

## Хроника важнейших событий региона

### РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСНОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА КАМЧАТКИ И КОМАНДОРСКИХ ОСТРОВОВ (К 30-ЛЕТИЮ КФ ГС РАН)

По уровню угрозы возникновения природных катастроф Камчатка относится к наиболее опасным регионам России. В первую очередь — это землетрясения, извержения вулканов и вызванные землетрясениями волны цунами.

Нет никаких сомнений в том, что природные катастрофы на Камчатке будут возникать и впредь. Чтобы снизить опасность и уменьшить тяжелые последствия природных катастроф, необходимы постоянный мониторинг опасных природных явлений, накопление данных о них, научные исследования их природы, поиск средств снижения опасности.

История инструментальных сейсмологических наблюдений на Камчатке началась в 1915 г. с создания по инициативе академика Б.Б. Голицина сейсмической станции «Петропавловск», которая с перерывами проработала до 1927 г. В марте 1951 г. сейсмическая станция «Петропавловск» была создана заново и стала одной из основных станций единой сети сейсмологических наблюдений (ЕССН) в СССР.

В 1961 г. Тихоокеанской сейсмической экспедицией Института физики Земли АН СССР под руководством С.А. Федотова (с 1971 по 2002 г. директор Института вулканологии ДВО РАН, академик РАН) совместно с Камчатской геолого-геофизической обсерваторией Сибирского отделения АН СССР (П.И. Токарев) создается региональная сеть сейсмических станций. В 1972 г. сеть сейсмических станций была передана в Институт вулканологии ДВНЦ АН СССР. В 1972-1978 гг. под руководством В.Д. Феофилактова проводились работы по оптимизации сети сейсмических станций, было внедрено оборудование для проведения сейсмологических наблюдений путем создания временных сетей сейсмических станций, начаты работы по созданию радиотелеметрических сейсмических станций (РТСС). После разрушительных землетрясений в Газли (Узбекистан) 8 апреля и 17 мая 1976 г. и землетрясения в Румынии (4 марта 1977 г.), которое ощущалось в Москве с интенсивностью в 3-4 балла, 23 февраля 1978 г. было принято Постановление ЦК КПСС и СМ СССР

об усилении работ по прогнозу землетрясений. В 1979 г. на базе лаборатории сейсмометрии и группы сводной обработки из лаборатории сейсмологии Института вулканологии была создана Опытно-методическая сейсмологическая партия с самостоятельным балансом. С 1 июля 1979 г. Опытно-методическая сейсмологическая партия (ОМСП) Института вулканологии ДВНЦ АН СССР начала работу. Организатором и директором ОМСП с 1979 по 2004 гг. был Е.И. Гордеев, ныне директор Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, академик РАН.

ОМСП продолжила непрерывные сейсмологические наблюдения на территории Камчатки и Командорских о-вов, одновременно совершенствуя и расширяя эти наблюдения. Создание ОМСП обеспечило приток молодых квалифицированных специалистов, что позволило усилить работы по разработке, созданию и внедрению современных технических средств регистрации и обработки сейсмических сигналов. Развитие получили радиотелеметрические сети сейсмических станций, был создан аппаратурно-методический комплекс для сейсмологических исследований сетями временных автономных сейсмических станций, увеличилось число пунктов регистрации сильных землетрясений в г. Петропавловске-Камчатском и на восточном побережье Камчатки. Кроме сейсмологических наблюдений в ОМСП в 1980-1985 гг. получили развитие наблюдения за предвестниками землетрясений (гидрогеохимические и геодезические).

В конце 1980-х и в 1990-х гг. вместе с широким внедрением компьютеров, активизировались работы по автоматизации сейсмологических наблюдений, обработке и хранению данных.

В значительной степени развитие и совершенствование наблюдательных сетей и систем сбора и обработки информации в трудные 1990-е годы были поддержаны созданием в мае 1994 г. Геофизической службы Российской академии наук (ГС РАН). Большой вклад в создание ГС РАН и сохранение системы сейсмологических наблюдений на территории России внес ее первый директор О.Е. Старовойт. В феврале 1997 г.

