

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ ИМ. О.Ю. ШМИДТА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИФЗ РАН)

УТВЕРЖДАЮ  
ВРИО Директора ИФЗ РАН  
чл.-корр. РАН  
\_\_\_\_\_ С.А. Тихоцкий  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

ОТЧЕТ О НАУЧНОЙ И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦГЭМИ ИФЗ РАН  
(промежуточный)

Директор ЦГЭМИ ИФЗ РАН

\_\_\_\_\_ И.М.Варенцов  
Подпись, дата

Ученый секретарь ЦГЭМИ ИФЗ РАН

\_\_\_\_\_ О.Ю.Тихомирова  
Подпись, дата

Москва, 2018 г.

## **1.1. Основные достижения по темам фундаментальных научных исследований.**

Фундаментальные научные исследования проводились в 2018 году по 4 бюджетным темам - полный перечень тем и основных результатов НИР по годам приводится в Приложении 1. Ниже следуют основные и важнейшие из полученных в 2018 году результатов.

**1.1.1.Тема НИР: «Разработка фундаментальных методов площадных электромагнитных зондирований и технологий их применения в глубинных, рудных и нефтегазовых исследованиях».** ГР № 0144-2014-00112. Направления ФНИ: 70 – “Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы. Научные руководители к.ф.-м.н. И.М. Варенцов и д.ф.-м.н. Э.Б. Файнберг, Лаборатории №2 и №5 ЦГЭМИ ИФЗ РАН.

Результат по программам ФНИ: Создание сейсмогеологической модели литосферы и модели электропроводности и глубинного строения древних щитов (70).

Грант РФФИ 18-05-00733: “Глубинное строение зоны тройного сочленения сегментов Восточно-Европейской платформы по магнитотеллурическим и сейсмологическим данным” (руководитель П.В. Иванов).

### **Глубинная аномалия электропроводности в зоне тройного сочленения сегментов ВЕП**

В 2018 г. сотрудниками ЦГЭМИ ИФЗ РАН П.В.Ивановым, И.Н.Лозовским и Т.А.Родиной под руководством И.М.Варенцова выполнены работы по интерпретации синхронных МТ/МВ зондирования в зоне тройного сочленения сегментов ВЕП (Балтики, Уралии и Сарматии) на границе России и Белоруссии. Они интегрированы с массивом предшествующих зондирований KIROVOGRAD на западном склоне Воронежского массива. Проведенные исследования выявили между Смоленском, Витебском и

Могилевом глубинную корово-мантийную аномалию повышенной электропроводности и определили ее пространственное положение (рис. 1). Природа данной аномалии может быть связана как с графитизированными метаосадками Крестцовского авлакогена, так и с зоной современной активизации на стыке платформенных сегментов. В 2019 г. предстоит дальнейшее уточнение планового положения данной аномалии, ее глубинной структуры и природы. Результаты МТ/МВ зондирований будут подкреплены сейсмологическими зондированиями методом приемных функций и другими геолого-геофизическими данными в кооперации с Геологическим факультетом МГУ, ИДГ РАН и ГИН РАН.

