

АКТУАЛЬНО

ВОСЛЕД УШЕДШИМ

Подземные взрывы аукнулись через 30 лет

На прошлой неделе Новосибирск посетил начальник лаборатории Института теоретической и математической физики Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики Российского федерального ядерного центра (ИТМФ ВНИИЭФ РФЯЦ, г. Саров, бывший Арзамас-16) Владимир Викторович Руденко. Он выступил перед студентами НГУ с лекцией «Возможности программного пакета Master Professional (vers. 1) в области математического моделирования взрывов в сплошной среде на примере мирных подземных ядерных взрывов «Кристалл» и «Кратон-3». Области применения программного пакета» и обсудил с коллегами из институтов ННЦ текущие рабочие моменты.

О совместной работе с физиками из Сарова и не только рассказывает руководитель проекта — государственного заказа «Разработка проекта специального горного отвода на объектах мирных подземных ядерных взрывов «Кристалл» и «Кратон-3», произведенных в Якутии, кандидат биологических наук Светлана Юрьевна Артамонова, Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН.

— Над данным проектом работает наш временный творческий коллектив, состоящий из специалистов разных областей науки — геоэкологов и радиозоогеохимиков (к коим отношусь я сама, а также к.х.н. Лидия Георгиевна Бондарева из Сибирского федерального университета, г. Красноярск), физиков-ядерщиков Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики Российского федерального ядерного центра (РФЯЦ-ВНИИЭФ) из г. Саров (заместитель научного руководителя д.ф.-м.н. Александр Константинович Чернышев, начальник лаборатории Владимир Викторович Руденко, д.ф.-м.н. Виталий Петрович Дубинин), геофизиков (д.г.-м.н. Николай Олегович Кожевников, зав.лаб., к.т.н. Евгений Юрьевич Антонов из Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Андрей Евгеньевич Плотников из ННГГА «Луч», г. Новосибирск). ГИС-поддержку проекта оказывает Вячеслав Николаевич Дементьев, аналитические работы проводили Ирина Владимировна Макарова, Михаил Сергеевич Мельгунов, Людмила Ивановна Разворотнева. Также нам помогли геодезисты из СГГА Александр Владимирович Середович и Александр Владимирович Дмитриев, которые впервые создали крупномасштабную карту объекта «Кратон-3». Работа проведена при поддержке Министерства охраны природы республики Саха (Якутия), в рамках республиканской целевой программы «Радиационная безопасность Республики Саха (Якутия)».



В чем новизна нашего исследования? Ядерные взрывы происходят под землей, а исследователи, как правило, изучают экологию земной поверхности, поверхностные загрязнения. Что происходит внутри, никто до нас особо не изучал, даже не ставил перед собой такой задачи. Но ведь это самое главное! Впервые на данную проблему обратил внимание д.г.-м.н. Константин Иванович Микуленко. В частности, он указал, что «Кратон-3» произошел рядом с геологическим разломом.

Было непонятно, к каким последствиям могут привести подобные взрывы. Посмотрев геологию этого места (на глубине залегают подземные соленые водоносные горизонты, которые, по сути, являются электролитами, а сверху — непроницаемая многолетняя мерзлота, то есть взрывы «Кристалл» и «Кратон-3» произведены в высококонтрастной геологической среде), я поняла, что нужно досконально всё это исследовать. И нашла единомышленников среди геофизиков в лице Николая Олеговича Кожевникова и Евгения Юрьевича Антонова. Мы сели, обложившись книгами, открыли Интернет и начали вычислять, чего можно ожидать в такой среде после взрыва и какие методы помогут провести данное исследование. В результате мы решили прозондировать верхнюю часть геологической среды электроразведочным методом переходных процессов. Данный метод применяется в рудной геологии и гидрогеологии, и только нами он был впервые применен для исследования последствий подземных ядерных взрывов. Метод основан на взаимодействии электрического тока с горными породами: скорость прохождения электрического тока в обводненных пластах с рассолами намного быстрее, чем в сухих мерзлых толщах. Оказалось, что именно в условиях Западной Якутии, где геологическая среда сложена из высококонтрастных в геоэлектрическом отношении пород, этот геофизический метод прекрасно работает. Мы смогли «нащупать» подземные водоносные горизонты и их аномалии, возникшие вследствие

подземных ядерных взрывов, с поверхности земли, и для этого даже не потребовалось бурение. При построении геоэлектрического разреза по собранным полевым данным нам помогли математические программы <Unv_QQ> и <Inv_QQ>, разработанные к.т.н. Е.Ю. Антоновым.

