

МОНИТОРИНГ ВАРИАЦИИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЖИТЕЛЕЙ СУБАРКТИЧЕСКОГО РАЙОНА КАРЕЛИИ

Шаров Н.В.^{1,2}

¹ Институт геологии Карельского научного центра РАН

² Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, sharov@krc.karelia.ru

Введение

24 января 2013г. на территории Ботанического сада Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ) сотрудниками Института геологии КарНЦ РАН, Полярного геофизического института КНЦ РАН, горно-геологического факультета ПетрГУ открыта *Геофизическая обсерватория*. Основной целью, которой является проведение сейсмологических наблюдений на территории Республики Карелия; вариаций и микропульсаций геомагнитного и геоэлектрического полей (МВС) в районе Петрозаводска, развертывание приемного пункта спутниковой томографии для контроля состояния верхней ионосферы, пункта спутниковой геодезической сети (GPS). Изучение реакции сердечно-сосудистой системы человека на изменение геофизических полей в субарктической зоне. Анализ изменения динамики вызовов скорой помощи в результате вариации магнитного поля на территории Карелии.

Станции для измерений вариаций и микропульсаций геомагнитного и геоэлектрического поля (МВС) и приемный пункт спутниковой томографии для контроля состояния верхней ионосферы предоставил ПГИ КНЦ РАН. Установка современных цифровых станций в районе Петрозаводска вместе с работающими на Кольском полуострове МВС фактически образуют меридиональную цепочку. Такая конфигурация станций позволит определять расположение и параметры локальных эквивалентных токовых структур, распределение амплитуд возмущений в геомагнитном поле, оценивать распределение электрических полей индукционного характера при различных уровнях возмущений.

Ботанический сад ПетрГУ находится на окраине города Петрозаводска, на него слабо влияет его техногенное воздействие, есть электричество, территория охраняется. Можно организовать канал передачи данных от обсерватории в университет и институт. Это идеальное место для размещения геофизической аппаратуры (рис. 1, 2).



Рис. 1. Сейсмотавильон и здание администрации Ботанического сада ПетрГУ.



Рис. 2. Гроза и полярное сияние в районе Петрозаводска.

Геофизическая обсерватория программно-технический комплекс, ориентированный для измерения сейсмологических, геомагнитных геоэлектрических, ионосферных полей. Ученые ведут прием сигналов от низколетящих искусственных спутников Земли, находящихся на приполярных орбитах на высоте от 850 до 1000 км с помощью радиотомографического комплекса (рис. 3). Он предназначен для измерения разностного эффекта Доплера, а также регистрации амплитуды и разности фаз принятых когерентных волн на частотах 400 и 150 МГц. Суть его работы заключается в том, чтобы восстановить электронную концентрацию ионосферы, которая важна для многих приложений по записям разности фаз между сигналами, которые излучают спутники.



Рис. 3. Радиотомографический приемник сигналов на частотах 400 и 150 МГц искусственных спутников Земли для изучения ионосферных полей.



Рис. 4. Индукционный магнитометр для измерений вариаций и микропульсаций геомагнитного и геоэлектрического полей.

Еще одно важное оборудование – индукционный магнитометр для измерений вариаций и микропульсаций геомагнитного и геоэлектрического поля (МВС) в районе Петрозаводска (рис. 4). С его помощью изучаются колебания магнитного поля и влияние космической погоды на организм человека. Идея работы прибора заключается в следующем: контролируемый источник посылает сигнал в толщу земли. И по реакции среды на пути прохождения сигнала можно восстановить строение земной коры. КНЧ и СНЧ электромагнитные поля являются эффективным средством для слежения за процессами в различных геофизических средах: магнитосфере, ионосфере, атмосфере и литосфере. Излучения этого диапазона сопровождают все энергетически мощные геофизические процессы и служат одним из методов их диагностики и мониторинга. В частности, в настоящее время активно изучается связь сейсмических событий с возмущениями электромагнитного поля в этом диапазоне частот. Магнитное поле в КНЧ-СНЧ диапазонах регистрируется индукционным магнитометром. Приборы такого типа эксплуатируются в обсерваториях ПГИ Ловозеро и Верхнетуломский и на архипелаге Шпицберген в течение длительного времени. Такой же магнитометр установлен в обсерватории «Петрозаводск».

В октябре 2014 года установлен цифровой геофизический комплекс GI-MTS-1 разработчик СПб ИЗМИРАН. Он предназначен для проведения измерений вариаций магнитных, электрических полей и сейсмических колебаний. Комплекс позволяет регистрировать в цифровом виде три взаимно-ортогональные компоненты переменного магнитного поля, три компоненты электрического (теллурического) поля и три компоненты сейсмических колебаний в диапазоне частот от 0 до 15 Гц.