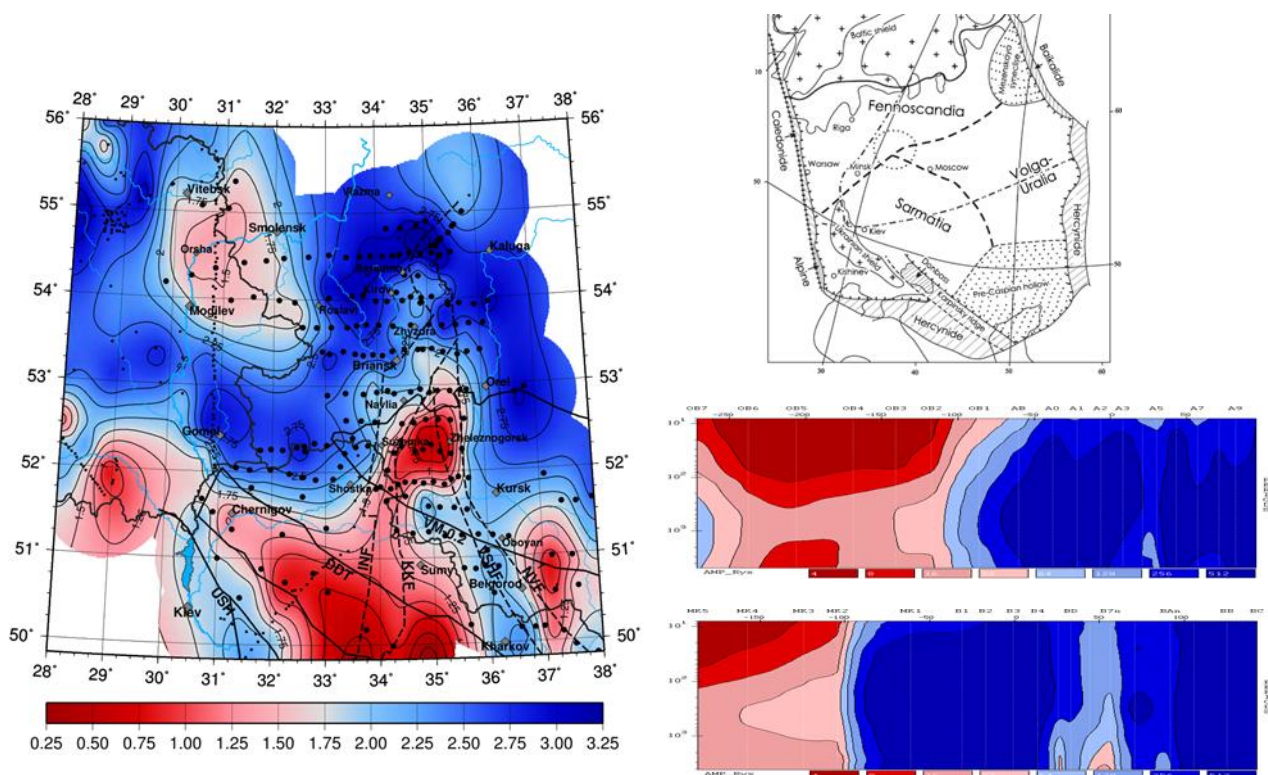


Рисунок 1. Изолинии эффективного кажущегося сопротивления для расширенного массива KIROVOGRAD (слева, период 2500 с, I<sub>g</sub>-масштаб); схема сочленения сегментов ВЕП (справа сверху); псевдоразрезы кажущегося ух-сопротивления вдоль профилей Орша-Барятино (справа в центре) и Могилев-Киров (справа внизу), начало горизонтальных координат (км) – на меридиане 34° в.д., по вертикали – период (с, I<sub>g</sub>-масштаб), в левой (западной) части псевдоразрезов отчетливо видно разделение приповерхностных осадочных и корово-мантийных глубинных проводящих аномалий (красных).

## Технология картирования оползнеопасных структур импульсными электромагнитными зондированиями.

В лаборатории 2 д.ф.-м.н. Э.Б. Файнбергом и д.ф.-м.н. П.О. Барсуковым получен следующий важный результат.

Информация о структуре четвертичных моренных отложений, перекрывающих кристаллический фундамент, необходима как при проектировании строительства сооружений, так и для оценки потенциально опасных зон оползневой активности. Применение технологии электромагнитных импульсных зондирований (TEM-FAST) позволяет с минимальными затратами и ущербом для окружающей среды картировать рельеф поверхности кристаллического фундамента и расчленять по сопротивлению моренные толщи в диапазоне глубин до 100 м. Зондирования производятся однопетлевыми антеннами малых размеров (12×12 или 25×25 м). Полученная информация в виде 2D или 3D геоэлектрических моделей больших территорий (несколько гектаров) в сочетании с геотехническими данными, собранными по разреженной сети, могут существенно повысить надёжность оценки рисков в районах, подверженных оползням. Геологическую эффективность импульсных зондирований, выполненных по технологии TEM-FAST в районе Сёрум (в 30 км к северо-востоку от Осло, Норвегия) иллюстрирует рис. 2.

