметрическая модель физических свойств, основанная на едином описании микроструктуры породы.

9. На основании экспериментальных результатов, полученных для упругих модулей породы, обладающей самоподобным строением в разных масштабах (оолитового известняка), пористости и 3D цифровых моделей строения этой пород, полученных в результате разномасштабного КТ-сканирования, предложен и апробирован способ создания цифровых моделей распределения упругих полей для пород, обладающих самоподобным строением в разных масштабах.

Построенные петроупругие модели конкретных пород значительно расширяют класс петроупругих моделей, используемых в настоящее время в пакетах петроупругого моделирования таких известных компаний, как CGG, Ikon. Использование построенных объектно-ориентированных петроупругих моделей позволит значительно повысить эффективность сейсмической инверсии и, как следствие, повысить надежность обнаружения залежей углеводородов по сейсмическим данным.

В результате исследований образцов коллекторов были разработаны новые и уникальные методы, большинство из которых были реализованы в коде на C++. Эти программные комплексы включают в себя наборы программ для: а) решения задачи Стокса в трехмерной геометрии порового пространства, б) методы расчета корреляционных функций по направлениям, в) методы стохастической реконструкции на основе корреляционных функций, рассчитанных по направлениям с учетом информационного содержания, г) методы обработки и сегментации 2D и 3D изображений пористых сред, д) методы выделения сеточных моделей и параметризации элементов поровых каналов с помощью машинного обучения, е) методы стохастического совмещения изображений, полученных на разных масштабах.

2. Проект РФФИ 13-06-12060 офи-м «Геокосмофизические процессы формирования глобальной электрической цепи». Руководитель Анисимов С.В. (2013-2015, 9 650 000 руб.)

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы формирования глобальной электрической цепи и включал изучение электрического состояния атмосферного пограничного слоя (АПС); исследование отклика глобальных геомагнитных возмущений в ва-



риациях атмосферного электрического поля; поиск корреляционных связей интенсивности галактических космических лучей (ГКЛ), нижней облачности и напряженности аэроэлектрического поля; обнаружение глобальных компонент атмосферного электрического поля.

Были получены следующие основные результаты:

1. Разработана численная модель, позволяющая оценивать электрическое состояние и динамику конвективного АПС, основанная на комбинированной лагранжево-эйлеровой структуре и расщеплении по физическим процессам. Модель позволяет рассчитать суточные вариации интенсивности ионообразования АПС и высотных профилей аэроэлектрических величин невозмущенной нижней тропосферы над сушей средних широт.

2. На основании результатов натуральных наблюдений и модельных оценок достоверно обнаружена унитарная вариация вертикального атмосферного электрического поля на континентальной среднеширотной обсерватории. Исследованы нелинейные электродинамические свойства АПС. Обнаружена фрактальная природа вариаций напряженности аэроэлектрического поля.

3. Построена численная модель электрического состояния приземного слоя атмосферы с использованием результатов натуральных аэроэлектрических, метеорологических и радиометрических наблюдений. Показано соответствие модельных расчетов и результатов наземных измерений аэроэлектрического поля.

4. Проанализирована связь вариаций интенсивности ГКЛ, нижней облачности и напряженности аэроэлектрического поля. Впервые по данным оригинальных натуральных наблюдений обнаружены связи интенсивности ГКЛ, динамики аэроэлектрического поля и нижней облачности среднеширотного региона. Показано наличие 11-летнего цикла в процессах формирования облачности среднеширотного региона.

3. Проект РФФИ 13-05-12094 офи-м «Разработка и приложение робастных методов многокомпонентной 3D инверсии и многоточечного мониторинга в задачах синхронных наблюдений естественных ЭМ полей». Руководитель Варенцов И.М. (2013-2015, 4 200 000 руб)

Решалась проблема устойчивого определения геоэлектрических параметров земных недр и их временных изменений по площадным синхронным наблюдениям естественных электромагнитных полей. Приоритетная задача - разработка и апробация на модельных и практических примерах новых методов решения 3D обратных задач для синхронных массивов магнитотеллурических (МТ) и магнитовариационных (МВ) зондирований. Особенности методики - глубокое комплексирование МТ и МВ данных на всех этапах их оценивания, анализа и интерпретации, широкое применение робастных методов оценивания, как при решении обратных задач, так и при подготовке интерпретируемых данных. Работа велась в широкой междисциплинарной кооперации российских ученых с исследователями из Белоруссии, Германии, Польши, США, Украины, Финляндии, Чехии и Японии.

Важнейшими результатами исследований стали:



1. Развитие трех методов 3D инверсии МТ/МВ данных (INV3D, WSINV3DMT и MODEM) и метода многопленочной квази-3D инверсии (INVMVQ3D), в том числе: реализация схемы Тихоновской регуляризации с уменьшающимся параметром (INV3D, INVMVQ3D), введение робастной метрики функционалов (INV3D), многоядерная программная реализация (MODEM), выбор квазиоптимальных решений с учетом их топологической сложности, оцениваемой числом экстремумов, и динамики абсолютных робастных норм невязок отдельных компонент инвертируемых данных (все методы); сравнительное исследование методов на серии имитационных моделей, включая модель COMMEMI-3D3 экстремальной сложности;

2. Расширение и детализация массива синхронных МТ/МВ зондирований KIROVOGRAD на западном склоне Воронежской антеклизы - оптимизация системы наблюдения для решения 3D обратных задач, в том числе: выполнение в 2013-15 г. 47 новых синхронных зондирований, интеграция сотен локальных зондирований прошлых лет, построение в пределах всего массива новых карт и 3D диаграмм важнейших инвариантов импеданса, типпера и горизонтального МВ отклика;

3. Устойчивое построение разрезов электрического сопротивления вдоль 3 северных профилей (КИРОВ, ЖИЗДРА и БРЯНСК) массива KIROVOGRAD робастным методом 2D+ инверсии, учитывающим 3D искажения данных, и моделей коровой продольной проводимости для всего массива KIROVOGRAD методом квази-3D инверсии (INVMVQ3D) горизонтальных МВ откликов; первые решения 3D обратных задач с помощью программ MODEM и WSINV3DMT на отдельных профилях и их группах в северной части массива KIROVOGRAD;

4. Развитие методики выделения литосферных магнитных аномалий по данным спутника CHAMP и ее приложение в регионе проекта KIROVOGRAD с построением карт аномалий на разных высотах;

5. Прояснение природы коровых аномалий электропроводности на западном склоне Воронежской антеклизы в рамках комплексного анализа результатов МТ/МВ зондирований, гравимагнитных данных и другой геолого-геофизической информации.

6. Анализ временной изменчивости импеданса и типпера по синхронным наблюдениям за несколько лет в геомагнитных обсерваториях "Александровка" и "Киев", а также в период Камбаратинского промышленного взрыва (Киргизия).

4. Проект РФФИ 15-35-20047 «Математические модели медленных движений земной коры в сейсмоактивных областях и в окрестности крупных инженерных сооружений. Сравнение с современными высокоточными данными наблюдений». Руководитель Молоденский М.С. (2015-2016, 4 000 000 руб)

Модели тектонических и приливных движений земной поверхности в сейсмоактивных областях впервые были построены для реальной модели сферической радиально неоднородной и слабо горизонтально неоднородной неидеально упругой самогравитирующей Земли с гидростатическим распределением начальных напряжений. Было показано, что



эффекты 3D неоднородностей упругих модулей и плотности, эффекты реологии мантии, а также эффекты самогравитации и эффекты начальных напряжений значительно превосходят погрешности современных GPS наблюдений косейсмических и постсейсмических деформаций и должны учитываться при численном моделировании. С целью уточнения имеющейся информации об активных тектонических разломах и о процессах подготовки тектонических напряжений результаты расчетов были сопоставлены с данными высокоточных современных наблюдений.

Основные результаты проекта следующие:

1. Построены новые модели реологии среды в ближайших окрестностях Великого японского землетрясения по данным о косейсмических и постсейсмических деформациях. Впервые проанализированы изменения приливного отклика во времени на Камчатке и в непосредственной близости к разлому Сан-Андреас в Калифорнии. Показано, что на Камчатке наблюдается рост амплитуд приливных наклонов примерно с той же скоростью, как это было перед Великим японским землетрясением 11.03.2011.

2. Разработана численная модель, определяющая зависимость между косейсмическим смещением поверхности Земли, распределением напряжений среды и параметрами тектонического разлома. Использование GPS данных позволяет определить геометрию разлома и распределение напряжений среды в окрестности эпицентра землетрясения.

3. Разработана модель определения изменения амплитуды приливных наклонов поверхности Земли после сильных землетрясений, в рамках которой разлом представлен в виде неоднородного включения с модулями упругости, отличающимися от соответствующих модулей окружающей среды.

4. Предложен новый метод мониторинга изменений амплитуд приливных наклонов поверхности Земли, значительно повышающий чувствительность по сравнению со стандартным методом спектрального анализа. Впервые проанализирована временная зависимость амплитуд приливных наклонов на восьми сейсмических станциях в радиусе двухсот километров от эпицентра японского землетрясения 2011 года за шесть лет до и в течение четырех лет после сейсмического события. Сравнение величин косейсмического изменения амплитуд приливных наклонов с картой максимальных величин изменения напряжений, полученной с использованием GPS данных, впервые выявило линейную зависимость изменения относительной приливной амплитуды от вариации деформаций в окрестности разлома с соответствующими коэффициентами. Линейная зависимость, полученная экспериментально, хорошо согласуется с результатами численного моделирования. Полученные результаты могут быть использованы для построения динамической карты распределения тектонических напряжений вблизи разлома на интервалах времени длительностью в шесть лет до, и в течение четырех лет после землетрясения Тохоку. Постоянный мониторинг приливных амплитуд, зарегистрированных на сейсмических станциях Японии, Калифорнии, Камчатки и других сейсмически активных регионов, может способствовать локализации области возможного накопления тектонических напряжений. Для использо-



вания результатов мониторинга приливных амплитуд в качестве одного из прогностических признаков, необходимо наличие плотной сети сейсмических станций с минимальными возмущениями сигнала в приливной полосе низких частот.