в Геофизическую службу РАН были переведены Опытно-методические партии и экспедиции. С 1997 г. Опытно-методическая сейсмологическая партия Института вулканологии ДВО РАН стала называться Камчатской опытно-методической сейсмологической партией (КОМСП) Геофизической службы РАН. В декабре 1997 г. в КОМСП ГС РАН был передан Камчатский центр мониторинга сейсмической и вулканической активности, который принадлежал до этого Камчатской областной администрации, а с 1 июня 1998 г. к КОМСП была присоединена сейсмостанция «Петропавловск». С этого времени все обязанности по службе срочных донесений о сильных землетрясениях и предупреждению об опасности цунами на территории Камчатки стали выполняться в КОМСП. Основными приоритетными задачами последующих лет (до 2005 г.) стали работы по развитию геофизических, гидрогеохимических, гидрогеодинамических и геодезических наблюдений; по модернизации сети стационарных сейсмических станций; по оптимизации хранения первичных данных наблюдений и результатов их обработки в виде баз данных и организации доступа к ним. В рамках международного сотрудничества с университетами Японии и США была создана сеть непрерывных GPS наблюдений. В 1999 г. открыта российско-японская геофизическая обсерватория «Карымшина». В 2002–2005 гг. разработано оборудование цифровой регистрации для модернизации сети стационарных сейсмических станций Камчатки и начаты работы по его установке, создана на базе РТСС система мониторинга и прогноза активности вулканов Авачинский и Ключевской; проведены работы по развитию компьютерных сетей с целью организации сбора и обработки данных в режиме реального времени.

В 2004 г. после избрания Е.И. Гордеева на должность директора ИВиС ДВО РАН директором КОМСП ГС РАН был назначен В.Н. Чебров.

С 1 апреля 2005 г. КОМСП была переименована в Камчатский филиал Геофизической службы РАН (КФ ГС РАН).

В 2005–2009 гг. сеть стационарных сейсмических станций Камчатки полностью переведена на цифровую регистрацию с передачей данных в центр сбора и обработки в реальном масштабе времени; открыты новые стационарные сейсмические станции в северной части Камчатки (Тиличики, Палана); сеть станций сильных движений оснащена цифровыми акселерографами; в 2008 г. в КФ ГС РАН из Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН передана для осуществления режимных наблюдений с целью поиска предвестников сильных землетрясений сеть пунктов измерений концентрации радона,

водорода и акустического мониторинга. Для проведения этих работ в КФ ГС РАН создана лаборатория акустического и радонового мониторинга. За последние пять лет получила существенное развитие сеть РТСС, установлено 11 новых станций, система мониторинга и прогноза вулканической активности расширена на вулканы Шивелуч, Безымянный, Корякский, Мутновский, Горелый.

С 2006 г. в деятельности КФ ГС РАН заметное место занимают работы в рамках ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года» по проекту «Развитие сети сейсмологических наблюдений и средств обработки и передачи данных в целях предупреждения о цунами». Эти работы имеют большое научное и социальное значение. В результате их выполнения на Дальнем Востоке России в 2010 г. будет создана сейсмическая подсистема для службы предупреждения о цунами, соответствующая лучшим образцам по времени формирования сигналов предупреждения об этом грозном явлении. По существу, в 2010 г. будет создана цифровая широкополосная сеть сейсмологических наблюдений для фундаментальных исследований физики сейсмического процесса, изучения очагов слабых и сильных землетрясений на мировом уровне.

Отдельное место в работах КФ ГС РАН занимают работы по организации и проведению экспертной оценки сейсмической и вулканической опасности на территории Камчатского края. В мае 1998 г. было создано Камчатское отделение Федерального центра прогнозирования землетрясений (КамО ФЦПЗ), в которое вошли ведущие специалисты по прогнозу землетрясений и извержений вулканов из академических и других организаций Камчатской области, занимающихся этими проблемами. В 2006 г. в соответствии с совместным решением РАН и МЧС на базе КамО ФЦПЗ создан Камчатский филиал Российского экспертного совета по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска (КФ РЭС).

На основе, заложенной в 1960–х и 1970–х годах работами ИФЗ АН СССР и ИВ ДВНЦ АН СССР, и в результате плодотворной 30-ти летней деятельности КФ ГС РАН на территории Камчатки и Командорских островов обеспечен разномасштабный мониторинг сейсмической активности. Проводится регистрация сейсмических сигналов и геофизических полей, ведутся поиск и исследование предвестников землетрясений и вулканических извержений. Организованы работы по обслуживанию и расширению сетей наблюдений, архивизации и хранению информации, разрабатывается необходимое программное

обеспечение, выявляются корреляционные связи между геофизическими полями и сейсмическим режимом, с целью оценки сейсмической и вулканической опасности исследуются параметры геофизических полей. Системы сбора, обработки, хранения и представления сейсмологической информации объединены корпоративной вычислительной сетью КФ ГС в единую структуру. Это позволяет эффективно проводить работы по исследованию сейсмичности Камчатки и Командорских островов, вести поиск и изучение предвестников сильных землетрясений и извержений вулканов, обеспечивать данными наблюдений фундаментальные исследования других учреждений РАН.