Второй путь изучения современного состояния объектов подземных ядерных взрывов — это ретроспективное математическое моделирование взрывов в толще горных пород. Метод, над которым трудилось множество научных сотрудников в течение долгого времени, был разработан в ВНИИЭФ РФЯЦ. Добиться сотрудничества с ВНИИЭФ РФЯЦ было непросто. Саров — закрытый город. На это мы потратили примерно год, но теперь эти трудности позади. В.В. Руденко — один из разработчиков программного пакета «Master Professional» для математического моделирования взрывов. Программный пакет содержит несколько методик, в их числе связанно-лагранжевая 1D (линейная) гидродинамика, упругопластика, детонация — для расчета течений, сопровождающихся звуковыми, ударными, детонационными волнами с учётом упругопластического деформирования, отклонения разрушения, связанно-лагранжевая 1D магнитная гидродинамика, упругопластика, детонация — для расчёта магнито-гидродинамических течений. Им внедрены несколько способов массового счёта задач — расчёт серий, оптимизаций, синхронный счёт с возможностью сравнения задач в динамике и др.

Для нашего проекта В.В. Руденко моделирует зоны поражения геологической среды вследствие ядерных взрывов, восстанавливает, что происходило при этом внутри земли 30 лет назад, где и как произошло дробление и образовались трещины в породах.

Что же на самом деле происходит на месте подземных ядерных взрывов, и почему об этом необходимо знать не только специалистам, но и широкой общественности? По сути, это очень опасные геологические объекты, подземные хранилища радиоактивных отходов.

Так, например, на объекте «Кристалл» изначально планировали сделать не один, а целых восемь подземных ядерных взрывов, чтобы построить плотину. Но холм получился мелкий, в два раза ниже расчётного, потому планы изменили и от последующих семи взрывов отказались. Этот объект долгое время оставался засекреченным, ученые и широкая общественность узнали о нем только в 1990 году. И тогда на месте холма обнаружили озеро глубиной 6 м и диаметром 60 м.

Почему же это произошло? Методом математического моделирования мы выяснили, что при взрыве «Кристалл» на глубине 100 м все породы, залегающие выше, разом поднялись вверх в виде купола, а затем упали обратно. По прошествии времени верхняя часть этого «слоёного пирога» (именно так, на первый взгляд, выглядят недра земли благодаря наслоению различных пластов, в том числе и водных) успела замерзнуть, консолидироваться обратно под воздействием зимних холодных температур (как мы это интерпретируем) и стала обладать высоким геоэлектрическим сопротивлением. А в глубинах произошли локальные гидрогеологические изменения: напорные рассолы подземных водоносных горизонтов поднялись в виде купола по зонам трещиноватости до полости подземного ядерного взрыва. Мне довелось изучить большой объем геологических и гидрогеологических данных по скважинам, в том числе отчеты местных геологических организаций. И результаты нашего исследования совпали с этими данными.

Рядом с местом взрыва «Кристалл» (в 4 км) находится алмазный карьер, в который, по мере его углубления (примерно с 1980 года), стали проникать подземные рассолы. Рассолы из карьера откачивали и заливали в подземные полигоны захоронения, расположенные рядом, часть сбрасывали в поверхностные хранилища отходов (хвостохранилища).

Первые о возможности проникновения радионуклидов в карьер заговорил Борис Николаевич Голубов, который в 90-е годы взял пробы данных рассолов и изучил их. И действительно, нами установлено, что эти рассолы радиоактивны, в них очень высокое содержание плутония, стронция, трития. Радиоактивны также рассолы из рудника на глубине 600 м. Повышены уровни радиоактивности в технологических водах из хвостохранилищ. Мало того, что люди, добывая алмазы, получали изрядную дозу радиации, они еще и расширяли ореол радиоактивного загрязнения вокруг. Постоянная откачка рассолов из карьера только усиливала приток радиоактивных рассолов из зоны взрыва, углубляя депрессионную воронку вокруг карьера.

Таким образом, наши работы показали, что подземная полость ядерного взрыва «Кристалл» является открытой системой вследствие техногенного вмешательства в геологическую среду — разработки карьера кимберлитовой трубки. Захоронение радиоактивных рассолов из карьера в подземные полигоны около г. Удачный явилось следующим шагом искусственного распространения радионуклидов в геологической среде.