Дальнейшая работа в данном направлении может привести к созданию нового метода глобального мониторинга процессов накопления тектонических напряжений в реальном времени.

5. Проект РФФИ 14-29-06073 «Исследование гидромагнитных структур вращающихся геофизических течений с применением лабораторного и численного моделирования». Руководитель Шалимов С.Л. (2012-2013, 2 600 000 руб)

В ходе выполнения проекта были получены следующие важнейшие результаты:

1. Для лабораторного моделирования вращающихся течений была проведена модификация существующих лабораторных установок, изготовлены новые конструкции, позволяющие рассмотреть более широкий диапазон параметров вращающихся течений в кольцевом канале. Эти эксперименты сопровождалось численным расчетом: в настоящем проекте подготовлена численная модель, рассматривающая, как источники массы, так и пространственно распределенные силы для метода источников-стоков и МГД-метода. После этого в рамках проекта были проведены лабораторные эксперименты и численные расчеты с уравнениями мелкой воды в круговых вращающихся кюветах с тонкими слоями проводящей жидкости при генерации потоков в круговых сосудах со свободной поверхностью за счет силы Ампера (взаимодействие радиального электрического тока с системой постоянных магнитов под дном сосуда - МГД-метод) с сохранением дискретной симметрии относительно поворотов кругового канала вокруг центральной оси. Результаты лабораторных и численных экспериментов показали возможность формирования устойчивой квазидвумерной крупномасштабной циркуляции, режимов суперротации и субротации из мелкомасштабных движений. Определены области характерных параметров, при которых происходит переход от мелкомасштабных к крупномасштабным движениям во вращающихся кольцевых каналах при МГД генерации потоков; ряд численно промоделированных конфигураций магнитов и магнитного поля разной величины был реализован экспериментально. Показано, что почти круговой вихрь имеет области с дифференциальным вращением, когда угловая скорость вращения уменьшается с увеличением радиуса. Одиночные крупномасштабные вихри и широкие струйные потоки появляются в режимах субротации и суперротации по отношению к внешнему вращению в зависимости от его угловой скорости. Продемонстрировано возникновение структур течения с азимутальным волновым числом $m=2$ и рассмотрена их возможная связь с наблюдаемыми на земной поверхности аномалиями.

2. Рассмотрены неустойчивости экмановского типа на границе ядро-мантия. Показано, что неустойчивость течений с экмановскими профилями скоростей вблизи границы ядро-мантия приводит к образованию горизонтально ориентированных валиковых циркуляционных структур. Рассмотрены геофизические следствия присутствия таких структур в



жидком ядре: создание локальных горячих зон повышенной проводимости и влияние на инверсии геомагнитного поля.

3. Рассмотрены корреляции сейсмичности, вариаций частоты вращения Земли и геомагнитных джерков. Обнаружено, что джерки предшествуют синфазным вариациям количества сильных землетрясений с $M > 6.5$ и темпу изменения частоты вращения Земли в интервале периодов 5-8 лет. Показано, что мелкомасштабная турбулентность в жидком ядре Земли, обладающая свойством спиральности, может приводить к крупномасштабным возмущениям скорости, которые, посредством возбуждения крутильных колебаний и джерков, воздействуют на нижнюю мантию и обуславливают модуляцию частоты вращения Земли и сейсмичности. Предложен также механизм, позволяющий рассматривать джерки как следствие возбуждения магнито-ротационной неустойчивости в земном ядре с последующей генерацией крутильных колебаний, обуславливающих изменение частоты вращения Земли.

4. Для магнитострофических волн, генерируемых в экваториальной плоскости земного ядра вследствие неустойчивости экваториального джета, показано, что волны, распространяясь почти поперек оси вращения вне тангенциального цилиндра, имеют отрицательную спиральность в северном полушарии и положительную в южном. Такое распределение спиральности при распространении волновых пакетов через области постоянного азимутального геомагнитного поля, обусловленного омега-эффектом, индуцирует эдс (за счет альфа-эффекта) способную приводить к поддержанию исходного дипольного поля по схеме альфа-омега динамо. Даны аналитические оценки спиральности магнитострофических волн и скейлинга для кинематического динамо, когда диссипативный масштаб порядка масштаба колонок Тейлора.

5. С помощью параллельного программного кода, основанного на методе Галеркина, проведено моделирование процесса развития магниторотационной неустойчивости в аккрецирующей оболочке протозвезды. Показано, что развитие МРН в газопылевом аккреционном диске может приводить к образованию крупномасштабных вихревых структур. Эти структуры способствуют отводу момента импульса от оси вращения на периферию диска. Междисциплинарность связана с возможностью использования численного кода для моделирования МРН в любых других условиях, а также с подтверждением общих свойств МРН, например, ее подавлением магнитным полем.

6. Проект РФФИ 13-05-12030 офи_м «Пространственное распределение, геодинамическая позиция и изотопно-геохимический состав мантийных источников фанерозойского внутриплитного магматизма Сибири и Центральной Азии». Руководитель: Павлов В.Э. (2013-2015, 7 200 000 руб)

Полученные результаты проливают свет на историю и характер траппового (плюмового) магматизма и на геодинамическую эволюцию Северной Евразии. Наиболее важные из них следующие.

1. Сибирская провинция траппового магматизма:



1.1. Разработана современная магнитостратиграфическая схема для эффузивных траппов севера Сибирской платформы;

1.2. Доказан пульсовый характер формирования пермо-триасовых траппов;

1.3. Получены временные ограничения на длительность и скорость формирования траппов;

1.4. Получены новые изотопные датировки, позволяющие тестировать связь пермо-триасового магматизма и массового вымирания на границе палеозоя и мезозоя;

1.5. Определены значения характеристик геомагнитного поля (амплитуды вековых вариаций, палеонапряженности) во время формирования пермо-триасовых сибирских траппов.

2. Вилюйская среднепалеозойская трапповая провинция:

2.1. Выполнена обширная программа изотопного датирования траппов Вилюйской трапповой провинции;

2.2. Получены доказательства существования трех пульсов магматической активности в регионе с возрастaми ~390-405 Ма, ~379 Ма и ~364 Ма. Возраст пульса ~379 Ма статистически неотличим от возрастa фран-фаменской границы, что существенно усиливает гипотезу существования причинно-следственной связи между излияниями континентальных платобазальтов и массовыми вымираниями;

2.3. Показаны географическая приуроченность выделенных пульсов и существование северной миграции вулканизма при формировании Вилюйской магматической провинции.

3. Котуйканская большая магматическая провинция (КБМП):

3.1. Выделена (КБМП) с возрастaм ~1500 млн.лет. Она захватывает весь Северо-Восток Сибирской платформы и проявлена не только на Анабарском, но и на Оленекском поднятии;

3.2. Выдвинута гипотеза о вхождении Сибири и кратона Sao Francisco–Congo в мезопротерозое в состав единого суперкратона. В этом случае КБМП могла простираться на расстояние вплоть до 2000 км. Палеомагнитные данные поддерживают эту гипотезу.

3.3. Получены аргументы в пользу того, что Лаврентия, Сибирь и Балтика вместе формировали стабильную внутреннюю часть суперконтинента Нуна, сохранявшуюся вплоть до распада суперконтинента Родиния в неопротерозое;

3.4. Предложена реконструкция взаимного положения этих кратонов в составе трансдокембрийского суперконтинента;

3.5. Получена серия новых качественных палеомагнитных данных, позволяющих восстановить историю относительного смещения Сибири и Балтики в фанерозое;

3.6. Предложены сплайн-модели палео-мезопротерозойского и венд –фанерозойского сегментов сибирской кривой кажущейся миграции полюса, которые позволяют описать палеогеографическое положение и кинематику движения Сибирской платформы на протяжении всего времени ее формирования;



3.7. Выполнена серия определений возрастов детритовых цирконов из ряда опорных рифей-вендских разрезов, что позволяет существенно ограничить их возраст и тестировать ряд тектонических реконструкций.