Созданная в КФ ГС РАН система комплексных геофизических наблюдений, сбора, обработки и хранения сейсмологической информации является лучшей территориальной системой в России. В 2009 г. на информационно-обрабатывающем центре КФ ГС РАН собираются и доступны в масштабе реального времени данные 72 сейсмических станций, которые расположены (рисунок) на Камчатке и Дальнем Востоке России, а также в Японии, Южной Корее и США (11 стационарных, 38 радиотелеметрических, 14 станций сейсмической подсистемы СПЦ, 10 станций IRIS). В районе г. Петропавловска-Камчатского создан геодинамический полигон, где проводятся поиск и исследования предвестников сильных землетрясений по данным комплексных наблюдений.

Результаты долговременных детальных сейсмологических исследований вместе с другими геологическими и геофизическими исследованиями дают основные характеристики сейсмического режима региона, позволяют дать исходные данные (пространственно-временное распределение землетрясений, повторяемость сильных землетрясений, максимально возможные магнитуды  $M_{max}$ , параметры зон ВОЗ и др.) для объективной оценки долговременной сейсмической опасности территории. Это позволило получить важный практический результат о 9-балльном уровне расчетной сейсмичности для г. Петропавловска-Камчатского, что уже было принято в картах сейсмического районирования территории СССР СР-68 и ОСР-78. На основе данных детальных сейсмологических исследований коллективом авторов (А.А. Гусев, Л.С. Шумилина, В.М. Павлов и др.) под руководством проф. В.И. Уломова (ИФЗ РАН) были выполнены работы по Камчатке в рамках создания карты общего сейсмического районирования ОСР-97.

Результаты комплексных геофизических исследований КФ ГС РАН сильных землетрясений и оценки их воздействия на территорию Камчатки, сейсмической и вулканической

активности, выполненные КФ ГС РАН, имеют большое практическое и научное значение. Наиболее ярким результатом последних лет являются детальные исследования Олюторского землетрясения (20(21).04.2006 г.,  $M_w = 7.6$ ), имеющие существенное значение для адекватной оценки сейсмической опасности территории Камчатки и построения тектонических моделей северо-восточной части Тихого океана.

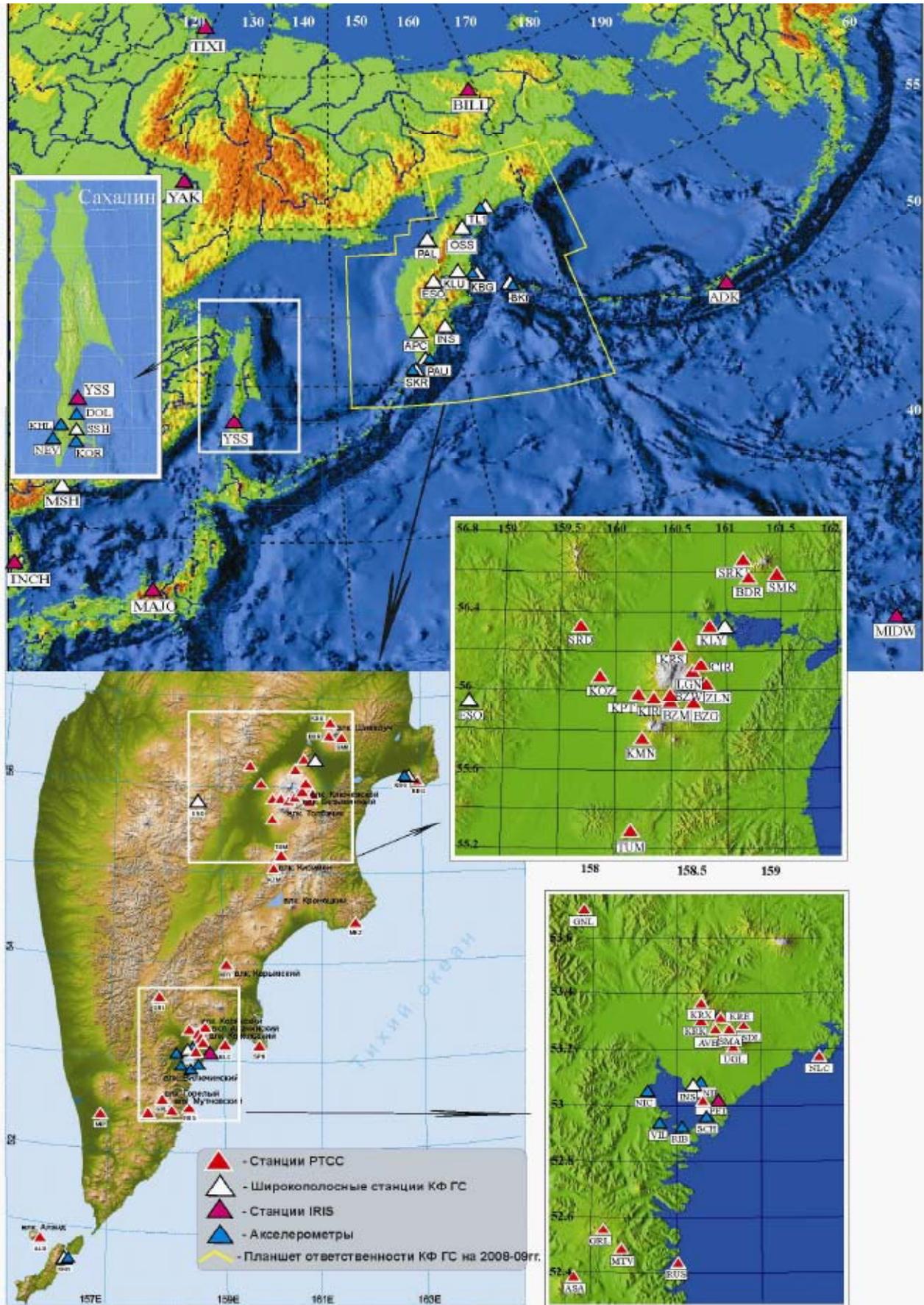
Получены важнейшие данные о свойствах очагов сильных землетрясений и параметрах сейсмических воздействий на территории Камчатки, о деятельности и строении вулканов и об отражении процесса их активизации в сейсмичности. Данные комплексных сейсмологических, геофизических, геодезических, гидрогеохимических и др. наблюдений дают возможность исследовать процессы подготовки сильных землетрясений, строить модели сейсмического процесса, выявлять и исследовать предвестники сильных землетрясений. Эти данные и результаты их интерпретации лежат в основе экспертных оценок текущей сейсмической и вулканической опасности.

