



Е. В. КУДРЯВЦЕВА
редактор отдела, журнал «Огонек», ИД «Коммерсантъ»

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ ЗНАЕТ О СЕБЕ ВСЕ

Сейсмолог Татьяна Раутиан – о том, почему сложно предсказывать стихийные бедствия

Почему наука так и не научилась предсказывать землетрясения, как реагирует земля на ядерные взрывы и в чем был не прав академик Андрей Сахаров? Обо всем этом «Огоньку» рассказала Татьяна Раутиан, проработавшая более 40 лет в составе крупнейшей в СССР сейсмологической экспедиции на Памире, единственная россиянка, награжденная медалью Риды американского Сейсмологического общества, которую вручают «великим сейсмологам мира».

Памирская Комплексная сейсмологическая экспедиция (КСЭ) Института физики Земли АН СССР была легендарной – она впервые в нашей стране начала систематически изучать сейсмологические явления и искать причины землетрясений, их предвестники и в целом познавать природу этой катастрофы. Работа ученых началась в 1950 году в маленьком поселке Гарм в предгорьях Памира и закончилась лишь спустя четыре десятилетия, в 1992 году, в связи с гражданской войной в Таджикистане.

Четверть века тишины

Начиналась экспедиция с одиночной станции, которая фиксировала колебания Земли способами, принятыми в канун Первой мировой войны. Спустя четыре десятка лет, когда сворачивали работу, это была уже мощная разветвленная сеть сеймостанций, которые вели сплошную запись землетрясений, – с громадным штатом, бюджетом и хозяйством. На основе полученных данных ученые делали самые разные открытия, которые касались природных катаклизмов, строения Земли и... ядерных взрывов. Ошибки нет: экспедиция много лет сотрудничала с Министерством обороны СССР, выполняя секретные работы по определению эпицентров ядерных взрывов по всему миру.

Татьяна Глебовна Раутиан проработала в составе Комплексной сейсмологической экспедиции Гарма много лет – и как исследователь, и как руководитель (заместитель начальника по науке). После распада СССР ее пригласили в Ламонтскую геофизическую обсерваторию Колумбийского университета в США. Сейчас она в Москве – изучает архивы, издает семейный альманах и... учится играть на фортепиано.

Но говорим мы с ней, понятно, о главном в ее жизни – о сейсмологии.

— **Татьяна Глебовна, после каждого крупного землетрясения возникает вопрос: почему же ученые не могут предсказывать такие катастрофы? Появился ли у вас ответ за полвека работы в сейсмологии?**

— Я думаю, что дату землетрясения всерьез предсказать невозможно, хотя эта идея многим кажется очень привлекательной. До сих пор даже погоду предсказать не всегда получается, хотя она не столько меняется, сколько, можно сказать, перемещается по планете, и эти перемещения прекрасно видны из космоса. Что уж говорить про то, что происходит перед землетрясением в Земле, на глубине десятков километров от поверхности.

Тем не менее сейсмологические наблюдения в Гармском районе (предгорье Памира.– «О») были организованы во многом именно с этой целью – научиться предсказывать землетрясения. Станцию Гарм (Таджикистан.– «О») основали в 1950 году, через год после ужасного землетрясения в этих местах, которое стерло с лица земли районный центр Хаит. Тогда из-за толчков обвалилась вершина горы. Весь этот материал пошел вниз, на расположенный внизу кишлак. В

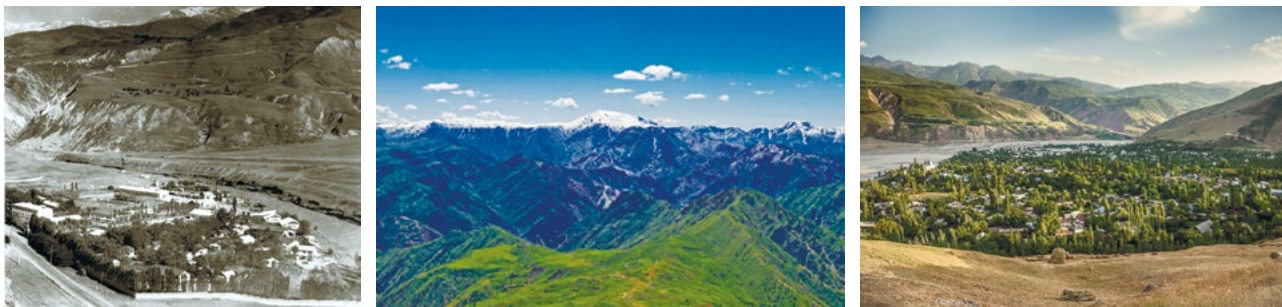


Рисунок 1 — Гарм. Таджикистан

итоге ровно половина селения оказалась засыпана слоем породы толщиной до 60 метров.