4. Центрально-Азиатская провинция внутриплитного магматизма:

4.1. Проведены изотопные и геохимические исследования доаккреционных раннекембрийских лав Озерной зоны Монголии и постаккреционных фанерозойских магматических комплексов Монголии и Забайкалья. Проведена геохимическая типизация раннекембрийских лав, выявлены геодинамические обстановки их формирования;

4.2. Получены новые геохронологические данные (U-Pb) по постколлизии интрузивным массивам западной Монголии. Показано, что постколлизии внутриплитный магматизм Монголии в основном был активен в раннем ордовике. Девонский возраст многих гранитоидных массивов, предполагаемый в отчетах геолого-съёмочных работ, не подтвердился;

4.3. Получены доказательства того, что раннепалеозойский магматизм в Монголии (также и в Туве) имеет как мантийное, так и коровое происхождение;

4.4. Показано, что ордовикские постаккреционные мантийные магмы выплавлялись из резко гетерогенных по изотопному и геохимическому составу областей мантии. Обогащенные HFSE расплавы могли быть связаны с плюмом. Мантийные источники отличаются по изотопному составу от источников поздневенд-раннекембрийских расплавов;

4.5. Получены новые палеомагнитные данные и проведено обобщение палеомагнитных и изотопно-геохимических данных для постаккреционных комплексов Монголии, Тувы и Забайкалья; Установлено, что породы всех исследованных палеозойских геологических комплексов Монголии характеризуются многокомпонентным составом намагниченности и часто перемагничены;

4.6. В ряде объектов (например, ордовикские породы хребта Хан-Хухей) удалось выделить первичную компоненту намагниченности, по которой определена палеошироты, на которых происходило образование этих толщ. Рассчитанные палеошироты (14о-20о с.ш.) значительно отличаются от ожидаемых палеоширот, рассчитанных из ордовикского (505 млн. лет) полюса Сибири. Это указывает на то, что Монгольский блок в это время еще не был тектонически совмещен с Сибирским материком. Анализ палеомагнитных данных по Туве свидетельствует о том, что совмещение Монгольского каледонского блока с Сибирским кратоном произошло, вероятно, вблизи границы силура и девона;

4.7. Анализ полученных мезозойских и кайнозойских палеомагнитных данных для Монголии и Евразии позволил сделать новые выводы об особенностях пространственного распределения источников внутриплитного магматизма Центрально-Азиатской провинции внутриплитного магматизма. На основе палеомагнитных данных было установлено, что области аномальной мантии, с которыми связан магматизм Монголии, меняли свою конфигурацию в мелу и кайнозойе.



7. Проект РФФИ 13-05-12091 офи_м "УНЧ электромагнитные излучения при сейсмической и грозовой активности". Руководитель Пилипенко В.А.

(2013-2015, 4 500 000 руб)

1. В ходе работ по проекту проводилось теоретическое и экспериментальное междисциплинарное исследование УНЧ электромагнитных процессов, сопровождающих грозовую и сейсмическую активности. Экспериментальной основой работы служили данные мировой сети геофизических наблюдений и низкоорбитальных отечественных и международных спутников, а также специализированных экспериментов. Особое внимание обращено на наземный и ионосферный отклик на атмосферные электрические разряды и магнитосферные возмущения в частотном диапазоне, соответствующем резонансным УНЧ структурам: ионосферный альвеновский резонатор (ИАР), волновод для быстрых магнитозвуковых (БМЗ) волн, и шумановский резонанс (ШР). Вопреки общепринятым представлениям, наблюдаемые на земной поверхности многополосовые спектры обусловлены не возбуждением собственных мод ИАР, а последовательностью из нескольких импульсов, возникающую в результате отражений от обеих границ ИАР. Новая парадигма подтверждена как численным моделированием, так и анализом данных наземных магнитометров и низкоорбитальных спутников. Проведен цикл работ по обнаружению электромагнитного отклика верхней ионосферы на грозовые разряды в атмосфере и промышленную активность по данным российского микро-спутника Чибис-М. Хотя наземные проявления ИАР и ШР хорошо известны, доказательство возможности просачивания этих излучений в верхнюю ионосферу оказалось неожиданным. Анализ данных электрического датчика микро-спутника также показал, что в верхней ионосфере возможны излучения с частотами 50/60 Гц от наземных линий электропередач.

2. По данным мониторинга за 2003-2015 гг. на средне- и низкоширотных станциях, обнаружен и проинтерпретирован ряд тонких эффектов, обусловленных особенностями резонансного отклика ионосферы на грозовые разряды: возбуждение альвеновского субрезонатора (суб-ИАР), сезонная зависимость проявлений тонкой структуры УНЧ спектров, влияние спорадических слоев на параметры спектра УНЧ излучений, и др. Проведенный анализ синхронных спутниковых и наземных данных показал эффективность воздействия атмосферных процессов и промышленной деятельности на околоземное пространство, и возможность мониторинга структуры ионосферы по данным наземных индукционных магнитометров.

3. Для теоретической интерпретации наземных и спутниковых наблюдений разработан комплекс численных моделей для расчета собственных частот ИАР и БМЗ волновода и взаимодействия магнитосферных возмущений и полей грозовых разрядов с ионосферой. Рассчитаны волновые формы и спектры возмущений электромагнитного поля от модельного молниевых разряда. Численные расчеты показали возможность образования узкополосных спектральных структур герцового диапазона на земной поверхности при прохождении широкополосных магнитосферных возмущений через ночную ионосферу.



4. Критически проанализированы некоторые направления электромагнитного и спутникового прогноза землетрясений, которые вызвали значительный интерес в последние годы. Рассмотрены УНЧ сигналы, предположительно возникающие перед землетрясениями, о регистрации которых сообщалось в многочисленных публикациях. Детальный анализ этих "предвестниковых" сигналов с привлечением обширной геофизической информации показал, что они являются магнитосферными пульсациями и не связаны с сейсмической активностью. Критически проанализирована широко распространенная гипотеза о взаимосвязи эманаций радона и аномалий теплового излучения, которые иногда наблюдаются на спутниках над сейсмически активными районами. Анализ этой гипотезы о выделении теплоты парообразования при ионизации приземного атмосферного слоя радоном, показал, что возникающий тепловой поток должен быть на много порядков меньше, чем предсказано в рамках данной гипотезы. Разработана программа, опирающаяся на данные сети по регистрации молний WWLLN, которая позволяет оценивать ожидаемый уровень УНЧ шумов, создаваемых мировой грозовой активностью, и тем самым исключить возможность ложной интерпретации электромагнитных аномалий перед землетрясениями. Для разработки методов дискриминации сигналов магнитосферного и литосферного происхождения, изучена пространственная структура естественных магнитосферных УНЧ колебаний (типа Pc2-3, Pc5, и Pi2) и шумов в сейсмоактивных регионах (Ю. Америка, Япония, Киргизия) по данным наземных и спутниковых наблюдений.

5. Решен ряд вопросов по интерпретации наблюдений сейсмо-электромагнитных эффектов, которые потребовали разработки более полных теоретических моделей. Проведен теоретический анализ электрокинетического и магнитогидродинамического эффектов, возникающих при фильтрации поровой жидкости в водонасыщенных слоях и вследствие движений вулканической магмы, и даны оценки ожидаемых электромагнитных возмущений на земной поверхности. Показано, что появление области с видоизмененными гидродинамическими и электрокинетическими параметрами в земной коре, вызванное генерацией акустических импульсов в зоне подготовки землетрясения, приведет к появлению аномальных теллурического и магнитного полей. Полученные теоретические результаты указывают на принципиальную возможность электромагнитного мониторинга сейсмической или вулканической активности, который, однако, невозможен без корректного учета магнитосферных и грозовых возмущений.

6. Ежегодно проводились экспедиционные работы с использованием специализированной аппаратуры 5-го поколения на Бишкекском прогностическом полигоне для отработки методики выявления сейсмо-чувствительных зон и мониторинга э/м предвестников. Разработаны методики наблюдений и программные средства обработки данных мониторинга с целью разделения сигналов литосферного происхождения и вызванных мешающими факторами. Данные мониторинга и текущие результаты проекта выложены на специализированном сайте в Интернете.



8. Проект РФФИ 14-05-00762 «Исследование геоакустических полей, наведенных в неоднородных слоистых структурах морского дна при наличии ледового покрова», руководитель Собисевич А.Л. (2014-2016, 1640 тыс.руб)

Основные результаты, полученные при выполнении работ по гранту следующие.

1. Установлено, что волновые процессы на границе «водный слой – морское дно» могут быть использованы для получения геофизической информации о глубинных неоднородностях слоистой геологической среды, а использующие это свойство новые сейсмоакустические методы – служить основой для создания инновационных технологий разведки нефтегазовых месторождений на шельфе северных морей России.

2. Проведены теоретические и экспериментальные исследования процессов распространения упругих волн в условиях мелкого моря, покрытого льдом. Теоретически и экспериментально проанализированы особенности возбуждения и распространения различных волновых мод в слоистой среде «лёд–жидкость–упругое полупространство». Показано, что в низкочастотной области разделение в принимаемых данных полей изгибающей моды и фундаментальной донной волны может быть основано на пространственно-временном анализе принимаемых полных полей при соответствующем выборе частотного диапазона.

3. Исследовано формирование придонного акустического волновода при наличии жидкого слоя, содержащего взвешенные пузырьки газа. Выведены эволюционные уравнения, описывающие распространение интенсивного звука в пузырьковом слое при наклонном падении на его границу. Рассчитано акустическое поле в пузырьковом слое.

4. Выполнено экспериментальное исследование развиваемыми сейсмоакустическими методами особенностей глубинного строения зон сосредоточенной флюидной активности на территории грязевулканических провинций, в том числе – подводных грязевых вулканов.

9. Проект РФФИ 12-05-91051 НЦНИ_a (совместный конкурс с НЦНИ: инициативные PICS) «Геодинамические переходные процессы на масштабах от глобального до микроуровня: закономерности и природа». Руководитель В.О. Михайлов (2012-2014, 1100 тыс.руб)

Проект был направлен на выявление закономерностей переходных геодинамических процессов на различных пространственных и временных масштабах, по трем направлениям:

1. Реконструкция и анализ траекторий кажущейся миграции полюса для основных континентальных блоков Северной Евразии с целью выделения эволюционных и переломных этапов их геодинамического развития и оценки характерных временных масштабов глобальных плитотектонических процессов.

