Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. /XXX1, 1979 г.

ДВЕ ПРОБЛЕМЫ ПЛАНЕТАРНОЙ ГЕОЛОГИИ

П.С.ВОРОНОВ

Способы влияния крупных ученых на развитие науки бывают разными. Принято считать, что первостепенную роль в этом играет личный вклад ученого, особенно весомый тогда, когда ученый успешно разрабатывает не только традиционные направления своей отрасли знания, но также ищет (и находит!) в ней новые непроторенные пути. Такая деятельность особенно важна для ученого-педагога, поскольку умение привить своим ученикам чувство нового, постоянное желание это новое искать и развивать являются в конечном счете не менее важными для развития науки, чем личные научные достижения самого ученого.

Итак, личный пример и умение раскрывать перспективы науки перед своими учениками - вот те два главных качества, которые выделяют истинно талантливого ученого-педагога и создают основы успеха его школы. Именно эта особенность всегда отличала научно-педагогическую деятельность Д.В.Наливкина. Крупный геолог, внесший весьма ощутимый личный вклад в развитие отечественной геологии, он на своих увлекательных лекциях и докладах всегда удивительно ярко являл и являет слушателям пример необычного подхода даже к самым казалось бы тривиальным истинам и явлениям природы. Автору посчастливилось в студенческие годы в стенах Ленинградского горного института слушать лекции Д.В.Наливкина и во многом именно благодаря им обрести постоянный интерес к новым проблемам современной геологии, в частности - к планетарной геологии.

Термин „планетарная геология" был использован Д.В.Наливкиным в его предисловии к сборнику статей известных советских ученых (Г.Ф.Лунгерсгаузена, М.В.Стоваса, В.А.Цареградского и др. [5]), где он указал, что „Планетарная геология... - новая геологическая дисциплина. Она рассматривает взаимную связь изменений, претерпеваемых земным шаром как планетой, и явлений, происходящих на его поверхности и в его глубине. К планетарным изменениям относятся изменения скорости вращения Земли, наклона земной оси, формы геоида и другие. Они обуславливают название - планетарная геология.

Одной из основных причин планетарных изменений служит положение Земли среди других планет, изучаемых астрономией. Отсюда вытекает другое название этой дисциплины - астрономическая геология, или астрогеология...

Вопрос о влиянии астрономических и планетарных факторов на историю Земли возникал неоднократно. Ранее ему не придавали большого значения, и только за последнее время удалось доказать, что планетарные и астрономические факторы имеют громадное, нередко определяющее значение...

В связи с быстрым прогрессом наших знаний о вселенной и выходом человека в Космос вопросы влияния внешних космических сил и мировых закономерностей на планетарное развитие Земли стали весьма актуальными" [5, с.5-6].

Определение Д.В.Наливкиным самой сути планетарной геологии сохранило свою актуальность до последних дней. Более того, время, истекшее с момента его появления в печати, с каждым днем все убедительнее подтверждает исключительную правильность и прогрессивность взглядов Дмитрия Васильевича. Причем Д.В.Наливкин всегда поддерживал идеи планетарной (астрономической) геологии. Как уже указывалось, Д.В.Наливкин в качестве редактора способствовал выходу в свет большого коллективного труда по проблемам планетарной геологии [5], всегда оказывал содействие астрогеологическому (планетологическому) движению, развивавшемуся, начиная с Б.Л.Личкова, в недрах Географического общества СССР, поддерживал и поддерживает исследователей, занятых вопросами планетарной или космической геологии.

Приведенное здесь краткое изложение двух проблем планетарной геологии автор, со студенческих лет во многом обязанный Д.В.Наливкину, просит расценивать не только как экспресс-информацию о пройденном пути исследований, но и как своеобразный отчет ученика перед своим маститым учителем.

Автору пришлось заниматься рядом проблем, связанных с влиянием на развитие Земли планетарных факторов: планетарными закономерностями развития покровных материковых оледенений, проявлениями изостазии в глобальном рельефе, соотношением его некоторых главных параметров, дрейфом континентов и др. [1-4]. Все эти проблемы, несомненно, интересны и весьма важны. Среди них следует особо выделить изменение скорости вращения Земли - планетарный фактор, который, как указывает Д.В.Наливкин, имеет „громадное, нередко определяющее значение" для формирования отдельных особенностей структуры и рельефа литосферы нашей планеты.

Как известно, изменение скорости вращения Земли может быть длительным, „вековым", развивающимся на протяжении сотен миллионов лет под влиянием приливного трения только в одном направлении - в сторону постепенного замедления вращения Земли [7], а также кратковременным, „скачкообразным", выражающимся во внезапных ускорениях и замедлениях (по несколько раз в год) осевого вращения нашей планеты на величину до четырех десятитысячных секунды [6].

В ходе истории Земли первый тип изменения скорости ее вращения неизменно приводил к уменьшению полярного сжатия и, следовательно, к изменению всей фигуры нашей планеты (в первом приближении от эллипсоида вращения к шару). Эта сторона влияния изменения скорости вращения Земли на особенности строения ее литосферы, главным образом в виде так называемых „крити-

ческих параллелей", требует в первую очередь для своего глубокого изучения специального математического и геодезического подхода. Она была достаточно полно исследована М.В.Стовасом, и заинтересованный читатель найдет описание данной проблемы в его трудах [7, 8]. Здесь рассматривается лишь вероятное влияние на структуру литосферы указанных к р а т к о в р е м е н н ы х колебаний скорости вращения нашей планеты, а также ее так называемых „полюсобежных сил" [I-3].