Основные результаты работы системы комплексного мониторинга в виде срочных донесений о сильных землетрясениях Камчатки и мира, оперативного каталога землетрясений Камчатки, оценок состояния сейсмической опасности и активности действующих вулканов передаются в МЧС, Геофизическую службу РАН, Администрацию Камчатского края и доступны широкому кругу пользователей через страницу в Интернете.

Информационные ресурсы КФ ГС РАН, созданные на основе систематизации и обработки данных комплексных геофизических и сейсмологических наблюдений и доступные через интернет, включают в себя следующие основные компоненты:

1. База данных «Региональный каталог Камчатки и Командорских островов», зарегистрирована в Федеральном агентстве по информационным технологиям и включена в Государственный регистр баз и банков данных за № 0220711890. По состоянию на 1 января 2009 г. каталог содержит более 107 000 записей о землетрясениях Камчатки, Командорских островов и северо-западной окраины Тихого океана за 1962-2009 гг. Обновление информации проводится ежедневно. Адрес доступа для внешних пользователей: [http://data.emsd.iks.ru/dbquaketxt\\_min/index\\_r.htm#tops](http://data.emsd.iks.ru/dbquaketxt_min/index_r.htm#tops).

2. Информационно-вычислительная система «Землетрясения Камчатки» на основе цифрового архива волновых форм, полученных на региональных сейсмических станциях Камчатки с 1996 г. по настоящее время. Система разработа-



Сеть сейсмических станций Дальнего Востока, данные которых доступны ИОЦ КФ ГС РАН в реальном времени.

тывается совместно с Институтом вычислительной математики и математической геофизики СО РАН при финансовой поддержке РФФИ, грант 07-07-00106. Прототип функционирует в пробном режиме и размещен в сети Интернет по адресу <http://opg.sssc.ru/kg/>.

3. Информационная система «Монитор сейсмической активности Дальнего Востока России» по данным опорной сети широкополосных сейсмических станций. Разработка ведется в рамках ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 г.». Макет размещен в сети Интернет по адресу <http://ts.emsd.ru>.

4. Фактографическая база данных «Активность вулканов Камчатки», обобщающая результаты обработки сейсмических, спутниковых, визуальных данных и видео-наблюдений за одиннадцатью наиболее активными вулканами Камчатки. По полученным данным производится оценка состояния вулканов Камчатки и определяется степень их опасности. Ресурс зарегистрирован в Федеральном агентстве по информационным технологиям и включен в Государственный регистр баз и банков данных, № 0220711891. Обновление производится ежедневно. Адрес в Интернете: <http://emsd.iks.ru/~ssl/monitoring/main.htm>.