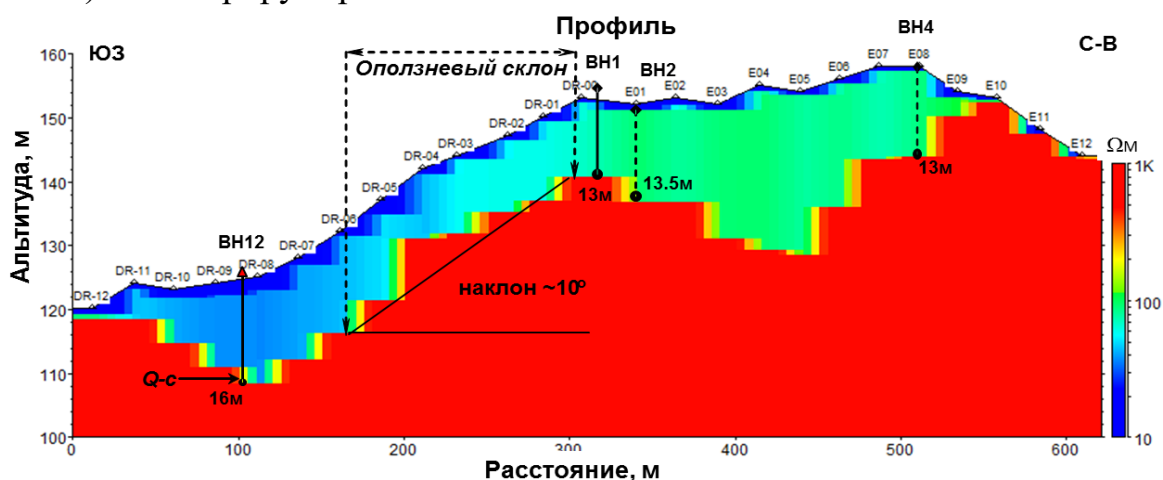


Рисунок 2. Разрез сопротивлений ( $\Omega\cdot\text{м}$ , lg-масштаб) по профилю и скважины с указанием глубины до фундамента, пунктиром показан участок оползня, на поверхности указаны центры антенн и их имена, в скважине BN12 вскрыт полуметровый слой мягких глин Q-c (Donohue et al., 2012).

## Синтез результатов глубинных МВ зондирований в Индокитае.

Группой молодых сотрудников лаборатории №2 И.Н. Лозовским, П.В. Ивановым, Т.А. Родиной, Д.А. Грачевой во главе с И.М. Варенцовым в 2018 г. интегрированы результаты МВ зондирований, полученных с их участием в рамках международных экспериментов в Восточном Тибете (Китай), долине Брахмапутры (Северо-Восточная Индия) и Северном Вьетнаме. Представленные МВ данные (рис. 3) указывают на аномальную корово-мантийную электропроводность Тибета, максимальную в полосе (темно-красной), уходящей из его центра в Индокитай западнее Красной реки. Эта проводящая зона связывается с предполагаемой областью корового течения из Центрального Тибета в Индокитай. В ходе дальнейших работ в кооперации с ТОИ ДВО РАН и зарубежными партнерами предстоит более надежно проследить ее в китайской провинции Юннань и на СЗ Вьетнаме, определить глубинную структуру в разных сечениях и уточнить природу.