2. Изучение крупномасштабных переходных процессов, сопровождающих гигантские землетрясения, на примере землетрясения в Чили 2010 г. с использованием данных наземных геодезических и сейсмологических сетей и спутниковых гравитационных данных. Сопоставление результатов с имеющимися данными по землетрясению на Суматре 2004 г с целью выявления общих закономерностей переходных релаксационных процессов.



3. Выявление принципиальных закономерностей региональных и локальных переходных процессов, отражающихся в аномалиях сейсмического режима, и прояснение их физической природы на основе анализа разномасштабных сейсмических данных и результатов лабораторного моделирования.

Основные результаты проекта состоят в следующем.

1. В рамках первого направления впервые получены следующие результаты.

1.1. Удовлетворяющие современным критериям надежности палеомагнитные полюсы для аренига, лланвирна и карадока юга Сибирской платформы.

1.2 Детальная запись изменения содержания изотопа C^{13} и полярности геомагнитного поля вблизи временного уровня 1 млрд. лет назад.

1.3 Уверенное доказательство существования геомагнитного суперхрона на границе мезо- и неопротерозоя и определена его длительность.

1.4 Предложена модель эволюции инверсионного процесса на протяжении значительной части геологической истории (поздний архей - кайнозой).

1.5 Выполнен анализ всех палеомагнитных данных по мезо-кайнозой Сибирской платформы и ее складчатого обрамления.

1.6. Получено убедительное доказательство того, что консолидация древних Восточно-Европейской и Сибирской платформ в единый континент произошла к концу палеозоя.

1.7. На обширном палеомагнитном материале подтвержден вывод о жесткости Северной Евразии в послепалеозойское время и сделан вывод о том, что европейская кривая кажущейся миграции полюса может быть отнесена к Сибирской платформе.

1.8. Для Сибирской трапповой провинции показано, что также, как и в случае траппов Деккана, магматизм носил пульсовый характер.

1.9. Показано, что большая часть вулканических толщ в Норильском и Маймеча-Котуйском регионах формировалась в течение ограниченного числа мощных вулканических вспышек и отдельных извержений.

1.10. Выполнено массовое Ar-Ar датирование интрузий Вилюйской трапповой провинции.

1.11. На основе современного геохронологического датирования доказано существование 2 мощных пульсов при формировании этой провинции, один из которых совпадает по возрасту с одним из крупнейших в фанерозое позднефаменским массовым вымиранием.

1.12. Предложена сплайн-модель сибирской кривой кажущейся миграции полюса для всего времени существования Сибирской платформы.

2. В рамках второго направления уточнены параметры запертого участка зоны субдукции до землетрясения Мауле-Чили 2010 г. Получена теоретическая косейсмическая аномалия гравитационного поля, рассчитанная по модели поверхности разрыва, которая, согласно нашим расчетам 2012 г, наилучшим образом согласуется с наземными геодезическими данными. Полученная теоретическая аномалия хорошо согласуется с реальными данными спутников Грейс. Данные о постсейсмической эволюции гравитационной аномалии в



районе Мауле-Чили получены впервые. Для этого использованы разложения по сферическим вейвлетам и осреднения на растущих интервалах времени. Выполнены исследования с применением ориентированных вейвлетов. Оценен декремент затухания гравитационной аномалии на постсейсмическом этапе. Выполнено сопоставление характера косейсмической релаксации в областях крупных землетрясений Андаман-Суматранского, Тохоку и Мауле-Чили.

3. В рамках третьего направления, при анализе отклика сейсмичности на электромагнитное воздействие, новым является результат о наличии отклика сейсмического режима непосредственно в момент зондирования, без задержки. Многочисленные предшествующие исследования обнаруживают отклик режима с задержкой на несколько суток. Этот отклик нами также подтверждается, но его величина оказалась значительно меньше, чем величина отклика в момент зондирования.

4. Основные результаты, полученные в части анализа геодинамических переходных процессов на масштабе наведенной сейсмичности по натурным и лабораторным данным, являются новыми. Новыми являются оценки параметра цикла разрушения по данным о наведенной сейсмичности при заполнении Нурекского водохранилища и при закачке воды в скважину на полигоне в Сультс-су-Форе. Изменения этого параметра в процессе воздействия на среду указывают на изменение энергетического спектра процесса разрушения – на переход процесса разрушения с одних масштабов на другие.

10. Проект РФФИ 14-05-00091 «Изучение детальной структуры очагов сильнейших землетрясений Алтае-Саянской горной страны и реконструкция позднечетвертичной истории их активизаций». Руководитель Рогожин Е.А. (2014-2016, 1490 тыс.руб)

1. В Алтае-Саянской горной стране (юго-западной Туве) выявлены сеймотектонические формы рельефа - активные разломы. Самый протяжённый и выразительный сеймотектонический уступ обнаружен в зоне Шапшальского разлома. Выявлены следы палеоземлетрясения, произошедшего в зоне этого разлома около 3000-3500 лет назад – $M=7.2-7.3$. Также удаётся датировать возраст последнего обновления Монгун-Тайгинского разлома - примерно 3000-4000 лет назад.

2. Тувинские землетрясения 2011-2012 гг. произошли в зоне Каахемского разлома. Радиоуглеродное датирование следов древних землетрясений дало возможность оценить их повторяемость. Для очага 1-го Тувинского землетрясения 2011 г. получен возраст трёх палеоземлетрясений – 3000-3500, 1500-1900 и 300-500 лет назад. По силе предпоследнее событие было сходно с землетрясением 2011 г. ($M=6.7$). Два предыдущих события (3000-3500 и 1500-1900 лет назад) были сильнее- $M=6.9-7.0$. Для очага 2-го Тувинского землетрясения 2012 г., получены датировки двух предыдущих подвижек, произошедших за последние 900 лет - примерно 800-700 и 600-500 лет назад. По своим параметрам предыдущие подвижки были практически аналогичны современной. Полученные данные свидетельствуют о том, что умеренные по магнитуде сейсмические события, подобные Тувинским 2011-2012 гг., за последнее тысячелетие повторялись раз в 300-500 лет, тогда



как катастрофические землетрясения с $M=7.0-7.2$ и более, происходят примерно раз в тысячу лет. Таким образом, в ходе работ по проекту построена детальная сейсмотектоническая модель Алтае-Саянской горной страны и реконструирована позднечетвертичная история сейсмических активизаций.

3. В процессе палеосейсмогеологических исследований на Горном Алтае до и после Алтайского землетрясения 2003 г. было выяснено, что сильные сейсмические события произошли здесь примерно 230–300, 1000, 1700, 2300, 3500, 4500, 5200 и 8500 лет назад. Сходная работа была выполнена и для западной части Монгольского Алтая, где в 1931 г. и 1761 г. произошли сильнейшие Фуюньское и Великое Монгольское землетрясения с $M=8.0$. При палеосейсмогеологических исследованиях были выявлены следы семи доисторических землетрясений с магнитудой землетрясений той же силы, произошедших примерно 9500, 7200, 6800, 6600, 4000, 1500 и позже 700 лет назад согласно результатам радиоуглеродного анализа. На этой основе были построены графики повторяемости для обеих изучаемых территорий в интервале $M=3.0-6.5$ по историческим и инструментальным данным и в интервале $M=3.0-8.0$ с учетом палеосейсмологической информации. Таким образом, реконструирован сейсмический режим для региона Большого Алтая на протяжении всего голоцена.

4. На примере составленных в качестве эталонных трехмерных геолого-геофизических моделей очаговых зон землетрясений: Алтайской (Чуйское землетрясение 2003 г., $M=7,3$), двух отрезков Каахемского разлома (Тувинские землетрясения 2011 и 2012 гг., $M=6.7$ и 6.8) и Шапшальской (Урэг-Нурское 1970 г., $M=6,7$) установлена связь местной сейсмичности с особенностями глубинного строения и неотектонических движений.

16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год

ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ЦЕЛЕВЫЕ ПРОГРАММЫ



1. ФЦП № 19 Программа "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009 - 2013

1.1 Подпрограмма «1.2.2 – научные исследования, проводимые научными группами под руководством кандидатов наук». Проект ««Региональные модели коры по новым сейсмическим данным, построение сводной глобальной модели коры Земли с разрешением 1 на 1 градус» (согл. №8335 от 12.08.2012). Руководитель: к.ф.-м.н. А.А. Баранов. Заказчик: Минобрнауки РФ, исполнитель ИФЗ РАН (2012-2013, 1566 тыс.руб)

1.2 Подпрограмма «1.3.1 – научные исследования, проводимые под руководством молодых ученых кандидатов наук» Проект ««Моделирование современного напряженного состояния земной коры сейсмически-опасных регионов» (согл. №8615 от 01.10.2012) Руководитель: к.ф.-м.н. В.В. Погорелов. Заказчик: Минобрнауки РФ, исполнитель ИФЗ РАН (2012-2013, 1177 тыс.руб)

2. ФЦП № 5.3 Программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы»

Подпрограмма 1.5 «Проведение проблемно-ориентированных поисковых исследований и создание научно-технического задела в области рационального природопользования».

Проект: «Сейсмические режимы в зонах крупных природных и техногенных воздействий: анализ полевых наблюдений и лабораторное моделирование в области геофизических исследований и рационального природопользования с участием научно-исследовательских организаций Индии» (ГК 11.519.11.5024 от 12.03.2012) Руководитель: д.ф.м.н. А.В. Пономарев. Заказчик: Минобрнауки РФ, исполнитель ИФЗ РАН (2012-2013, 8950 тыс.руб)

3. ФЦП № 11 Программа: «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012 - 2020 годы».