Таких промышленных подземных ядерных взрывов на территории бывшего СССР было произведено 104 (это официальная цифра без учета взрывов на спецполигонах). Представьте, к каким последствиям всё это привело! Считаю необходимым проведение комплексной научной «инвентаризации» этих опасных (притом на долгие-долгие годы!) забытых объектов, подобно проведенной нашим коллективом на объектах «Кристалл» и «Кратон-3».

Е. Садыкова, «НВС»
На снимке:

— процедура геофизического зондирования.

Институт земной коры СО РАН с глубоким прискорбием извещает, что 12 октября с. г. на 76-ом году жизни скончалась одна из старейших сотрудниц института ведущий научный сотрудник лаборатории комплексной геофизики доктор геолого-минералогических наук

Светлана Васильевна ЛЫСАК



Светлана Васильевна Лысак родилась 11 августа 1935 г. в г. Томске. В 1958 г. окончила с отличием геологический факультет Иркутского государственного университета по специальности «геологическая съёмка и поиски месторождений полезных ископаемых» и была направлена в лабораторию подземных вод Института геологии Восточно-Сибирского филиала АН СССР. До 1960 г. занималась корректорской работой по подготовке к печати трудов гидрогеологических совещаний и познавала основы научных исследований. В 1960 г. была командирована в Геологический институт АН СССР (г. Москва) для ознакомления с новой наукой, возникшей на стыке геофизики и гидрогеологии — геотермией, которая появилась и развивалась тогда только за рубежом. Под руководством д.г.-м.н., профессора Ф.А. Макаренко и его сотрудников Б.Г. Поляка, Я.Б. Смирнова, В.И. Кононова и др., которые осваивали технику геотермических измерений, стала развивать геотермию в Восточной Сибири.

В 1961—1964 гг. — аспирантка Института земной коры СО АН СССР. В 1965 г. защитила кандидатскую диссертацию на тему «Геотермические условия и термальные воды южной части Восточной Сибири». С 1967 г. у неё установились тесные связи с геотермическими Института физики Земли АН СССР, которыми руководила д.ф.-м.н., профессор Е.А. Любимова.

В течение 20 лет (с 1970 г.) по заданию Госкомитета по науке и технике при СМ СССР она была основным исполнителем по геотермическим исследованиям на территории Восточной Сибири. Благодаря специальному финансированию Госкомитета, в лаборатории комплексных геофизических исследований ИЗК СО АН СССР была создана геотермическая группа из семи человек под руководством С.В. Лысак.

В 1989 г. защитила докторскую диссертацию на тему «Тепловой поток континентальных рифтов», в которой рассматривала основные рифтовые зоны Евразийского, Африканского и Северо-Американского континентов.

В 1990—1995 гг. была соисполнителем проекта ГНТП «Глобальные изменения природной среды и климата» по разделу «Геотермическое поле, климат и криолитозона».

Многолетние исследования термальных вод и тепловых потоков на территории Восточной Сибири и окружающих её регионов, сбор, обобщение и анализ геотермических данных по континентальным рифтам Земли позволили С.В. Лысак выявить особенности регионального распределения величин теплового потока, природу локальных тепловых аномалий, их приуроченность к определенным геологическим структурам и рассмотреть геологические модели континентального рифтогенеза.

С.В. Лысак была членом Международной рабочей группы по составлению геотермического атласа Азии, Научного совета по геотермическим исследованиям АН СССР, членом редакционных коллегий и редактором научных сборников.

Автор и соавтор свыше 190 научных работ, в том числе 16 монографий.

В коллективе с другими исследователями её публикации дважды были победителями конкурсов фундаментальных работ Сибирского отделения РАН и получили диплом I степени в 1987 г. и диплом III степени в 1990 г.

С.В. Лысак — Лауреат премии Ленинского комсомола, награждена «Орденом Дружбы», медалями «За строительство Байкало-Амурской магистрали», «Ветеран труда», «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина» (1970 г.), почетным званием «Заслуженный ветеран Сибирского отделения АН СССР» (1984 г.), Почётной грамотой ИИЦ СО РАН (1999 г.), Почётным знаком СО РАН «Серебряная сигма» (2007 г.), а также почётными грамотами АН СССР, Сибирского отделения АН СССР, ИЗК СО РАН (2005 г.), Иркутского обкома КПСС, губернатора Иркутской области (2005 г.). Имеет благодарность Президиума РАН (1999 г.).

Выражаем искренние соболезнования родным и близким покойной. Светлая память о ней навсегда сохранится в нашей памяти и сердцах.

Институт земной коры СО РАН
Коллектив лаборатории комплексной геофизики
Коллектив лаборатории тектонофизики