#### 5. Оперативные данные.

Ежедневно информация о происшедших в регионе землетрясениях и о состоянии вулканов передается по установленному регламенту в заинтересованные организации и размещается на сервере КФ ГС РАН в Интернете:

<http://data.emsd.iks.ru/regquake/> – карта эпицентров землетрясений Камчатки, Северных Курильских и Командорских островов по данным оперативной обработки;

<http://data.emsd.iks.ru/klyquake/index.htm> – карта эпицентров землетрясений Северной группы вулканов;

<http://data.emsd.iks.ru/avhquake/index.htm> – карта эпицентров землетрясений Авачинско-Корякской группы вулканов;

<http://www.emsd.ru/> – видеонаблюдения в реальном времени за состоянием камчатских вулканов Шивелуч, Ключевской и Безымянный.

Тридцатилетний юбилей Камчатский филиал ГС РАН встречает как сложившаяся организация, коллектив которой состоит из высококвалифицированных специалистов (более 70 % от общего числа работающих имеют высшее образование, 89 научных сотрудников, 12 специалистов высшей квалификации) способных решать сложные проблемы по организации наблюдений и применению современных методов обработки информации.

КФ ГС РАН принимает активное участие в международных сейсмологических, геофизических проектах и в глобальной системе сейсмологических наблюдений.

Наблюдательные сети КФ ГС РАН в 2009 г. включают: 49 сейсмических станций (11 стационарных, 38 радиотелеметрических); 22 (из них 17 цифровых) станции для регистрации сильных движений; 18 постоянных станций по измерениям деформаций с применением спутниковых приемников GPS; 4 группы скважин и естественных источников подземных вод; комплексную российско-японскую геофизическую обсерваторию «Карымшина»; пункты по регистрации радона, водорода и акустических сигналов; пункты по регистрации высокочастотных сейсмических шумов.

Высокий научный потенциал сотрудников КФ ГС РАН отражен в многочисленных публикациях как в России так и за рубежом. Научный международный авторитет КФ ГС РАН создан успешным сотрудничеством со многими странами, в первую очередь, с Японией, США, Италией и Германией. Система наблюдений по предупреждению об извержениях вулканов и слежению за распространением вулканических облаков в целях обеспечения безопасности авиационных полетов в сотрудничестве с Институтом вулканологии и сейсмологии ДВО РАН и Геологической службой США является одной из лучших в мире.

На ближайшее будущее основными задачами КФ ГС РАН являются: дальнейшее развитие наблюдательных сетей; развитие научно-методического и информационного обеспечения обработки данных комплексных наблюдений; исследования физики сейсмического процесса, очагов сильных землетрясений, сейсмических воздействий; использование современных спутниковых технологий наблюдений за деформациями, термальными аномалиями и пепловыми выбросами на активных вулканах.

Важным направлением деятельности КФ ГС РАН, которое будет совершенствоваться, является проведение непрерывных наблюдений за потенциальными предвестниками сильных землетрясений и извержений вулканов.

Наибольший вклад в организацию и развитие системы комплексного геофизического мониторинга на Камчатке внесли С.А. Федотов, Е.И. Гордеев, В.Н. Чебров, П.И. Токарев, В.Д. Феофилактов, В.В. Степанов, А.А. Гусев, В.М. Зобин, В.А. Гаврилов, В.И. Левина, В.П. Митякин, Е.И. Савинов, В.В. Марфель, В.В. Ящук, Ю.М. Хаткевич, В.Е. Левин, Ю.В. Шевченко, В.А. Салтыков, Ю.А. Кугаенко, Г.Н. Копылова, И.Р. Абубакиров, В.М. Павлов, В.Ф. Воропаев, С.Л. Сенюков, Д.В. Дроздин, В.А. Сергеев,

ЧЕБРОВ

В.И. Сеницын, В.Ф. Бахтиаров, Г.М. Бахтиарова и многие, многие другие.

Все достижения и результаты в работе КФ ГС РАН – это заслуга сотрудников, которые с высокой ответственностью создавали и поддерживали сети сейсмических станций, организовывали наблюдения и получали уникальные данные

регистрации геофизических, геохимических, геодезических и других параметров. Глубокая им благодарность и признательность.

*В.Н. Чебров,*  
директор КФ ГС РАН, к.т.н.