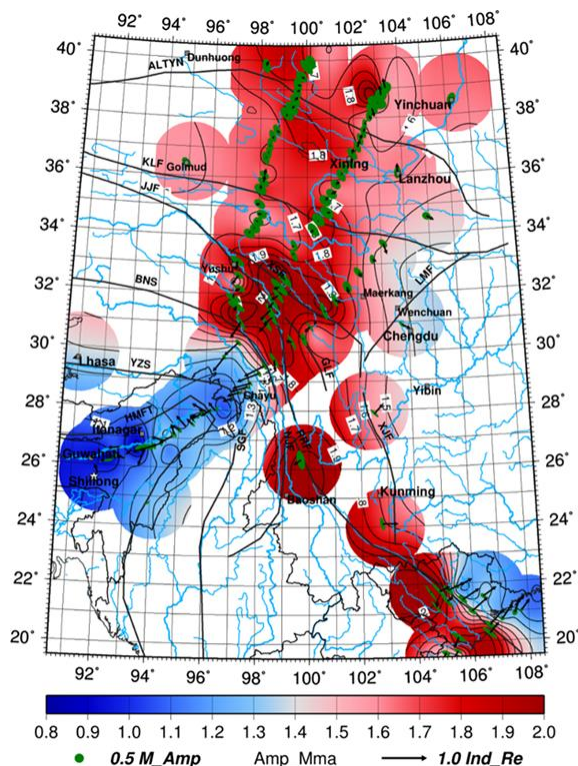


Рисунок 3. Изолинии максимальной амплитуды горизонтального МВ отклика (относительно пункта, показанного звездочкой), эллипсы экстремальных амплитуд его аномальной части (зеленые, повернутые на 90°) и действительные векторы индукции (черные) в Индокитае (период 2048 с) по результатам синхронных МВ зондирований.

В рамках направления ФНИ: 70 “Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы”; 80 “Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли” получены экспериментальных данных по гравитационному и магнитному полю Земли (70), геоэлектрической структуре окраинных морей и их континентальному обрамлению; Построение современных комплексных геолого-геофизических моделей строения литосферы Восточной окраины азиатского континента и его окраинных морей (70).

Двухсторонние международные гранты РФФИ: 16-55-45052\_ИНД и 17-55-53102\_ГФЕН (руководитель И.М. Варенцов, 16-55-540007\_ВЪЕТ (руководитель В.М. Никифоров, ТОИ ДВО РАН, участник И.М. Варенцов).

**1.1.2. Тема НИР: «Развитие теоретических и экспериментальных основ взаимодействия различных физических полей в неоднородной полифазной литосфере»,** ГРН<sup>№</sup> 0144-2014-00113. Направление ФНИ - 70. Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы. Научный руководитель: к.ф.-м.н. В.В. Агеев. Лаборатория №3 ЦГЭМИ ИФЗ РАН.

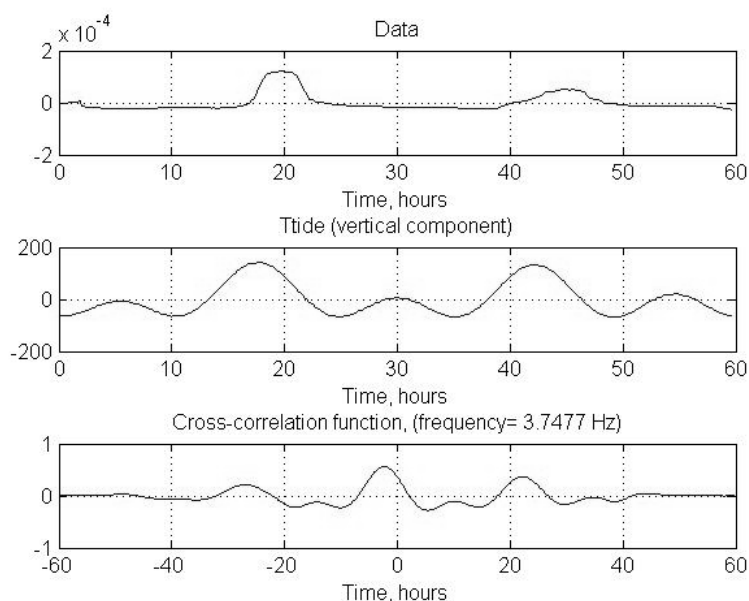
Направление ФНИ: 70 “Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы”.