Построен сейсмологический павильон, представляющий собой крытый постамент, соединенный со скалой, на котором расположено спецоборудование. Здесь регистрируются как слабые региональные сейсмические события, так и телсейсмические землетрясения (рис. 5). Вновь открыта широкополосная сейсмическая станция «Петрозаводск» с регистратором GSR-24 и сейсмотатчиком CMG-3ESP (рис. 6).

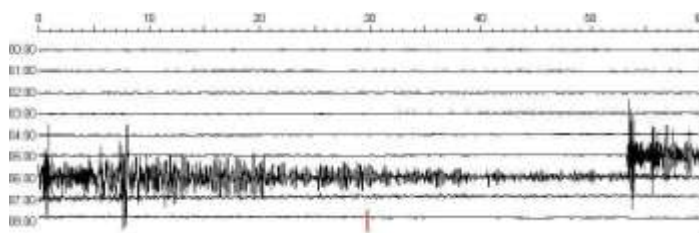


Рис. 5. Запись землетрясения на глубине 610 км произошедшего в Охотском море 24.05.2013.



Рис. 6. Сейсмические регистраторы.

Обсерваторский пункт спутниковой геодезической сети (GPS). Погрешность определения координат, которого составляет около 5 мм, т.е. позволяет определять изменение положения обсерваторской точки (ее движение) относительно центра масс Земли с погрешностью не хуже 5 мм в год. На основании данных мировой сети GPS строят векторы движения основных блоков Евро-Азиатского континента.

Появление геофизической обсерватории «Петрозаводск» внесло огромный вклад в развитие геофизики в Карелии. Ведь поиск полезных ископаемых, строительство газопровода и других объектов невозможно без применения геофизических методов. Кроме того, геофизическая обсерватория позволит накапливать информацию о тех или иных геофизических явлениях, позволяющих делать более точные прогнозы относительно изменений геофизических полей и их влияния на организм человека и окружающую среду.

Сейсмологические наблюдения в Республике Карелии

Сейсмичность является одним из наиболее ярких проявлений современной тектонической активности. Карта сейсмического районирования России ОСР-97 относит территорию Карелии к зонам вероятной интенсивности V-VII баллов для периода повторяемости 5000 лет (рис. 7). Сейсмическая активность приурочена к палеорифту Кандалакша-Двина и Ладожско-Ботнической шовной зоне (рис. 8). Несмотря на относительно низкий уровень сейсмической активности, детальное изучение территории Карелии представляет не только теоретический, научный интерес, но и имеет практическое значение, заметно возросшее в связи с наличием в регионе крупных промышленных комплексов, газопроводов и гидротехнических сооружений.



Рис. 7. Фрагмент карты общего сейсмического районирования территории России ОСР-97.

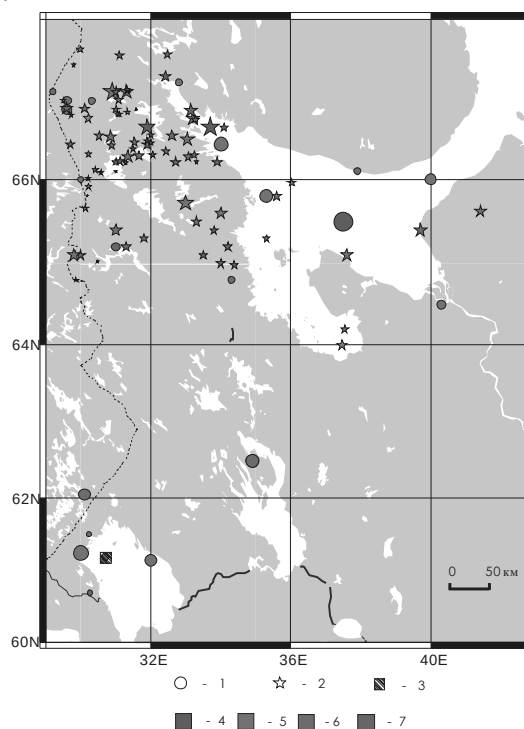


Рис. 8. Карта эпицентров землетрясений Карельского региона (1542-2017 гг.).

Современные движения земной коры (ЗК) Феноскандинавского щита определяются двумя главными моментами: вертикальным сводообразным поднятием щита в целом и автономными блоковыми движениями. Сводное поднятие ЗК является продолжением прежних движений, заложенных еще в допалеозойское время. Все блоки ЗК участвуют в общем сводообразном поднятии щита и многие из них одновременно завершают чисто индивидуальные по отношению к соседним блокам дисгармоничные движения. По современным представлениям сейсмический режим изучаемой территории в значительной степени зависит от геодинамического воздействия на соответствующий объем ЗК со стороны зон субдукции и рифтогенеза. Область перехода от щита к Русской плите (зона сопряжения) наиболее подвержена современным геодинамическим изменениям.