— *Я читала, что выход энергии при том землетрясении приблизительно соответствовал энергии взрыва водородной бомбы в 40 мегатонн. Неужели это никак не проявлялось до момента катастрофы?*

— Именно это мы и должны были понять. Тогда считалось, что самая главная задача сейсмологов — найти способ узнать, когда землетрясение произойдет, чтобы принять какие-то меры. Мы искали. Но до сих пор нет никаких сведений о каких-нибудь событиях, регулярно происходящих перед каждым сильным землетрясением.

— *Но ведь существует масса теорий на этот счет, в том числе статистическая, а еще теория трещин...*

— Эти теории ничего не говорят о моменте начала процесса. Гипотез же о предшествующих явлениях действительно обсуждалось много. Но работающей до сих пор нет.

Например, одно время многим казалась перспективной идея с атмосферным электричеством: в Ташкенте местный профессор Чернявский рассказывал о свечениях над горами, которые наблюдались перед некоторыми сильными землетрясениями. Мы решили проверить теорию. Повесили во дворе станции датчик и начали регистрацию атмосферного электричества. Землетрясений там действительно было много – станция регистрировала в день их штук 30, а то и больше. Было непонятно, чем являются колебания атмосферного электричества: предшественниками землетрясений или их результатом? К тому же атмосферное электричество возникает от массы причин: от трения о воздух пыли (местный ветер «афганец» регулярно приносит мельчайшую пыль не только из Афганистана, но и из далеких пустынь Монголии и Китая), а еще от гроз.

Словом, проверки этой гипотезы ничего конкретного не дали. Как и других, вроде предположений, что животные предчувствуют землетрясения и начинают себя как-то аномально вести. Под эту идею почему-то всегда давали деньги, и она развивалась. В нашей экспедиции, например, даже разводили каких-то якобы сейсмочувствительных африканских тараканов. А еще в Таджикистан приезжала ученая из США изучать мышей-полевок. Она предполагала, что мыши перед землетрясениями испытывали стресс, который можно каким-то образом измерить.

— *Как вы попали в экспедицию?*

— Сейсмологом я стала силой обстоятельств. В 1945 году поступила на физфак Ленинградского университета. Оба моих родителя были учеными – физиками-оптиками, и они еще в детстве много рассказывали мне о своей работе, так

что физика была мне интересна. Еще в школе я прочла книгу Матвея Бронштейна (известный физик, муж Лидии Корнеевны Чуковской, расстрелян в 1938 году. – «О»), которая называлась «Солнечное вещество». Там он очень интересно описывал, что происходит на Солнце, почему оно горячее, про выгорание водорода и превращения разных элементов. Все это весьма захватывало. К тому же все умные мальчики с нашего курса пошли на ядерную физику. А я что, хуже их, что ли? И на третьем курсе пошла туда же.

— *Но тогда это означало работать на атомную бомбу? Или в ту пору об этом еще не говорили?*

— Этого я сначала не понимала. Ведь ядерная физика – физика космоса. Но в конце нашей учебы старший курс в полном составе вдруг уехал куда-то по распределению. Куда, им не сказали, билетов на руки не дали, переписываться было запрещено и так далее. И тогда я осознала, что работа в ядерной физике означает делать бомбу. Это был шок. Я просто не стала писать диплом. Скандал был страшный. Меня песочили на комсомольском собрании, родители все узнали от своих коллег – сотрудников Государственного оптического института. Они не стали вмешиваться. А я молчала и стояла на своем.

В итоге вместо диплома получила бумажку в клеточку, на которой было написано, что я сдала все госэкзамены. Тут появился в моей жизни однокурсник – Виталий Иванович Халтурин, с которым мы вскоре поженились. Он поехал на преддипломную практику в Среднюю Азию, в маленький городишко Гарм. Вернулся оттуда в восторге – горы, где не ступала нога человека! Абрикосы сами падают в рот! Так в 1950 году мы прибыли в Среднюю Азию.