3.1. Проект «Разработка материалов эскизного проекта в части технологии построения глобальных моделей гравитационного поля Земли и высот квазигеоида и методов оценки их точности метрологической аттестации на полигонах Росстандарта, а также в части учёта глобальных и региональных движений земной коры», ГК № 120-118 от 28.03.2013 г. между ФГУП «ВНИИФТРИ» и Государственным заказчиком - Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. Заказчик: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, исполнитель ФГУП «ВНИИФТРИ». Составная часть ОКР «Разработка материалов эскизного проекта в части алгоритмов и методов, используемых в автоматизированном комплексе программ». Договор № 120-118/2-2013 от 10 июля 2013 г между ФГУП «ВНИИФТРИ» и ИФЗ РАН. (2013, 1000 тыс.руб)

3.2 Проект «Разработка материалов эскизного проекта в части технологии построения глобальных моделей гравитационного поля Земли и высот квазигеоида и методов оценки их точности метрологической аттестации на полигонах Росстандарта, а также в части учёта глобальных и региональных движений земной коры», ГК № 120-118 от 28.03.2013 г. между ФГУП «ВНИИФТРИ» и Государственным заказчиком - Федеральным агентством



по техническому регулированию и метрологии. Заказчик: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, исполнитель ФГУП «ВНИИФТРИ». Составная часть ОКР «Разработка материалов технического проекта АПК ГГСК в части методов построения и оценки ЦМК и ГПЗ на основании измерительных данных, находящихся в ведении РАН, Росреестра и других организаций». Договор Договор 120-118/6-2014 между ФГУП «ВНИИФТРИ и ИФЗ РАН. (2014, 4000 тыс.руб)

4. ФЦП № 42 Программа: «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 года»

4.1 Проект: «Разработка детальной карты нового поколения оценки сейсмических рисков территории Северо-Кавказского федерального округа». (ГК № 74-ОК/11-3 от 16 ноября 2011 г. с доп. соглашением № 1от 04 апреля 2012 г.) Руководитель: д.г.-м.н. Е.А. Рогожин. Заказчик: Российская академия наук, исполнитель ИФЗ РАН. (2011-2014, 11 000 тыс.руб — на весь период, с учетом запланированного. Прекращено с 2014 г. ввиду отсутствия финансирования программы)

4.2 Проект: «Создание программно-технического обеспечения оперативного анализа прогностических и геодинамических параметров для обеспечения принятия решений в Национальном центре». (ГК № 74-ОК/11-2 от 16 ноября 2011 г. с доп. соглашением № 1от 04 апреля 2012 г.) Руководитель: д.г.-м.н., Рогожин Е.А. Заказчик: Российская академия наук, исполнитель ИФЗ РАН. (2011-2014, 15 000 тыс.руб. – на весь период, с учетом запланированного. Прекращено с 2014 г. ввиду отсутствия финансирования программы)

5. Федеральная космическая программа России на 2006-2015 гг.

Проект «Луна -Ресурс». (Договор №1/104 от 11.05.2010 г.) . Заказчик: ФГУП «НПО им.С.А.Лавочкина», исполнитель ИКИ РАН. Подпроект «Создание научной аппаратуры Сейсмометр широкодиапазонный С-ЛР для космического эксперимента «Сейсмо-С-ЛР» на борту посадочного модуля «Луна -Ресурс»». Договор №22/08 от 20.02.2012 г. Руководитель: д.т.н., проф. А.Б.Манукин. Заказчик: ИКИ РАН, исполнитель ИФЗ РАН (2012-2014, 17481,55 тыс.руб. – на весь период, с учетом запланированного. Перенесено ввиду отсутствия финансирования программы)

6. Программа инновационного развития ФГУП "ГКНПЦ им. М.В. Хруничева" на 2011-2015 гг. .Договор в рамках заказа-поручения ФГУП «Государственный космический научно-исследовательского центра имени М.в. Хруничева» № 3007027 на выполнение второго этапа ОКР "Создание экспериментальных образцов высокочувствительных наноакселерометров для систем управления движением геостационарных спутников связи и низкоорбитальных КА ДЗЗ в части блока датчиков микроускорений" в рамках (договор 605/13). Заказчик: НИИ КС имени А.А. Максимова - филиал ФГУП"Государственный космический научно-производственный центр им.М.В.Хруничева", исполнитель: ИФЗ РАН. (2013, 6715 тыс.руб)

7. ФЦП "Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 гг.". Договор в соответствии с мероприятием 278 разделаIII "Использование системы



ГЛОНАСС" (договор 0062-21-13-СП17) «Выполнение комплекса работ по контролю и поддержанию стабильности центров пунктов фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС)». Заказчик: ОАО "Средневолжское АГП", исполнитель: ИФЗ РАН (2013, 597 тыс. руб)

8. Автономная некоммерческая образовательная организация высшего профессионального образования "Сколково" (СКОЛТЕХ). Генеральное соглашение об исследованиях. Договор 710-MPA между СКОЛТЕХом и ИФЗ РАН (2014-2019, 69640 тыс. руб.). В рамках договора ведутся исследования по двум проектам: Проект 1. «Теоретическая и экспериментальная петрофизика при разведке и разработке нетрадиционных ресурсов углеводородов» Руководитель С.А.Тихоцкий. Проект 2. «Геофизические методы разведки и оценки геологических рисков при освоении месторождений углеводородов на шельфе Российской Федерации» Руководитель М.Ю.Токарев.

11. Договор № 05/2015/РН «Выбор и разработка методов петрофизического моделирования упругих свойств геологической среды». Заказчик: Фонд поддержки ученых "Национальное интеллектуальное развитие", исполнитель ИФЗ РАН (2015, 1180 тыс. руб). Руководитель Тихоцкий С.А.

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

Геофизические исследования сегодня требуют не только разработки актуальных теорий и использования мощных вычислительных систем для компьютерного моделирования, но и создания наблюдательного и измерительного оборудования, обеспечивающего современные точности измерений.

Надлежащая приборная база всегда являлась важной составляющей как прикладных, так и фундаментальных исследований. В связи с этим в ИФЗ традиционно имелись приборостроительные школы, что позволяло непрерывно совершенствовать и разрабатывать геофизические приборы, пригодные для проведения измерений в самых различных условиях и позволявшие выполнять поставленные задачи в области режимных наблюдений, геологоразведки и лабораторных исследований. В период активного развития геофизики в нашей стране ИФЗ РАН располагал собственным опытно-конструкторским бюро и определенными производственными мощностями, целый ряд лабораторий обладал некоторыми техническими средствами, которые позволяли выпускать приборы малыми сериями и самостоятельно изготавливать макетные образцы для дальнейшего их выпуска на профильных предприятиях. В эпоху перестойки ОКБ было реструктуризовано ввиду отсутствия возможности надлежащего финансирования, однако в ИФЗ РАН сегодня ведутся разработки приборов, которые отвечают современным требованиям для проведения исследований и выполнения прикладных работ.



Инжиниринговые процедуры сегодня выполняются силами научного персонала и инженерного состава института. Изготовление оборудования используются станки, электронное оборудование собирается и тестируется средствами наших специалистов, либо заказывается в технических службах других институтов в рамках научного сотрудничества.

В качестве некоторых основных разработок следует упомянуть:

1. Уникальный комплекс "Самолёт-лаборатория" для производства аэрогравиметрических наблюдений.

2. Устройства для наземных наклонно-деформометрических исследований

- Микронивелир НИ-3

- Скважинный инклинометр НИ-2

- Наклономерно-деформометрический комплекс в составе: наклономер двухкоординатный штольневый, НМД-Ш, деформометр кварцевый КДЧ, гидростатический нивелир ГН, измеритель вариаций уровня жидкости в скважинах и датчики метеопараметров

- Система мониторинга несущих конструкции строительных сооружений «СМНК-СТРАЖ», разработанная и производимая ИФЗ РАН совместно с ООО «Оптические измерительные системы» (Москва) и ООО «Петрол спринг» (Тула)

- Комплекс для контроля макронеровностей рабочей поверхности дисков подпятников и уклона вала гидроагрегатов ГЭС в составе:

- датчик уклона УД с магнитным прижимом к поверхности вала

- профилемер ПФМ для измерений в напольном и потолочном режиме

- датчик ДШМА-50 (изготовитель СКБ «Микроавтоматика», г. Пенза)

3. Гравиинерциальные устройства для космических исследований:

- Трёхкоординатный измеритель микроускорений ИМУ-128

- Микроакселерометр МкА-НД

- Сейсмогравиметр проекта «Луна-Ресурс».

- Сейсмоакселерометр

4. Системы сейсмического мониторинга:

- Инновационная система мониторинга сейсмичности (СИСМО) в районах проектирования и эксплуатации протяженных систем транспорта углеводородов, предназначенную для регистрации сейсмических сигналов, распознавания землетрясений, определения магнитуды и гипоцентра в режиме реального времени, которая включает: сверхширокополосный сейсмометр, широкополосный сейсмометр, акселерометр мобильный, автономные сейсмические регистраторы СЕЙСАР-5

- Инновационная система сейсмологического мониторинга гидротехнических сооружений нового поколения

и др.

Филиал ИФЗ РАН - Научно-технический центр «Геотехфизприбор» имеет сложившиеся научно-технические связи с целым рядом опытных и производственных центров



Академии наук и отраслевых предприятий, среди которых ОКБ океанологической техники РАН и ФГУП «ПО Октябрь».

В настоящее время по ряду договорных работ выполняется разработка и проектирование нового оборудования в области космического приборостроения, основанного на геофизических методах (с выходом на макеты и последующей передачей рабочей документации заказчику).