Результат по программе ФНИ: Оценка временных изменений структурно-петрофизических характеристик и напряженно-деформированного состояния геосреды на основе изучения динамики различных геофизических полей.

Грант РФФИ №17-05-00844: участник Александров П.Н.

Электромагнитные (ЭМ) поля эндогенного происхождения связаны с геодинамическими процессами в Земле. Для их выделения получено импедансное соотношение с учетом аддитивного вклада эндогенных

источников таких полей. Магнитотеллурический импеданс  $Z$  не зависит от эндогенных источников ЭМ поля. Это позволяет проводить эффективную обработку ЭМ данных по выделению полей эндогенных источников из наблюдаемых полей. Предлагаемая технология обработки опробована экспериментально на данных, полученных в результате полевого эксперимента на Бишкекском полигоне - установлена причинно-следственная связь между лунно-солнечными приливами и энергетической характеристикой ЭМ поля эндогенного происхождения.



*Рисунок 4. Результаты сопоставления энергетической характеристики ЭМ поля на частоте 3.7477 Гц (верхний график) и лунно-солнечных приливов (средний график), внизу – функция взаимной корреляции верхней и средней кривых.*

**1.1.3. Тема НИР: «Разработка нейросетевых методов прогноза петрофизических свойств пород на основе комплексного анализа геофизических данных»,** ГРН<sup>№</sup> 0144-2014-00114. Направления ФНИ: 70. Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы; 78. Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы. Научный руководитель: д.ф.м.н., академик РАЕН и НАН В.В. Спичак. Лаборатория №4 ЦГЭМИ ИФЗ РАН.

Разработана методика нейросетевого прогноза петрофизических свойств пород по данным электромагнитного зондирования и измерений скважинах. Методика основана на использовании удельного электрического сопротивления как прокси-параметра для оценки связанных с ним свойств пород. Она применена для прогноза пористости пород в геотермальном районе Сульц-су-Форе (Франция). Ее тестирование показало, что относительная точность прогноза на глубину 3-6 км составляет 3-5% (рис.5). Применение такого дистанционного прогноза петрофизических свойств пород позволяет существенно повысить эффективность разведочных работ при поисках резервуаров геотермальных и углеводородных ресурсов.

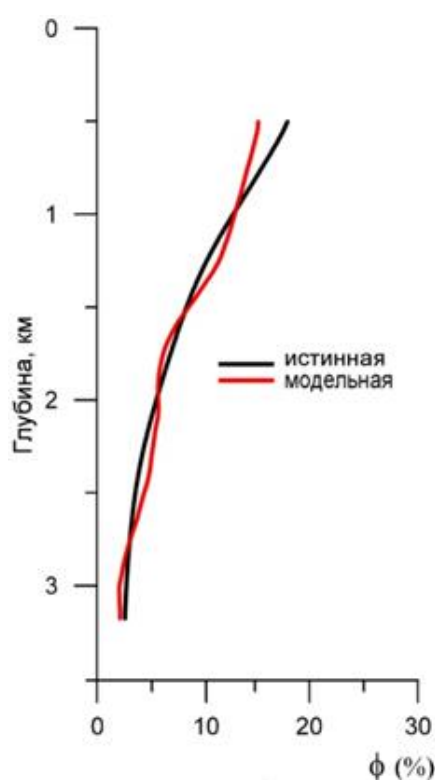


Рисунок 5. Модельная и истинная пористость в скважине.

- патент “Способ прогноза открытой пористости на глубины ниже забоя скважин” (авторы В.В. Спичак, О.К. Захарова; заявитель ЦГЭМИ ИФЗ РАН) – заявка №2018129671/20 (047909) зарегистрирована 15.8.2018.



