

НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ НАУКИ

# Землетрясение... по велению учёных

Каждую неделю, по ночам оно происходит на Быстровском вибросейсмическом полигоне.

Поездка группы журналистов на стационар Геофизической службы СО РАН — Быстровский вибросейсмический полигон, где происходит отладка вибросейсмического оборудования, которое используется по всей России для изучения глубинного строения земной коры и мониторинга её состояния, состоялась несколько дней назад. И вскоре в одном из изданий я увидел материал, который излишне оптимистично заявлял, что всё, одна из важнейших задач современной науки — предсказание землетрясений — успешно решена. Хорошо, если бы это было действительно так. Но тот факт, что наши геофизики занимаются очень нужным и серьёзным делом, после ознакомления с их работой на полигоне сомнений не вызывал. И точнее было бы сказать, что учёные на пути к этой цели — надёжному предсказанию землетрясений, и здесь, в Алтае-Саянском филиале Геофизической службы СО РАН, создают для этого важнейшие предпосылки. С работой полигона нас ознакомили директор филиала доктор технических наук Александр Фёдорович Еманов и главный инженер Владимир Николаевич Кашун.

Происходило это так: где-то к обеду мы по бетонке проехали Бурмистрово, что в Искитимском районе, затем свернули направо на грунтовую дорогу и через несколько минут были на месте, то есть на полигоне. Александр Фёдорович Еманов встречал нас, так как приехал минутой раньше. В прекрасной роще из смешанного леса — единственная короткая улочка из нескольких построек, в конце её, чуть в отдалении — металлическая вибрирующая глыба — это и есть источник колебаний мощностью около 40 тонн. Источник на 100 тонн мы, оказавшись, уже проехали, и, видимо, включить его вохлостую для журналистов не было смысла. 40-тонный же специально включили к нашему приезду, так как обычно он тоже работает по ночам, когда сейсмические техногенные помехи минимальны, — для чистоты, так сказать, эксперимента.



Мы ступили на землю, которая явно испытывала какое-то «возбуждение» и мелко-мелко дрожала. Чем ближе мы подошли к вибратору, тем сильнее дрожь грунта усиливалась, и уже совсем рядом с ним мы едва не прыгали. Телеведущая с Новосибирского государственного канала Оксана Тарасенко попросила стакан с водой, его быстро организовали, и было интересно наблюдать, как вода «пляшет» в сосуде. Я не удержался и лёг

прямо на траву, — ощущение, надо сказать, специфическое.

Метод активного мониторинга, при котором используются вибрационные источники мощностью 40 и 100 тонн, излучающие управляемые колебания, пояснил Еманов, позволяет проводить глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ) и способен «просвечивать» Землю до глубин около 50 километров. Источники такого типа, какой мы видели, быстро разбираются, их можно блоками погрузить в машины, перевезти, собрать в другом месте, — и всё это за несколько часов. Сейчас подобные вибраторы работают на «профилях» между Якутском и Магаданом, до этого прошли путь от Магадана до Певека, от Певека до Анадыря, от Сковородино до Якутска.

Насколько мы поняли, метод ГСЗ подразумевает, что исследователи расставляют станции в линию через несколько километров, и вибратор, двигаясь вдоль профиля, передаёт сигналы, которые затем естественно регистрируются, объём информации накапливается и тщательно изучается. Учёные отмечают, что невозможно хорошо изучить строение земной коры, используя только одну точку, — нужны перемещающиеся источники.

Отладка и испытания вибросейсмического оборудования, которое используется по всей России для изучения глубинного строения земной коры и мониторинга её состояния, здесь и происходят, на стационаре в Быстровке.

Основные результаты работы полигона, — это, во-первых, создание уникальных для всего мира источников сейсмических волн вибрационного типа (вибраторов), излучающих колебания, которые можно регистрировать за сотни километров отсюда. (Когда я спросил Еманова, не закупают ли они импортное оборудование, он не без гордости подчеркнул уникальность российских вибраторов и, следовательно, уникальность самих исследований). Во-вторых, разработана технология сейсмического мониторинга среды, когда на одни и те же сейсмологические станции отправляются сигналы от вибратора в разное время и с разной частотой. Попутно учёный уточнил, что на Быстровском полигоне были начаты эксперименты по изучению земной коры на «профилях». Сейчас вибраторы, которые здесь испытывались, работают на границе Якутии и Магаданской области.