Перспективным является воссоздание конструкторского бюро с функциями продвижения разработок на базе кооперации существующих инновационных подразделений института. Это позволит создать базу для расширения прикладных исследований и в случае наличия государственных программ поддержки интенсификации НИОКР и ОКР предоставит возможность привлечения талантливой молодежи для создания высокотехнологичного геофизического оборудования. Это позволит восполнить недостаток разработчиков в области геофизики с одной стороны, а с другой стороны необходимость обновления парка обсерваторских наблюдений и возможности внедрения разработок в качестве составных узлов систем мониторинга и вспомогательного лабораторного оборудования обеспечат воспроизводство опытных ученых-экспериментаторов.

Перспективными направлениями разработок и выпуска малых серий на сегодня являются:

- скважинное сейсмологическое, наклономерное и инклинометрическое оборудование;
- оборудование для проведения наземного и космического наклономерно-деформометрического мониторинга;
- устройства регистрации и сбора геодезических и геофизических данных систем комплексного мониторинга геофизических полей;
- сейсмометрическое оборудование на основе современной элементной базы, как зарубежных так и отечественных производителей;
- оборудование для аэроэлектрических наблюдений;

Возможно развитие магнитометрического оборудования и оборудования для гравиинерциальных исследований на базе существующего задела научных школ, ранее активно развивавшихся в ИФЗ РАН.

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

1. Система мониторинга сейсмичности в районах проектирования и эксплуатации протяженных систем транспорта углеводородов (СИСМО)

Система предназначена для регистрации сейсмических сигналов, распознавания землетрясений, определения магнитуды и гипоцентра в режиме реального времени.

Успешно апробирована в качестве временной локальной сейсмической сети при проведении работ по оценке сейсмической опасности в районах проектирования трубопроводов



«Якутия-Хабаровск-Владивосток», «Южный поток» (Сербия), «Краснодарский Край – Крым»

В ее состав системы входят трёхкомпонентные сейсмические датчики:

- сверхширокополосные сейсмометры;
- широкополосные сейсмометры;
- акселерометры сильных движений;
- автономные сейсмические регистраторы СЕЙСАР-5

Сети сейсмологического мониторинга показали свою работоспособность, зарегистрировав сейсмические события в широком диапазоне расстояний и магнитуд, а также различной физической природы. Эти технологии являются более экономичной альтернативой для развития средств массовых сейсмических наблюдений в России по сравнению с существующими зарубежными программами модернизации сетей сейсмического мониторинга

В 2015 г. стационарная система из 12 станций и пункта обработки данных в Хабаровске, работающая в режиме реального времени, введена в эксплуатацию по трассе газопровода БТК Киринского ГКМ-ГКС «Сахалин» в рамках контрактных обязательств по договору. Система автоматически выделяет события и определяет их положение и продемонстрировала стабильную работу в течение 1,5 лет.

В 2017 г. система мониторинга сейсмичности удостоена золотой медали XIII Московского международного инновационного форума и выставки «Точные измерения – основа качества и безопасности» (MetroExp'o'2017) и диплома Росстандарта.

По результатам экспертной оценки функциональных и метрологических характеристик конкурсная комиссия также присвоила Знаки качества средств измерений на автономные сейсмические регистраторы СЕЙСАР-5 разработки и производства ИФЗ РАН, которые с успехом используются Институтом при проведении работ по уточнению сейсмической опасности на площадках проектирования нефтегазопроводов и атомных станций и показали свою уверенную работу в условиях Сахалина, Сибири, республики Бангладеш, Сербии и ряда других стран.

2. Система сейсмологического мониторинга гидротехнических сооружений нового поколения (разработка выполнена совместно со специалистами ФГБУН ФИЦКИА РАН)

Инновационная система мониторинга позволяет осуществлять контроль состояния ГТС и грунтов основания; обнаруживать на ранней стадии опасные гидродинамические явления и виброконтроль работы агрегатов; выделять события разной силы и природы (землетрясения, пуски гидроагрегатов и пр.)

Ее особенностью является удаленный регистратор сейсмических сигналов ADAS3, обеспечивающий наблюдения по трем каналам с динамическим диапазоном 130 дБ при частоте опроса 250 Гц.

Программное обеспечение позволяет:

1. Проводить мониторинг вибраций турбин, осуществлять дополнительный контроль работы и выявлять потенциально опасные ситуации;



2. Просвечивать тело плотины и прибортовых частей с использованием сигналов механических вибраций при работе турбин (оборотная и двойная оборотная частоты), а также пусков и остановок турбин;

3. Наблюдать собственные колебания плотины, следить за изменением собственных частот и амплитуд, сравнивать с расчетной моделью, выявлять зоны изменения свойств;

4. Регистрировать сейсмические события и оценивать реакцию на них плотины;

5. Регистрировать потоки микротресков, свидетельствующие об изменении напряженно-деформированного состояния швов плотины, массивов бортов или зон сочленения плотины с бортами.

Система успешно прошла опытную эксплуатацию на Чиркейской ГЭС (РусГидро, Дагестанский филиал) и сдана в промышленное использование. Система позволяет вести мониторинг работы агрегата из удаленной от него точки и принять необходимые меры безопасности.

В 2017 г. система сейсмологического мониторинга ГТС удостоена золотой медалью XIII Московский международный инновационный форум и выставка «Точные измерения – основа качества и безопасности» (MetroExpo'2017) и дипломом Росстандарта.

3. Комплекс аппаратуры неразрушающего контроля макронеровностей рабочей поверхности дисков подпятников и уклона вала гидроагрегатов ГЭС и состоит из профилемера ПФМ-У и измерителя уклонов УД.

ПФМ-У не требует для проведения измерений установки гидроагрегата на тормоза и выемки опорных сегментов, что позволяет измерять геометрические характеристики зеркального диска подпятника и в нагруженном состоянии, а также существенно сократить время измерения и трудоемкость подготовки рабочего пространства для проведения измерений на зеркальном диске. Усовершенствованный вариант измерителя уклонов УД снабжен самоцентрирующимся магнитным прижимом к валу, что автоматически обеспечивает надежный контакт трех опорных ножек прибора с поверхностью вала.

Приборы успешно прошли многолетние испытания на Загорской гидроаккумулирующей станции (ГАЭС). Обе разработки запатентованы (Патенты РФ №№ 2576631 и 2569945, 2014 г.).

В 2017 г. данный комплекс аппаратуры удостоен золотой медалью XIII Московский международный инновационный форум и выставка «Точные измерения – основа качества и безопасности» (MetroExpo'2017) и дипломом Росстандарта.

4. Микроакселерометр МкА-НД (совместная разработка ИФЗ РАН и НИИ КС им А.А. Максимова- филиала ГКНПЦ им. М.В. Хруничева).

Микроакселерометр МкА-НД предназначен для эффективного решения следующих задач:

- повышение точности прогнозирования движения центра масс низкоорбитальных космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли;



- повышение эффективности управления и оптимизация рабочего тела двигательной установки малой тяги геостационарных КА для увеличения срока его активного существования;

- возможность эффективного применения в системах компенсации атмосферного торможения КА на сверхнизких орбитах для увеличения срока их активного существования;

- уточнение параметров глобальной модели гравитационного поля Земли с использованием методов спутниковой гравиградиентометрии на основе высокочувствительных акселерометров;

- потенциальные возможности применения микроакселерометра для создания планетарных моделей гравитационного поля Земли высокой детальности и построение моделей квазигеоида с погрешностью, сопоставимой с точностью определения геодезических (эллипсоидальных) высот;

- определение и прогнозирование орбит ИСЗ, уточнения эфемерид спутников ГЛОНАСС и др.

Дальнейшее развитие данной разработки планируется совместно с НИИ КС им А.А. Максимова и ГКНПЦ им. М.В. Хруничева.

5. Самолет-лаборатория для аэрогравиметрических исследований

Для проведения аэрогравиметрических исследований в ИФЗ РАН создана аппаратура и технологическая оснастка аэрогравиметрической лаборатории на базе самолета типа 26 БРЛ. Аэрогравиметрическая лаборатория оснащена 3 гравиметрическими комплексами (АГК) типа GT 1A/2A (ЗАО "Гравиметрические Технологии", Россия) и комплектом современного мультантенного оборудования спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS. Разработаны методические приемы выполнения детальной гравиметрической съемки в труднодоступных районах Арктики и Дальнего Востока.

Данная разработка успешно применялась в 2013-2015 гг. при выполнении исследований в интересах Минобороны России.

Разработка представлялась на Международной выставке «Импортозамещение-2016»

6. Макет цифровой донной сейсмической станции ЦДСС-М

На основе разработок ОКБ ИФЗ РАН и исследований предыдущих лет по теме «Экспериментальное исследование возможностей геофизических систем для контроля наземных и морских рубежей» (2012-2016), выполняемой в НТИЦ «Геотехфизприбор» ИФЗ РАН, в рамках исследований по разработке цифровой донной сейсмической станции ЦДСС-М в 2013-2015 гг. изготовлены макетные образцы донных сейсмических датчиков. Проведены их лабораторные испытания с определением основных метрологических характеристик на стендах и по результатам длительных сравнительных испытаний с эталонными приборами. Подтверждены основные характеристики макетов и возможность их применения для исследований на акваториях с целью создания современных систем охранного назначения.