- патент “Способ выделения очаговых зон возможных землетрясений в земной коре” (автор В.В. Спичак; заявитель ЦГЭМИ ИФЗ РАН) – заявка №2018128744/28 (046080) зарегистрирована 7.8.2018.

Направления ФНИ: 70 “Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы”.

Результат по программам ФНИ: Построение математических моделей искусственного интеллекта для комплексного анализа геолого-геофизических данных.

## 1.2. Сведения о межинститутском сотрудничестве и применении результатов фундаментальных научных исследований.

Совместных финансируемых из бюджета фундаментальных научно-исследовательских работ в рамках межинститутского сотрудничества в ЦГЭМИ ИФЗ РАН не ведется.

## 1.3. Сведения о прочих научных исследованиях

№	Источник финансирования	Руководитель гранта (должность, степень, ФИО)	Название программы и проекта	Объем финанс. . 2018 тыс.руб.	Начало и оконч. проекта	Примечание
1	Гранты РФФИ и РГНФ	Директор НИИПФ ИГУ д.ф.-м.н. Н.М. Буднев	РФФИ 17-45-388053 р_а «Изучение электромагнитного поля и крупномасштабных динамических процессов в водной толще озера Байкал и сопряженных геосферах»	580	2017-2019	
	Гранты РФФИ		РФФИ 16-05-00791_а «Исследование методов комплексного синхронного МТ и МВ зондирования в нефтегазовых приложениях высокого	500	2016-2018	

			разрешения»			
Гранты РФФИ	В.н.с., к.ф.м.н. О.К. Захарова		РФФИ а №18-05-00258 “Разработка методологии оценки фильтрационно-емкостных свойств пород земных недр по комплексу данных электромагнитных зондирований, каротажа скважин и лабораторных измерений”	700	2018-2020	
Гранты РФФИ	Директор ФГБУН ИС РАН в г. Бишкеке – д.ф.-м.н.Рыбин А.К.		Грант РФФИ №17-05-00844 «Изучение современных геодинамических процессов сейсмоактивных регионов методом магнитотеллурического зондирования (на примере Тянь-Шаня)»	1000	2017-2019	
Международные проекты РФФИ	Директор, завлаб, к.ф.-м.н. И.М. Варенцов		Российско-китайский грант 17-55-3102_ ГФЕН_а «Результаты 3D инверсии МТ данных как свидетельство непрерывности потока корового вещества в СВ Тибете» (партнер – Институт геологии и геофизики Китайской АН, Пекин)	900	2017-2018	
Контракты с рос. заказчиками						
Международные проекты и соглашения						

## 2. Отчет о научно-организационной деятельности.

### 2.1. Информация о работе Советов и Семинаров.

В течение всего года регулярно проводились заседания Ученого совета и

семинара ЦГЭМИ ИФЗ РАН. 26 апреля 2018г. На Общем собрании научного коллектива ЦГЭМИ ИФЗ РАН был избран новый состав Ученого совета из 12 человек. В числе обсуждаемых вопросов – планы и результаты по темам НИР, утверждение Положения о стимулирующих надбавках для оплаты труда научных сотрудников ЦГЭМИ, утверждение Положения о ПРНД в ЦГЭМИ, представление диссертаций, отчеты о научных командировках.

## **2.2. Участие в совещаниях, конференциях, симпозиумах:**

### **Лаборатория № 1**

- 25th Central European Workshop on Quantum Optics. Mallorca, Spain, May 21-25, 2018 - Е.О. Киктенко
- Международная конференция «Квантовая информация, статистика, вероятность» Москва, 12–14 сентября 2018 - Е.О. Киктенко
- Международная конференция "Micro- and Nanoelectronics 2018" с расширенной сессией “Quantum Informatics” Звенигород, Московская обл., 1-5 октября 2018 - Е.О. Киктенко
- Второй международный молодежный рабочий семинар «Математические методы в проблемах квантовых технологий» Москва, 26 ноября 2018 - Е.О. Киктенко

### **Лаборатория №4**

- Международная конференция “Дегазация Земли: геология и экология-2018”. РГУ нефти и газа им .И.М.Губкина, 24-26 апреля 2018г. (д.ф.м.н. В.В. Спичак);
- Международная конференция “GEOSCIENCES”, Ташкент, Узбекистан, 22-23 ноября 2018г. (д.ф.м.н. В.В. Спичак);
- Международная юбилейная конференция “Воздействие внешних полей на сейсмический режим и мониторинг их проявлений”, Бишкек, 3-7 июля 2018г.