Сейсмичность северо-запада России хотя и не приводит к катастрофическим последствиям, но при существующей концентрации в этом районе промышленных предприятий, подземных коммуникаций, газопроводов, наличии Ленинградской и Кольской АЭС может вызвать чрезвычайные ситуации, например, прорыв подземных вод, распространение радиоактивных и химических отходов из существующих могильников. Осуществление мониторинга техногенных землетрясений на Костомукшском железорудном месторождении позволяет вести контроль за сейсмичностью района. Ее повышение связано с выработкой и перемещением большой массы горных пород

Инструментальная системы регистрации. Станции региональной сети Карелии, принадлежащие ИГ КарНЦ РАН, оснащены системой сбора, которая включает четыре пункта. Схема расположения станции приведена (рис. 9). Точная и абсолютная привязка станции ко времени необходима особенно при их работе в составе региональной сети.

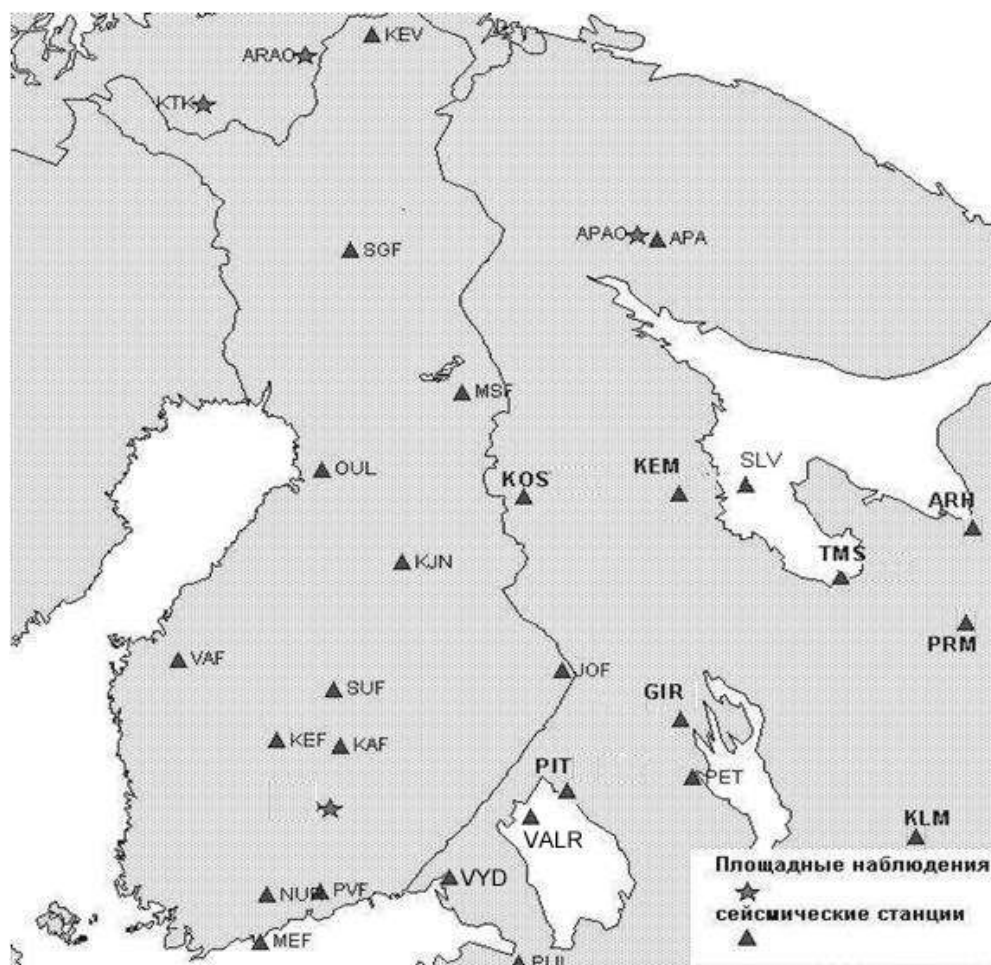


Рис. 9. Расположение сейсмостанции в Финляндии и северо-западе России.

Процесс развертывания сейсмической сети начался летом 2000 г. с установки станции РЕТ. Датчики установлены на постаменте, связанном с выходом коренных пород. Передача данных осуществлялась по радиоканалу, напрямую связывающему станцию с сервером данных Института геологии. Летом-осенью 2006г. после проведения рекогносцировочных работ установлены станции KOS, PIT и KEM (рис. 9), а также станция ИФЗ РАН (В.Ю. Бурмин) GIR в п.Гирвас.