— *Что в Гарме было на тот момент?*

— Сейсмическая станция, которая принадлежала Институту физики Земли АН СССР. Мало кто знает, что самое первое сейсмологическое оборудование, которое появилось в России, сделал профессор физики, один из князей Голицыных – Борис Борисович. Он фактически создал первую в России сейсмическую сеть. Его приборы были установлены примерно на шести станциях (в Ташкенте, я думаю, они работают и по сей день). Но в Гарме использовали уже более современные сейсмографы.

А что касается жизни, то на станции не было водопровода, электричества, стиральных машин, не было пробок на дорогах, театров, библиотек, профессоров, зато были землетрясения! И землетрясения были не просто чем-то, изображенным на фотобумаге. Это Земля шевелилась, это были толчки, которые чувствуешь телом. Это было просто замечательно!

В Гарме на прилавках были только мыло и водка. Если что-то нужно получить особенное, вроде макарон, консервов, муки, масла, сгущенки, конфет, мы ездили в Москву. До столицы мы добирались шесть суток поездом. Как-то я получила разрешение обратно лететь самолетом, потому что везла с собой чувствительные приборы: три штуки гальванометров, размером с карандаш. Самолеты тогда были Ли-2, общее время в полете 33 часа. Одиннадцать пересадок. В Ташкенте застряли: всю ночь никаких вылетов, никто ничего не объясняет. Значительно позже от начальника Гармского аэропорта узнала, что в тот день Ворошилов летел в Сталинабад по важным политическим делам (это же 1953 год!). И потому «воздух должен быть чист». Ни одного борта в воздухе на всех евроазиатских трассах!

— *Чем вы занимались на станции первое время?*

— Вначале мы должны были отладить методы определения эпицентра и глубины землетрясения. Для этого я определила скорости сейсмических волн в разных частях района и сделала графический метод определения эпицентров. Он не требовал никаких расчетов, был защищен от человеческих ошибок и позволил находить эпицентры огромного потока слабых землетрясений быстро и безо всякой компьютерной техники. Ее, кстати, тогда еще не существовало. Потом важным этапом стало создание метода определения энергии, которая выделяется очагом землетрясения. Он стал стандартным в сейсмической службе СССР и используется в настоящее время.

— *Какие еще задачи, кроме поиска предвестников землетрясений, решались в тот момент?*

— Очень важно было выяснить, где сильные землетрясения возможны, а где нет. На этот счет возникали самые разные гипотезы. Самой популярной была статистическая. Согласно ей, сильные землетрясения происходят там, где было много слабых. А где слабых нет, там и сильных не будет. Вот такая простая идея.

— *Ее использовали при планировании застройки в городах?*

— Да. Именно на основе этой идеи стали делать так называемое сейсмическое районирование СССР. На карте было указано, где и насколько сильное землетрясение может быть на территории СССР. Сила землетрясений описывалась в баллах, которые выражали меру разрушений. Грубо говоря, 4 балла – «когда во время землетрясения проснулись спящие», а 10 баллов – «когда не сохраняется ни одно сооружение рук человеческих».

Потом, уже в середине 2000-х, мой муж Виталий Иванович сел и перелопатил все эти данные за последние 25 лет. И сравнил их с картой сейсмического районирования. И оказалось, что практически ничего не совпало: сильные землетрясения произошли там, где их не должно было быть, именно там было очень много разрушений. Например, это касалось знаменитого Армянского землетрясения в 1988 году.

— *И что случилось с картой сейсмозонирования после этого?*

— Ничего не случилось, этой картой благополучно пользуются по сей день. Потому что нового метода еще не создано.

— *Более 20 лет вы накапливали и изучали сейсмограммы, какие выводы в итоге удалось сделать?*

— Можно сказать, что мы определяли «лицо и характер» каждого землетрясения. У нас на станции были установлены частотно-избирательные приборы, разработанные замечательным инженером Константином Запольским. Благодаря этому за 20 лет работы был накоплен огромный материал. В частности, мы поняли, что частоты сейсмических волн сильно различаются в разных районах. А это необходимо учитывать при выборе конструкций жилых зданий, мостов и плотин.