Передвигаясь по «профилю», они дают фундаментальную информацию о земной коре. Это позволяет определять районы с характерным глубинным строением и говорить о том, какой тип полезных ископаемых может быть там обнаружен. Подобные работы проводятся совместно с организациями Министерства природных ресурсов и экологии РФ.

Как было сказано, сейчас на полигоне есть два действующих вибратора — 100 и 40 тонн. И такие источники по энергии, накопленной где-то за 40 минут, эквивалентны взрывам в три-пять тонн тротила, которые также используются при ГСЗ, подчеркнул Еманов. Но одно дело взрыв, другое — механическое последовательное колебание почвы, к тому же осуществляемое с разной частотой и мощностью. Преимущество такого метода для накопления информации о строении земной коры бесспорно.

В настоящее время методы среднесроч-

ного и краткосрочного прогноза землетрясений, основанные на использовании стандартной технологии, не могут гарантировать необходимого уровня надёжности прогноза. Например, существующая на территории Сибири система мониторинговых наблюдений, включающая редкую сеть сейсмологических станций, обеспечивает отслеживание только общих характеристик состояния среды. Эти данные позволяют строить лишь среднесрочные прогнозы.

И в связи с этим усиливается интерес к измерению и анализу непосредственных проявлений напряжённо-деформированного состояния среды в очаговых зонах готовящихся землетрясений, которые дают методы именно активного мониторинга. Одним из таких высокоэффективных способов, по мнению многих исследователей, в ближайшие годы станет вибросейсмический мониторинг с мощными вибраторами, развиваемый в СО РАН, считает А.Ф. Еманов.

Учёные рассказали, что главный объём мониторинговых работ с мощными вибраторами выполнен в Алтае-Саянском регионе (Западная Сибирь) и на юге озера Байкал.

Главное преимущество виброисточников, разработанных в СО РАН, в том, что они экологически чисты и никак не влияют на окружающую среду, поэтому с ними можно работать и вблизи населённых пунктов, и даже в заповедниках.

А.Ф. Еманов подчеркнул, что полигон является экспериментальной базой для многих институтов Сибирского отделения, в частности Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН и Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

Немного позже мы заглянули на сайт Алтае-Саянского филиала Геофизической службы СО РАН и вот что там обнаружили:

«Проекты, выполняемые совместно со сторонними научными организациями: 2011 год: проект № 133 «Разработка многодисциплинарных математических моделей и экспериментальных методов изучения зон подготовки землетрясений и вулканической деятельности».

Научный координатор проекта: ак. Б.Г. Михайленко (ИВМиМГ СО РАН). Организационно-соисполнители: ИВМиМГ СО РАН, ИНГ СО РАН, ГИ СО РАН, А-СФ ГС СО РАН, Вычислительный центр ДВО РАН, Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский Исследовательский центр астрономии и геофизики МАН.

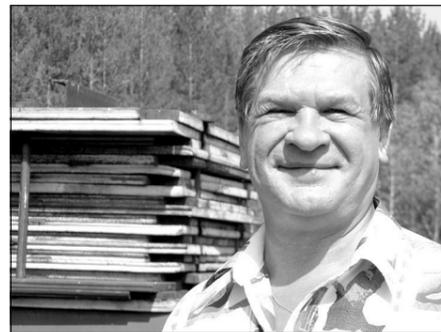
2012 год: проект № 100 «Геомеханические поля и процессы: экспериментально-аналитические исследования формирования и развития очаговых зон катастрофических событий в горно-технических и природных системах».

Координатор проекта: чл.-корр. РАН В.Н. Опарин (ИГД СО РАН). Организационно-соисполнители: ИГД СО РАН, ИНГ СО РАН, ИЗК СО РАН, ИУ СО РАН, ИГДС СО РАН, А-СФ ГС СО РАН, ИВТ СО РАН, УрО: ИГД, ГИ, ИГФ; ДВО: ИГД; РАН: ГИ КНЦ; НС (Бишкек); НАН КР: ИГиОН; НАНУ: УкрНИМИ; ТПУ, Сиб-ГИУ, СГГА, БГУ (Минск); ВНИМИ (СПб.)

Ответственный исполнитель: д.т.н. Потопов В.П. (ИВТ СО РАН)».

Скажем коротко — масштаб научных связей филиала впечатляет!

Хотелось бы также обратить внимание читателей на одну из задач филиала: мы



предположили, что наверняка Геофизическая служба в целом и филиал тоже имеют опыт сотрудничества с горняками, в частности с Кузбассом, где то и дело происходят небольшие техногенные землетрясения. Действительно, опыт такого взаимодействия есть, ответил А.Ф. Еманов. Эксперименты с временными станциями дали уникальные данные о землетрясениях, порождённых деятельностью человека, и пора переходить к мониторингу техногенной сейсмичности с увеличенным числом стационарных станций, что реально при финансовой поддержке со стороны шахт. Но угледобывающие предприятия пока неохотно идут на контакт, хотя необходимость в постоянных исследованиях техногенной сейсмичности, безусловно, есть. В настоящее время решается вопрос о том, чтобы каждая шахта, каждый угольный разрез имели свою сеймостанцию, замкнутую в единую сеть. Вот тогда у геофизиков (и, разумеется, у самих шахтёров) будет всегда полная и надёжная картина о техногенной сейсмоопасности, которая возникает из-за дополнительной напряжённости горных пород в местах большой выработки угля.

В проекте у геофизиков расширение и углубление данного метода изучения земной коры. К примеру, если собрать сразу вместе не один или два, а десять или двадцать вибраторов, синхронизировать их колебания по определённой программе, задать нужную частоту, то, естественно, результаты будут иные по эффективности...

Ну что ж, семь футов под килем, или как лучше сказать? Семь футов под брюхом вибратора!

**Алексей Надточий, «НВС»**

**На снимках автора:**

— директор Алтае-Саянского филиала Геофизической службы СО РАН А.Ф. Еманов рассказывает об особенностях глубинных вибросейсмических исследований на территории Сибири;

— главный инженер филиала В.Н. Кашун;

— вода «пляшет» в стакане у телеведущей Оксаны Тарасенко.

## Что происходит с климатом?

Международный проект — ответ на этот вопрос

Летом состоялась седьмая по счёту Международная конференция и школа молодых учёных по измерению, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2012. В числе её организаторов Сибирский центр климато-экологических исследований и образования, Иркутский научный центр СО РАН, Институт динамики систем и теории управления СО РАН, Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Институт вычислительных технологий СО РАН, Институт вычислительной математики РАН.

Одна из ярких особенностей ENVIROMIS — мультидисциплинарный характер. Конференция собрала учёных, работающих в самых разных областях, таких как вычислительная математика, теоретическая механика, информационные технологии, климатология, биосистемы, климатическое моделирование. Главной темой обсуждения

стало состояние и использование современных методов наблюдений, вычислительных и информационных технологий для оценки, моделирования и смягчения последствий изменения окружающей среды Северной Евразии под воздействием естественных и антропогенных факторов, включая глобальные изменения климата.

— Для нас очень важно ознакомить людей, занимающихся изучением окружающей среды, с тем, что делается в других областях знания. Именно так формируется современная научная картина мира, расширяется кругозор ученого, — рассказывает председатель конференции, профессор Евгений Петрович Гордов (Сибирский центр климато-экологических исследований и образования, Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН). — В рамках конференции прошла и школа для молодых учёных, которые составили более половины всех участников фо-

рума. Ведущие специалисты прочитали для молодёжи лекции, посвященные самым актуальным темам.

Одной из добрых традиций ENVIROMIS является обсуждение результатов деятельности в рамках международных проектов, объединяющих исследователей из разных стран. Как и было запланировано в программе конференции, состоялось рабочее совещание — своеобразный старт проекта азиатско-тихоокеанской сети по глобальным изменениям климата и экстремальным явлениям. Его участниками — специалисты из России, Китая, Монголии, Узбекистана, Европы и Америки.

— В настоящее время наблюдаются серьёзные климатические изменения и их последствия, такие как опустынивание, таяние вечной мерзлоты, увеличение продолжительности периодов без осадков, которые, безусловно, влияют на социально-экономическую ситуацию в мире. Населению

планеты всё чаще приходится сталкиваться с различными экстремальными явлениями — это и пыльные бури, парализующие жизнь целых городов, и разрушительные наводнения, вызванные сильными и продолжительными ливнями. Пока учёных нет полной, завершённой картины связей изменений климата с этими явлениями, так как соответствующие процессы очень сложны и ещё не до конца изучены, но соответствующие исследования активно разворачиваются, — отметил Евгений Петрович.

В рамках этого международного проекта будут обобщены результаты исследований, связанных с широкомасштабными и долгосрочными проявлениями изменений климата и окружающей среды. Эти данные будут представлены на сайте Сибирского центра климато-экологических исследований и образования уже в начале 2013 года.

**О. Буглакова, г. Томск**