Работа по выполнялась с привлечением специалистов ИДГ РАН для работы с изотопами на их производственной базе, ФГУП «ПО «Октябрь» для корректировки конструкторской документации с учетом технологических процессов производства, а также сотрудников ООО «Поиск», которые принимали участие в сборочных и экспериментальных работах. В обсуждениях ряда специальных вопросов принимали участие представители 12 ЦНИИ Минобороны России.

Итогом работ стали успешные испытания макета ЦДСС-М на акваториях в 2016 г. (в соответствии с планом НИР), а также комплекс других натурных испытаний. Они подтвердили работоспособность макетного образца и принципиальную возможность создания на его основе донных сейсмических сетей, способных, в том числе, выполнять задачи охранного назначения.

Данная разработка была представлена на выставке в рамках научно-практической конференции «Научное приборостроение – состояние и перспективы» Москва, РАН, 2016.

7. Универсальная энергоэффективная аппаратно-программная платформа сбора широкого спектра геофизических данных

Разработаны программно-аппаратные решения на основе современных высокоинтегрированных однокристалльных компьютеров, которые могут быть использованы для сбора сейсмических, магнитных данных, измерений глобальных навигационных спутниковых систем, их коррекции, а также другой информации. Решение может работать со всеми распространёнными каналами связи - от телефонных модемов до дуплексных спутниковых терминалов. Возможен так же и полностью автономный режим работы с возможностью удобной и быстрой настройки устройства специалистом “в поле”.

Данная разработка использовалась для организации работы наземной корректирующей станции ГНСС в условиях Арктической зоны РФ при выполнении аэрогравиметрических исследований на протяженных профилях по проекту "Аэрогравиметрическая съемка в высоких широтах Арктики" в рамках Программы Президиума РАН 44П "Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации".

Разработка была представлена на Международной выставке «Импортозамещение-2016» и выставке в рамках научно-практической конференции «Научное приборостроение – состояние и перспективы» Москва, РАН, 2016.

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Экспертная деятельность научных организаций

20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных



федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами

В 2015 г. согласован Регламент взаимодействия между ФКУ «Российский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера МЧС РФ» и ИФЗ РАН. В соответствии с регламентом ИФЗ РАН ежеквартально представляет в МЧС РФ Прогноз по развитию сейсмической опасности на территории Российской Федерации на квартал и ежегодно - Прогноз по развитию сейсмической опасности на территории Российской Федерации на год. Также предоставляется статистическая, аналитическая и научная информация по развитию сети наблюдений и методов прогнозирования сейсмической опасности на территории Российской Федерации. Предоставляется оперативная информация о возникающих угрозах возникновения сильных сейсмических событий и прогнозы развития сейсмической активности после возникновения сильного сейсмического события.

Помимо этого, за отчетный период подготовлены следующие нормативно-технические документы:

1. В 2014 г. проект ГОСТ «Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности» размещен для открытого обсуждения. В нем реализована необходимость срочного внедрения в практику нового, более точного описания пиковых ускорений грунта (и других параметров колебаний). Документ предлагается в качестве руководящего документа при полевом обследовании территорий, подвергшихся воздействию землетрясений, а также для оценки сейсмической опасности территорий при общем сейсмическом районировании (ОСР), детальном сейсмическом районировании (ДСР), сейсмическом микрорайонировании (СМР), при оценке возможных параметров движения грунта при ожидаемых землетрясениях. ГОСТ Р предусматривает гармонизацию со стандартами ESC-98, ESI-2007 с учетом условий Российской Федерации

2. В 2014 г. введен в действие СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81* (актуализированного СНиП II-7-81* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)) (с Изменением N 1), включая комплект карт общего сейсмического районирования ОСР-2015 и Приложение А : «Список населенных пунктов расположенных в сейсмических районах» с указанием фоновой сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней опасности – А (10%), В (5%), С (1%) в течение 50 лет. (2014)

3. В 2015 г. Разработан проект свода правил «Объекты ответственные. Правила детального сейсмического районирования»

4. Справка о вероятностном квартальном прогнозе развития сейсмической обстановки на территории РФ 2015 г. России (Запрос ВРИД начальника ФКУ Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера МЧС России К.Д. Моськина)



5. На запросы ВриО начальника Центра управления в кризисных ситуациях (НЦУКС) Главного управления МЧС России по Ставропольскому краю подготовлены ежеквартальные экспертные заключения об оценке сейсмической опасности по Северному и Восточному Кавказу.

6. В период Олимпийских и Паралимпийских игр в Сочи и кроме поквартальных сводок о сейсмической обстановке в районе большого Сочи справки подготавливались еженедельно в период с 26 января по 17 марта. Прогноз подтвердился.

7. Справка КПЦ ИФЗ РАН в НЦУКС МЧС России о сейсмической ситуации в районе Петропавловск-Камчатском в связи с сейсмическим роем (Запрос генерал-лейтенанта НЦУКС Степанова В.В.)

8. Сведения КПЦ ИФЗ РАН на ближайшие два года и по данным средне-долгосрочного прогноза землетрясений до 2020 г. (на Запрос начальника Карачаево-Черкесской Республики по обеспечению гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности Р.Ш. Алботова о развитии сейсмической обстановки на территории Карачаево-Черкесской Республики в ближайшие годы)

9. Предварительное заключение о природе наблюдаемой сейсмической активности на территории Кузбаса и предложения по дальнейшему изучению техногенной сейсмичности в Кемеровской области. (Запрос Губернатора Кемеровской обл. В.П. Мазикина о природе наблюдаемой сейсмической активности на территории Кузбасса)

10. Экспертное заключение о вероятном развитии афтершокового процесса землетрясения в Непале 25.04.2015 на ближайшие 10 дней. Запрос ВриД начальника ФКУ Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера МЧС России К.Д. Моськина

В 2015 году существенное количество запросов поступало на предмет возможности использования украинских сейсмических оценок: Экспертное заключение о возможности использования материалов карт ОСР-2004 (ДБН В.1.1-12:2006 «Строительство в сейсмических районах Украины», приложение А) для разработки проектной документации по титулу «Сооружение электросетевого Энергомоста РФ – полуостров Крым» (Запрос Главного инженера Лубенцова А.В. Филиала ЭНЕКС (ОАО) «Южэнергосетьпроект», г. Ростова-на-Дону в области сейсмической опасности при разработке проектной документации по титулу «Сооружение электросетевого Энергомоста РФ – полуостров Крым»)

Всего в 2013-2015 гг. подготовлено экспертных заключений: в 2013 г. – 21 шт., в 2014 - 25 шт., в 2015 г. - 32 шт.

Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций



21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год

Всего в 2013 г. выполнялись работы по 33 договорам на выполнение работ и оказание научно-технических услуг на общую сумму 468 668 797,51 р. (включая стоимость этапов предыдущих лет)

Всего в 2014 г. выполнялись работы по 31 договору на выполнение работ и оказание научно-технических услуг на общую сумму 158 044 563,16 р.

Всего в 2015 г. выполнялись работы по 50 договорам на выполнение работ и оказание научно-технических услуг на общую сумму 172 484 448,64 р.

Основные договоры за период 2013-2015 г.:

1. Выполнение работ по оценке сейсмической опасности для проектных основ Курской АЭС-2

Объём: 19 708 000,00 р.

Заказчик: ОАО "Атомэнергопроект"

Сроки выполнения работ: 12.08.2013-10.12.2013

2. Выполнение сейсмологических, сейсмотектонических исследований и сейсмического микрорайонирования территории по объекту "Магистральный газопровод "Сила Сибири"

Объём: 15 000 000,00

Заказчик: ООО "НПФ "ДИЭМ"

Сроки выполнения работ: 20.02.2013-31.03.2014

3. Выполнение работ по оценке сейсмической опасности для проектных основ Смоленской АЭС- Объём: 221 324 864,22

Заказчик: ФГУП ВНИИФТРИ

Сроки выполнения работ: 5.08.2014-15.10.2014

4. Производство комплексных инженерно-геофизических работ по объекту "Магистральный газопровод "Алтай"

Объём: 15 026 434,16

Заказчик: ООО "НПФ "ДИЭМ"

Сроки выполнения работ: 11.01.2012-30.12.2014

5. Оценка сейсмических воздействий для пяти участков проектирования строительства Транспортного перехода через Керченский пролив

Объём 21 654 786,64 р.

Заказчик: ЗАО "Институт Гипромост-Санкт-Петербург"

Сроки выполнения работ: 06.02.2015-17.08.2015

6. Обзор структуры, свойств донных грунтов и выявление опасных инженерно-геологических процессов и явлений для обеспечения выполнения поисков и добычи нефти

Объём: 17 900 000,00



Заказчик: ООО "Арктический Научный Центр"

Сроки выполнения работ: 17.03.2015-17.11.2016

7. Проведение инженерных изысканий, сейсмического мониторинга и разработка проектной документации по условиям размещения площадки АЭС "Руппур" для стадии "Проектная документация"

Объём: 49 560 000,00

Заказчик: ЗАО "Институт "Оргэнергострой"

Сроки выполнения работ: 29.01.2015-25.12.2015

8. Выполнение сейсмологических, сейсмотектонических исследований и сейсмического микрорайонирования территории по объекту "Магистральный газопровод Краснодарский край-Крым"

Объём: 37 440 771,06

Заказчик: АО "Гипрогазцентр"

Сроки выполнения работ: 25.07.2015-11.01.2016

9. Исследования по уточнению сейсмических условий площадки размещения АЭС Пакш II (Венгрия) блоки 5 и 6"

Объём: 17 100 000,00

Заказчик: ЗАО "Институт "Оргэнергострой"

Сроки выполнения работ: 28.07.2015-28.02.2017

10. Сейсмологические и сейсмотектонические исследования территории размещения АЭС "Руппур" в 4 кв. 2015 г.