Удалось получить численные значения параметров, необходимых для описания каждого землетрясения как элемента физического процесса. Поначалу это было еще неясным предвестником чего-то крайне важного. Но потом именно различные спектры и параметры очагов стали моим «сейсмологическим глазом». Они позволили создать реалистическую модель процесса, который происходит в очаге. В итоге оказалось, что очаг землетрясения – это подвижка по готовой трещине, и что по спектру можно оценить напряжение на ней. Спектры также позволили увидеть, что большинство землетрясений – двойные. Они начинаются как короткий жесткий толчок и продолжаются как более плавное, с меньшим напряжением скольжение по протяженному разрыву.

В общем, понадобилось 20 лет работы, чтобы открыть тайну землетрясений. Теперь я уверена: землетрясение с самого начала «знает, каким оно будет», то есть его сила и последствия, можно сказать, закладываются сразу.

— *Насколько я понимаю, этим самым «сейсмологическим глазом» пользовались военные?*

— Безусловно. Известно, что в истории был такой период, когда СССР и США соревновались в проведении ядерных испытаний. Тогда задача изучения очагов землетрясения дополнилась задачей изучения именно очагов взрывов. Надо было научиться отличать взрывы от землетрясений по сейсмограммам.

В США к этому времени всюду действовал ядерный полигон в Неваде. СССР производил взрывы в Семипалатинске – это все знают, а с 1954 года, это уже знают меньше, еще и на Новой Земле.

Были так называемые полезные, или мирные, взрывы, рассеянные по широкой территории СССР, о которых тогда почти ничего не было известно. Официально целью мирных взрывов была «производственная необходимость».

— *О подобных работах много рассуждал академик Сахаров...*

— Да, однажды у нас с ним было организовано специальное совещание. Многие годы он обдумывал интересную мысль: раз уж атомные бомбы сделаны, то, может быть, их возможно использовать для чего-нибудь полезного? Например, он был уверен, что с помощью ядерных взрывов можно создавать искусственные водохранилища, подземные хранилища, осваивать месторождения полезных ископаемых и так далее. И вот для того чтобы прояснить свои соображения о полезных ядерных взрывах, он собрал нас в Ленинграде, в гостинице рядом с Александрово-Невской лаврой. Было очень интересно: на тот момент Сахарова интересовал вопрос управления землетрясениями. Он предлагал использовать сверхмощные подземные термоядерные взрывы для предотвращения катастрофических землетрясений и спрашивал нас, возможно ли остановить процесс, если при пер-

вых проявлениях аккуратно опустить на глубину атомный заряд и взрывом «снять напряжение в породах» – именно оно является причиной колебаний. Но уже тогда ученым, имеющим отношение к сейсмологии, было понятно, что это утопическая идея.

— **Тогда это были секретные сведения. Был ли у ученых какой-то особый доступ к информации?**

— Это интересно, потому что обо всех сильных взрывах, которые производил СССР, легче всего было узнать из американских публикаций. Американский журнал сейсмологов BSSA на последних страницах давал список сильных землетрясений и взрывов. Из наших они публиковали только самые мощные, которые могли зафиксировать. А более слабые наши оставались американцам не известны. И нам приходилось искать их самим.

Когда в мире дошло до запрещения подземных ядерных взрывов, перед учеными поставили новую задачу: различать «сейсмические события» – что взрыв, а что землетрясение.

Военным нужно было определить, где расположить наши сейсмические станции, чтобы мы могли записывать как можно более слабые взрывы, которые производили американцы. Виталий Халтурин, который профессионально занимался именно сейсмологией ядерных взрывов, объехал весь Союз на обычном газике, в котором стояло сейсмологическое оборудование. Он приезжал на место, распаковывал и писал землетрясения и микросейсм, то есть «шум». В итоге такие места, откуда были лучше всего «слышны» американские взрывы, были найдены – в Сибири.

— **Это как-то официально было оформлено?**

— Естественно, это же было не личное научное любопытство, а официальное направление работы, за которое платили военные. Но тут имело место типичное советское противоречие между правилами и жизнью. Информация про те же слабые взрывы была строго секретной. Проблема решалась так: приходил наш начальник Игорь Леонович Нерсесов, молча показывал бумажку, на которой были написаны дата, время и координаты. Тогда сотрудники понимали, что это взрыв...