Станция KOS установлена в районе г. Костомукша. Две другие станции (KEM и PIT) расположены на территории компании ОАО «Северо-западный Ростелеком», где существует бесперебойное питание от сети и сохранность оборудования. Во всех случаях для датчиков оборудованы постаменты, связанные с выходом коренных пород.

Удаленный контроль работы станций (KEM, PIT, KOS) и передача данных осуществляется при помощи GPRS – модемов мобильных телефонов, связывающих станции с сетью Интернет. Существенным недостатком такого подключения оказывается то, что в часы высокой загруженности сети скорость передачи данных сильно падает и любые операции, проводимые со станцией удаленно, либо обрываются, либо обрабатываются очень медленно.

Регистрируемые события

Станции Карельской сети регистрируют в основном местные взрывы и локальные события в приграничных областях, на территории Архангельской Ленинградской, Вологодской областей и Финляндии, Швеции. Кроме локальных событий Карельская сеть регистрирует и телесеismicкие события.

Землетрясения на территории Карелии происходят крайне редко, раз в 2 года и небольшой интенсивности. 27 сентября 2008 года, сейсмостанциями КарНЦ РАН зарегистрировано землетрясение с магнитудой 2.4. Землетрясение произошло на севере Карелии, в районе озера Паанаярви.

Утилизация боеприпасов. В июне-сентябре 2010г. передвижная сейсмостанция ИГ КарНЦ РАН в районе пос. Новая Вилга регистрировала сейсмоакустические воздействия на здания от уничтожения боеприпасов на военном полигоне. Были выбраны оптимальные заряды и удаление места взрыва от поселка, что позволило уничтожить отработавшие срок хранения боеприпасы без нанесения ущерба жителям. Наибольшее беспокойство населению доставляют звуковые волны от взрывов, т.к. импульсный сигнал от максимума спадает.

Промышленные взрывы. Для слабоактивной в сейсмическом отношении территории Карелии наиболее яркими сейсмическими событиями до сих пор являются карьерные взрывы. Исследования карьерных взрывов представляет особый интерес, связанный с возможностями решения на его основе многих сейсмологических задач. Для составления сейсмических каталогов в настоящее время используется изучение типовых характеристик сейсмических сигналов от многочисленных карьерных взрывов как источников помех при исследовании слабых местных землетрясений.

Частыми и регулярными событиями на наших записях являются *взрывы в карьере* г.Костомукша. Карьер ОАО "Карельский окатыш" самый крупный железорудный карьер на территории республики. Взрывы в этом карьере мощные до 1000 тонн, регулярные и производятся в одно и тоже время (по средам и пятницам в 13 часов по местному времени). Общая масса короткозамедленного взрыва (заряда) достигает несколько сотен тонн.

Менее регулярными на территории Карелии проводятся взрывы в 14 карьерах по добыче облицовочного камня и щебенки. Производство взрывных работ до 200 взрывов ежегодно на этих карьерах выполняет ООО «Карелвзрывпром». Общая масса заряда изменяется от 10 до 50 тонн.

Заключение

Республика Карелия и прилегающие к ней территории плохо изучены в сейсмологическом плане, хотя именно здесь в случае возникновения землетрясений возможны наибольшие разрушения промышленных объектов, опасных в экологическом отношении, с соответствующими последствиями.

Возможно возникновение на этой территории слабых сейсмических событий с магнитудой до 3-4, которые способны спровоцировать в ослабленных зонах землетрясения с последующими разрушениями расположенных вблизи промышленных, транспортных и жилых объектов. При оценке сейсмической опасности территории основное внимание должно уделяться выделению и изучению зон сейсмической активности.

Наличие оригинальных геофизических данных, получаемых на геофизической обсерватории "Петрозаводск", позволяет, с одной стороны, привлечь сотрудников академических, университетских и медицинских организаций, а также студентов и аспирантов к решению конкретных научных задач. С другой стороны, служит основой для международного сотрудничества. Международное научное сотрудничество в области геофизики в настоящее время не возможно без развития информационных технологий, средств измерения и контроля, новых методов обработки и представления информации. Кроме того, геофизическая обсерватория накапливает информацию о тех или иных геофизических явлениях, позволяющих делать более точные прогнозы относительно изменений геофизических полей и их влияния на организм человека и окружающую среду.

В работе участвуют: Институт геологии, Институт биологии, Амбулатория КарНЦ РАН, Петрозаводский государственный университет, Больница скорой медицинской помощи, Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Санкт-Петербургский филиал института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН, Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова.