

О новой парадигме эволюции Земли

Горячие поля, мантийные плюмы, их влияние на эволюцию Земли — эти термины всё чаще сейчас встречаются в докладах учёных-геологов всего мира. Актуальность этих проблем, пожалуй, можно сравнить с теорией движения литосферных плит, которая в своё время произвела переворот во многих умах.

Рабочее совещание по проблемам возникновения и эволюции мантийных плюмов в истории Земли и их связи с горячими полями мантии Земли (низкоскоростными мантийными провинциями) прошло 4—8 июня в необычном формате и необычном месте. Крупнейшие российские геологи, геофизики, геохимики собрались, чтобы определить главные пути исследования по одной из самых актуальных проблем геологии — парадигме мантийных плюмов. И проходило совещание на одной из турбаз острова Ольхон — благословенном уголке Байкала. И неважно, что погода в начале июня не очень баловала теплом, а заседание проходило в неприспособленном под торжественные встречи гараже, и докладчики щеголяли не в смокингах, а в свитерах и полевых штормовках — атмосфера была не только тёплой, но и исключительно деловой. Корифеи наук о Земле не устали спорить о волнующей всех проблеме плюмов и за чашкой чая, и у костра, и до утра в прохладном номере турбазы. Конечно, у костра звучали и экспедиционные байки (сюжеты круче любых детективных романов!), и песни задушевные, вспоминались и совместные походы, и многие ушедшие уже друзья.

А состоялась эта встреча благодаря не только инициативе и настойчивости руководителя проекта академика Михаила Ивановича Кузьмина, но при поддержке Президиума Иркутского научного центра СО РАН.

Мы собрались здесь не затем, чтобы что-то новое сказать, а затем, чтобы выяснить, какие первоочередные задачи по этой проблеме сейчас стоят, обсудить, что мы можем решить вместе и какие статьи вместе написать, — открывая заседание, настроив собравшихся на нужную волну академик М.И. Кузьмин. — Основные вопросы, которые считаю наиболее важными — это проблема зарождения плюмов, что вызывает их подъём из недр, и химические особенности внутриплитовых пород. У нас здесь присутствуют моделисты, или, как мы их называем, «модельеры», которые строят карты земных глубин. По этим построениям мы видим, что, оказывается, огромное количество месторождений и активных областей связано именно с плюмами. И это тоже важная тема для обсуждений.

Самое главное, важно понять внутреннее строение Земли, ведь мы до конца его не представляем. Но появляются всё новые идеи и знания. Интересно, что в 2002 году был открыт минерал постпировскит, и именно на границе ядро—мантия, от которого зависит состояние определенного слоя Земли. Причём открыл его японский студент. В это никто не поверил, но через два года его учитель детально обосновал этот результат. Открытие постпировскита пролило свет на количество тепла, поступающего из ядра в мантию. Как уже известно, оно практически равно теплу, вырабатываемому всеми электростанциями Земли.

Конец прошлого века — время бурного развития геологических идей. В 1968 окончательно оформилась гипотеза тектоники литосферных плит, и все этим сильно заинтересовались. Так, 90 процентов статей, опубликованных в журнале Nature, было связано именно с тектоникой плит. Позднее была предсказана принципиальная связь земных процессов с горячими точками. Многообразие этих точек показывает, что есть какие-то тонкие струи, которые поднимаются из недр Земли.

В 1983 году мы с Л.П. Зоненшайном на карте объединили все горячие точки, и оказалось, что есть два крупных их скопления, они не связаны с движением литосферных плит, но отличаются повышенной амплитудой поднятия. Например, Африка, где наибольшее количество горячих точек, особенно высоко поднята. Мы высказали мысль, что горячие поля совпадают с аномалиями рельефа и с аномалиями силы тяжести. Стало ясно, что горячие поля связаны с глубинными процессами, связанными с нижней мантией.

Так что же всё-таки представляют собой плюмы, горячие поля, и как они меняют нашу Землю? На этот вопрос отвечает сподвижник Михаила Ивановича, соавтор совместных статей, в том числе в журнале «Наука из первых рук», академик Владимир Викторович Ярмолюк, заведующий лабораторией Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН:

— Если тектоника плит — это новая парадигма 60-х, которая объясняла, как взаимодействуют верхние оболочки Земли, и многие другие ситуации, то сейчас мы видим,

что всё гораздо сложнее — идёт взаимодействие всех оболочек Земли. От ядра поднимается активное мантийное вещество — плюмы. Раньше землю изучали с поверхности, потом появились кое-какие возможности проникновения на глубину — появилась теория геосинклинали, которая объясняла строение и развитие складчатых поверхностей. Потом, когда изучили океан, поняли, что океаническая кора — новая, она образуется постоянно на срединных океанических хребтах. А то, что находится по бокам, постоянно движется. Так появилось представление о литосферных плитах, которые «плавают» по относительно менее вязкой астеносфере, хотя вязкости там гигантские.

Мы ведь всегда в геологии видим интегральный результат, рассчитываем миллионами лет, видим большие амплитуды смещения и какие-то вращения, но в каждый конкретный момент времени это незначительные события. Все убедились, что существует тектоника плит. А дальше мы не погружались — геологическое сообщество ограничилось поведением двух оболочек Земли — литосферы и астеносферы.

Потом появились представления о горячих точках, они более глубинные, чем литосфера и астеносфера. Как это устанавливалось? А у мантийных струй (плюмов) иной состав магматических продуктов. Значит, надо найти источник. Сверху мы не могли его найти. Предположили, что плюмы идут снизу, из нижней мантии — там большая разница составов и температур. А потом подключили результаты сейсмографии. Стали «просвечивать» недра и оценивать с разных точек Земли — измерять волну и определять её запаздывание. И на этом основании считали, с какой скоростью она движется. Это сложные задачи, но они позволили понять, что существует различие — одни плюмы низкоскоростные, другие — высокоскоростные. И выяснили, что низкоскоростные свойственны для масс относительно вязких, частично расплавленных.

Таким образом, в мантии вырисовывались области малой пониженной плотности. Где низкие скорости, там находятся частично расплавленные горячие массы. Где высокие скорости — там холодные. Значит, в мантии есть и горячие и холодные области. Горячие объемы связывали с мантийными плюмами, там, где мантия поднимается и взаимодействует с верхними оболочками Земли. А высокоскоростные зоны попадают в зону субдукции, где идет погружение литосферных плит. То есть получилось движение вещества вниз и вверх. Земля ведь замкнутое тело, значит, если где-то что-то идет вниз, это должно компенсироваться обратным движением — поднятием вверх. Таким образом, устанавливается и общемантийная конвекция и разноглубинная конвекция, и происходит взаимодействие всех оболочек Земли. Нижняя мантия, откуда всё тепло происходит, подогревает и разгоняет верхние слои. И происходит взаимодействие с литосферой и движением плит.

Благодаря успехам сейсмической томографии в глубинах Земли обнаружены две огромные области более горячей материи, простирающиеся до самого ядра планеты. Интересно, что их проекции на поверхность практически совпали с так называемыми горячими полями мантии, которые были выделены Л.П. Зоненшайном и М.И. Кузьминым еще тридцать лет назад по косвенным данным. Сделанные открытия легли в основу концепции глубинной геодинамики, которая связала явления, происходившие на поверхности Земли, с процессами во внутренних оболочках планеты.

Возглавил наш проект М.И. Кузьмин. Проблема — то очень важная, и ею занимаются во всем мире. Идут какие-то сдвиги, но ещё много непонятого, и надо развивать наши идеи. Пока что мы идем по поверхности, но нам нужно понять, что происходит внизу. Понятно, что при таких исследованиях есть и большая область фантазий, гипотез, но мы ищем факты, которые бы подтверждали эти гипотезы. Те же самые сейсмографические данные.

Реконструкции наши очень важны, ведь Земля существует сейчас и во времени. Много вопросов, в которых надо искать истину. Поэтому привлекаем учёных самых разных направлений. Это и геологи, и геофизики, и геохимики. Каждый потянет одну ниточку к общей копилке знаний, и надеемся, со временем можно будет понимать, что происходит с Землей и что произойдет с ней в будущем.



Директор Института земной коры, доктор геолого-минералогических наук СО РАН Д.П. Гладкочуб подвёл итог нашему разговору:

— Главная задача нашего совещания — сформулировать те проблемы, которые надо решить, над которыми стоит работать. Не случайно каждый доклад здесь заканчивался постановкой дискуссионных вопросов. Это научное совещание, и его главная задача — не обсуждать хорошо известное, а выяснить, что известно плохо и в каком направлении надо продвигаться. Стоит целый ряд таких вопросов — по возникновению мантийных плюмов, по транспортировке их к поверхности, по связи мантийных плюмов и оруденения. Это то, что неясно, те направления, которые оказались предметами дискуссий. На них и будут сосредоточены совместные исследования.

Для чего это совещание и проводилось — чтобы наметить, какие коллективы будут совместно работать, над какими задачами. Поэтому уже сегодня обсуждались вопросы о совместных публикациях, экспедициях, о совместных аналитических работах.

Основы парадигмы мантийных плюмов заложены ещё десятилетия назад, а мы стараемся ее развивать, внести в нее свое, новое. Если говорить о прикладном значении наших работ, то, как показали доклады, отмечена связь плюмов с крупными месторождениями, и очевидно, что изучать рудную геологию невозможно, не изучая парадигму мантийных плюмов. Во многих случаях они связаны друг с другом.

Г. Киселева, «НВС»
Фото С.И. Дриля