— **Получается, по сейсмографу можно отличить записи взрывов от записей землетрясения?**

— Они отличались. Но уловить это было не так просто. Ядерный взрыв с точки зрения физики – очень жесткий процесс, и при его «узнавании» ученые используют соотношение высоких и низких частот. Но в действительности все не так просто. Спектры землетрясений варьируются очень сильно. Землетрясения в некоторых районах (например, на Алтае) оказываются почти столь же высокочастотными, что и ядерные взрывы.

Сложнее всего было изучать слабые ядерные взрывы. Чтобы их найти на записях региональных станций, приходилось с лупой просматривать сотни и сотни сейсмограмм. Но, проделав анализ дат и времени в очаге для известных сильных взрывов, Виталий Иванович увидел, что они происходят не в случайные месяцы, дни, часы и минуты. Он навел статистику и нашел эту систему. С чисто практической точки зрения это помогло ограничить число сейсмограмм, по которым имело смысл искать слабые взрывы. Взрывы оказались распределены по закону «спячка – раскочка – горячка». Во все годы в январе их практически не проходило, а вот 29 декабря – под конец года – регулярно. Такая же за-

кономерность наблюдалась по кварталам и так далее. Более того, когда он стал смотреть время запусков, то увидел, что по нему можно было понять, что сменился «ядерный генерал», ответственный за взрывы. Например, в Семипалатинске в течение двух лет мы видели, что взрывы происходят в ноль-ноль минут ровно. Потом начальник сменился и стали взрывать в минуты с тройкой или семеркой в конце. В итоге мы «вычислили» пять таких генералов.

— **На ваших работах наверняка стоял гриф «Совершенно секретно»?**

— Ну знаете, в нашей стране с секретностью все было интересно. Ходил анекдот, когда в городе на вопрос, где здесь баня, отвечали: напротив секретного завода. Засекречивали всех сторожей, лаборантов и так далее, то есть тех, кто на самом деле ничего не знал...

— **Вы говорили, что к вам приезжала американка проводить исследования. Как это вообще было возможно при таком характере работы?**

— Приезжать стали в начале 70-х, когда начался период российско-американской дружбы. Тогда в Москве проходила Генеральная ассамблея Международного геодезического и геофизического союза. А когда устраивается такое большое научное событие, участников везут на какую-нибудь экскурсию, например на Байкал или в другие красивые места. Так они приехали в Гарм – 100 человек сразу!

— **Кто-то из светил американской науки приехал?**

— Да, были практически все светила. Среди приехавших – Франк Пресс, который тогда был советником американского президента по науке. И вот, к моему ужасу, шеф сказал, что я должна ему рассказать про все наши работы. По-английски. А я в жизни никогда ничего даже не писала по-английски, не то что говорила. Дали мне на это две недели. В итоге я взяла научную статью на похожую тему и заменила там слова – существительное на существительное, глагол на глагол...

— **Тогда вы вряд ли могли подумать, что через четыре десятка лет будете жить в США?**

— Да, и не просто жить, а работать. Наши гармские коллеги-американцы стали друзьями. А в США – коллегами. После распада СССР мы получили приглашение – в штат Ламонтской геофизической обсерватории Колумбийского университета. Там иногда приходилось заниматься неожиданными вещами. Например, однажды одной геологической службе понадобился обзор по проблеме вечной мерзлоты и, в частности, об эффективности взрывов в вечной мерзлоте. Поскольку большое число работ по этой теме написано на недоступном нормальному американцу русском языке, заняться этим попросили нас.

— **Как закончилась экспедиция в Гарме?**

— Когда в Таджикистане началась война за власть, в 1992-м мы уехали в Москву. Из уникального архива, накопленного за 40 лет, смогли взять с собой только то, что влезло в чемодан и было на тогдашних дискетах. Аналоговые сейсмограммы на фотобумаге, которые накопили за десятки лет работы сотрудники КСЭ, буквально сгорели в огне гражданской войны в Таджикистане, в 1992-1997 годах. Но все мои любимые землетрясения, их спектры, все вопросы и ответы, споры и загадки до сих пор крутятся у меня в голове.

<https://www.kommersant.ru/doc/3459732?query=paymuun>