Объём: 20 060 000,00

Заказчик: АО "Институт "Оргэнергострой"

Сроки выполнения работ: 02.11.2015-30.06.2017

Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении (представляются по желанию организации в свободной форме)

22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении, а также информация, которую организация хочет сообщить о себе дополнительно

1. ИФЗ РАН обладает всеми признаками, отвечающими определению Федерального исследовательского центра (ФИЦ), сформулированными в Плане структуризации научных организаций, разработанном ФАНО России во исполнение поручения Президента Российской Федерации В.В. Путина от 27 декабря 2014 года.

ИФЗ РАН обладает обширной исследовательской инфраструктурой, включая уникальные установки и исследовательские комплексы и геофизическую обсерваторию «Борок» (см. п. 3), и ведет прорывные исследования в областях, определённых Стратегией научно-



технологического развития РФ. В частности, ведутся работы по следующим Приоритетам и перспективам, определённым Стратегией:

20.а «...создание систем обработки больших объёмов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта»

Сюда относятся разрабатываемые в ИФЗ РАН методы среднесрочного прогноза природных катастроф на основании анализа больших данных, а также — приборы и методы для сейсмических и иных геофизических измерений и дистанционного сбора и интеграции данных.

20.б «переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи ... углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии»

Сюда относятся разрабатываемые и практически внедряемые в ходе оказания научно-технических услуг методы оценки природно-техногенного риска при добыче (в частности — на Арктическом Шельфе РФ) и транспортировке углеводородов и в зонах размещения ГЭС и АЭС в России и в мире (см. договоры в п. 21), а также современные методы оценки фильтрационно-емкостных свойств коллекторов углеводородов (в том числе — в рамках гранта РНФ, см. п. 15., и Стратегического соглашения об исследованиях со Сколковским институтом науки и технологий, см. п. 8) и методы геомеханического моделирования с целью снижения рисков и оптимизации бурения и разработки месторождений углеводородов, повышения КИН.

20.е. «связность территории Российской Федерации за счёт создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в ... освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового Океана, Арктики и Антарктики»

Сюда относятся работы по оценке сейсмического риска при строительстве мостовых переходов и иных транспортных объектов, в частности — выполненные работы по оценке сейсмического риска при сооружении мостового перехода и трассы магистрального газопровода Тамань-Крым (см. п. 21), а также — работы по уточнению фигуры Земли в Российском секторе Арктики и участие в работах по обоснованию принадлежности части Арктического шельфа Российской Федерации (работы ведутся под научным руководством г.н.с. ИФЗ РАН, академика Е.В.Артюшкова), разработка приборов и систем для космических аппаратов и участие в работах по развитию системы GLONASS.

20.ж. «возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы, с учётом взаимодействия человека и природы...»

Сюда относятся работы ИФЗ РАН по оценке сейсмической и связанной природно-техногенной опасности и снижению экологического риска по всей территории Российской Федерации (т. е. даётся ответ на вызов 15.в «возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду...»). В частности, ИФЗ РАН является разработчиком нормативных карт Общего сейсмического районирования территории РФ, которые определяют требо-



вания к сейсмостойкости возводимых объектов и сооружений, соответствующих норм и правил и ведет работы по детальному и сейсмическому микрорайонированию на всей территории Российской Федерации.

Отдельно необходимо отметить, что ИФЗ РАН выполняет большой объём исследований и разработок в интересах обеспечения обороноспособности по заказам МО РФ, сотрудничает с предприятиями оборонно-промышленного комплекса. Таким образом, ИФЗ РАН участвует в формировании ответа на вызов 15.е «новые внешние угрозы национальной безопасности...»

ИФЗ РАН также выполняет исследования в интересах МЧС РФ. В соответствии с регламентом взаимодействия ИФЗ РАН ежеквартально представляет в МЧС РФ Прогноз по развитию сейсмической опасности на территории Российской Федерации на квартал и ежегодно - Прогноз по развитию сейсмической опасности на территории Российской Федерации на год. Также предоставляется статистическая, аналитическая и научная информация по развитию сети наблюдений и методов прогнозирования сейсмической опасности на территории Российской Федерации. Предоставляется оперативная информация о возникающих угрозах возникновения сильных сейсмических событий и прогнозы развития сейсмической активности после возникновения сильного сейсмического события.

ИФЗ РАН ведёт исследования в интересах Минстроя РФ. В частности, за отчётный период утверждены ряд нормативных документов, касающихся строительства в сеймоопасных районах, включая новую карту Общего сейсмического районирования ОСР-2015.

Одновременно с этим в ИФЗ РАН ведутся широкие фундаментальные исследования в области геофизики и смежных отраслей наук о Земле, которые составляют основу для прикладных и поисковых исследований, описанных выше. Соответствующие фундаментальные исследования (которые отражаются в большом числе статей в высокорейтинговых отечественных и международных научных журналах, см. п. 14) направлены на решение задач, определённых пп. 20, 21 Стратегии научно-технологического развития РФ: «Обеспечить готовность страны к большим вызовам, ещё не проявившимся и не получившим широкого общественного признания...» (это, в частности, вызовы, связанные с вероятными изменениями магнитного поля Земли, проявлением техногенной сейсмичности в районах активного освоения природных ресурсов, активизацией ныне пассивных вулканических областей и др.), «В долгосрочной перспективе особую актуальность приобретают исследования в области понимания процессов, происходящих в обществе и природе...» (сюда относятся исследования в области рационального природопользования).

Таким образом, в ИФЗ РАН реализован полный цикл исследований: от фундаментальных — через поисковые и прикладные — к оказанию научно-технических услуг (см. п. 21). В этой связи выбор профиля организации из числа представленных в п. 1 вариантов оказался затруднителен. Целесообразно рассмотреть вопрос о создании на базе ИФЗ РАН Федерального исследовательского центра.



2. Институту принадлежит важная роль в подготовке научной молодёжи, кадров высшей квалификации. В очной аспирантуре ИФЗ РАН ежегодно обучается более 20 человек, приём постоянно расширяется. Увеличивается число обучающихся на платной основе, в том числе - иностранных граждан. За период 2013-2015 годов в функционирующем при ИФЗ РАН Диссертационном совете защищено 11 докторских и 32 кандидатских диссертации. Сотрудниками и аспирантами ИФЗ РАН за отчётный период было защищено 4 докторских и 13 кандидатских диссертаций. Таким образом, ИФЗ РАН является также и образовательным центром, а диссертационный совет ИФЗ РАН рассматривается в научном сообществе как один из самых авторитетных по специальности "геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых".

В ИФЗ РАН, на основе договора с Совместно с МГУ имени М.В.Ломоносова создан и активно работает научно-образовательный центр, включающий два филиала филиалы кафедр: (1) филиал кафедры физики Земли Физического факультета, возглавляемый академиком А.О. Глико и (2) филиал кафедры геофизических методов исследования земной коры Геологического факультета, возглавляемый доктором физико-математических наук, профессором Михайловым В.О.

В деятельности НОЦ ИФЗ РАН принимают участие ведущие сотрудники ИФЗ РАН, которые читают студентам МГУ следующие учебные курсы: «Методы аналогового тектонофизического моделирования», «Сеймотектоника», «Тектоника складчатых областей», «Палеомагнитология», «Введение в математическую физику горных пород», «Сейсмическая томография» и «Статистические методы обработки и интерпретации геофизических данных», «Спутниковая геодезия и гравиметрия», «Тепловые процессы в недрах Земли», «Происхождение Солнечной системы и ранняя эволюция Земли». Ведущие сотрудники ИФЗ РАН традиционно руководят студенческими дипломными работами и практиками.

Занятия, проводимые сотрудниками ИФЗ РАН, составляют значительную часть учебной программы студентов 5 курса и магистрантов. Эти курсы позволяют студентам получить знания по выбранной ими специальности, которые соответствуют современному уровню развития науки. Сотрудники ИФЗ РАН, осуществляющие преподавание на филиалах кафедр – это активно работающие высококвалифицированные ученые, которые проводят научные исследования, как в России, так и за рубежом.

Студенты, магистранты и аспиранты, прежде всего МГУ, МФТИ и РГГРУ, имеют возможность работать и подготавливать квалификационные работы под руководством научных сотрудников института на имеющемся в лабораториях оборудовании: компьютеры, картографический материал, передовое оборудование для изучения горных пород, сейсмические и гравиметрические приборы и проч.

3. ИФЗ РАН ведёт активную издательскую деятельность. Институтом регулярно следующие периодические издания: «Геофизические исследования», «Геофизические процессы и биосфера», «Вопросы инженерной сейсмологии», «Сейсмические приборы», «История наук о Земле», «Наука и технологические разработки». Все перечисленные



журналы выходят с периодичностью 4 номера в год, журналы являются рецензируемыми, имеют регистрацию в Роспечати, номер ISSN, распространяются по подписке (каталог “Почта России”), доступны в научной электронной библиотеке eLibrary (www.elibrary.ru) и индексируются в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Журналы «Геофизические исследования», «Геофизические процессы и биосфера», «Вопросы инженерной сейсмологии», «Сейсмические приборы» входят в перечень изданий, рекомендуемых ВАК для публикации материалов диссертаций на соискание учёных степеней, а также включены в Russian Science Citation Index.

ФИО руководителя _____

Тихоцкий С. А.



Подпись

Дата

05.2017г.