(д.ф.м.н. В.В. Спичак)

- XXI Научно-практическая Щукинская конференция с международным участием, Москва, 1-4 октября 2018г. (д.т.н. В.В. Белявский);

- 45 сессия Международного семинара им. Д.Г. Успенского. Казань, 22-26 января 2018г. (д.т.н. В.В. Белявский)

- Научно-практический семинар "Синтез современных геотехнологий — ключ к объективному познанию недр", РГУ нефти и газа им .И.М.Губкина, 19.11.2018г. (д.ф.м.н. В.В. Спичак).

- выставка "Импортозамещение - 2018" (стенд ИФЗ РАН) с презентацией "Конверсия нерентабельных источников углеводородного сырья в месторождения петротермальной энергии" (д.ф.м.н. В.В. Спичак).

### **Зарубежные командировки сотрудников:**

### **Прием иностранных ученых:**

**2.3. нет**

### **3. Сведения об инновационной деятельности. Охраняемые продукты (ПО, базы данных), авторами которых являются сотрудники лабораторий ИФЗ РАН.**

- патент "Способ выделения очаговых зон возможных землетрясений в земной коре" (автор В.В. Спичак; заявитель ЦГЭМИ ИФЗ РАН) – заявка №2018128744/28 (046080) зарегистрирована 07.08.2018.

- патент “Способ прогноза открытой пористости на глубины ниже забоя скважин” (авторы В.В. Спичак, О.К. Захарова; заявитель ЦГЭМИ ИФЗ РАН) – заявка №2018129671/20 (047909) зарегистрирована 15.08.2018.

#### **4. Сведения о наградах и поощрениях.**

В.н.с. лаборатории №2, к.ф.-м.н. Л.А.Абрамова, с.н.с. лаборатории №4, к.ф.-м.н. А.Г.Гойдина, с.н.с. лаборатории №1 Ю.И.Кукса награждены Почетными грамотами Президиума РАН за многолетнюю плодотворную научную деятельность.

#### **5. Сведения об экспертной деятельности и членстве в Советах:**

П.Н.Александров - эксперт РФФИ.

В.В. Спичак – член диссертационного совета МГУ 04.03 на Геологическом факультете МГУ

#### **Сведения о редакционно-издательской деятельности:**

С.М. Коротаев – член редколлегии журналов Вестник МГТУ Естественные науки (Web of Science, Scopus, РИНЦ), Радиостроение (РИНЦ), Математика и математическое моделирование (РИНЦ).

В.В. Спичак – главный редактор серии “Computational Geophysics” издательства Elsevier, член редколлегии журнала “Геоинформатика” (РИНЦ).

#### **6.Сведения о педагогической деятельности.**

С.М. Коротаев читает в МГТУ им. Н.Э. Баумана авторский курс «Физика квантовой информации для студентов 6 курса направления

«техническая физика» (объем 136 часов) и курс «Общая физика» для студентов 1 и 2 курса всех направлений (объем 408 часов).

Е.О. Киктенко читает в МГТУ им. Н.Э. Баумана спецкурс «Дополнительные главы квантовой механики» для студентов 6 курса направления «техническая физика» и ведет семинары и лабораторные работы по общему курсу физики для студентов 1 и 2 курса всех направлений.

**7. Полный список публикаций сотрудников ЦГЭМИ ИФЗ РАН, вышедших из печати в 2018 г., приведен в Приложении.**