Итак, начнем прежде всего с рассмотрения геоструктурных последствий флуктуаций угловой скорости Земли, выраженных в ее неоднократных ежегодных скачкообразных замедлениях и ускорениях на несколько десятитысячных секунды.

Занимаясь с 1947 г. изучением особенностей морфоструктурного плана Арктики и Антарктиды, автор обратил внимание на то, что в этих регионах вокруг северного и южного географических полюсов имеется радиально-концентрическая сеть линеаментов, которая приблизительно совпадает здесь с простиранием параллелей и меридианов географической сети [I-3]. Эта отчетливо выраженная пространственная закономерность ориентировки линеаментов полярных областей Земли позволила усмотреть в ней аналогию с генетическими причинами ориентировки радиально-концентрической сети тектонических разрывов на сводах куполовидных поднятий, где такая сеть возникает за счет растяжения вещества горных пород в местах максимального поднятия сводов. Поскольку местоположение географических полюсов определяется положением оси вращения Земли, подмеченная закономерность в ориентировке заполярных линеаментов вполне естественно и очевидно увязывалась с каким-то деструктивным воздействием на литосферу ротационных сил Земли. Но каким?

Прежде всего, по-видимому, напрашивается объяснение, основанное на общих восходящих движениях обоих заполярий, развивающихся за счет увеличения длины полярной оси земного эллипсоида при вековом замедлении скорости вращения планеты. Конечно же такая причина вполне вероятна, но, как показали дальнейшие исследования, она не является единственной. При статистическом подходе к изучению пространственной распространенности и ориентировки линеаментов оказалось, что в их простираниях можно отчетливо выделить уже не две, а целых ш е с т ь систем [2, 4]. Две из них действительно строго ортогональны относительно градусной сети, имея азимуты простирания 360 и 270° (0 и 90°), а четыре - диагональны и взаимосимметричны относительно меридиана, обладая, соответственно, азимутами простирания 325 и 35°; 305 и 55° (рис.I). Эти данные, полученные вначале автором на основе замеров линеаментов в отдельных регионах, были в дальнейшем убедительно проконтролированы и подтверждены С.С.Незаметдиновой, выполнившей около 50 000 необходимых замеров для территории всей суши нашей планеты [4].

Некоторые исследователи склонны отстаивать существование не шести, а лишь четырех систем линеаментов, как бы сливая при этом указанные выше четыре диагональные системы с азимутом 305 и 325°, а также 35 и 55° в две со средними азимутами 315 и 45°. Однако эти исследователи почему-то предпочитают оставлять без объяснения тот очевидный факт, что диагональные лучи (лопасти) соответствующих роз-диаграмм, приводимых ими в подтвержде-

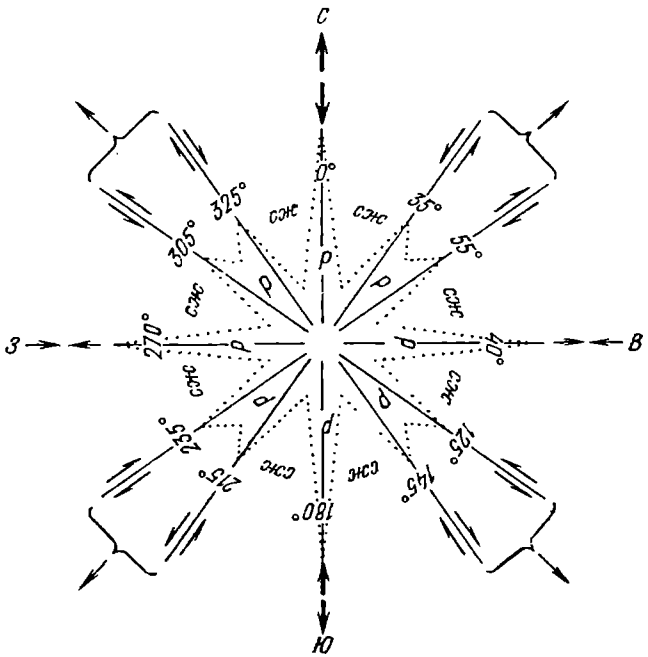


Рис.1. Роза-диаграмма линеаментов (планетарной трещиноватости) и схема распределения напряжений в системе сколов сжатия (сж) и растяжения (р) земной коры, возникающих под влиянием ротационных сил Земли

Жирные стрелки указывают направление ротационно обусловленных меридионально ориентированных волн сжатия и растяжения литосферы; толкие стрелки обозначают направленность динамопар в стенках ротационно обусловленных сколовых трещин литосферы, порождаемых упомянутыми волнами сжатия и растяжения

ние таких соображений, всегда существенно шире их ортогональных лучей и к тому же в большинстве случаев бывают обычно ограничены азимутальными пределами выделяемых нами четырех диагональных систем, т.е. 305-325° для северо-западной четверти и 35-55° для четверти северо-восточной.

Между тем только при выделении двух ортогональных систем и четырех (а не двух!) диагональных можно наиболее строго и логично объяснить образование главной закономерности в ориентировке линеаментов, предопределившей их сети планетарных трещин, т.е. их симметрию относительно меридиана и, следовательно, относительно оси вращения Земли.

Перед тем как изложить соответствующую гипотезу, вспомним два положения из учения о сопротивлении материалов, достаточно известные горным инженерам-геологам. Первое из этих положений заключается в том, что перед разрушением образцов вещества, подвергаемых сжатию, в них появляются трещины скалывания, ориентированные симметрично относительно направления векторов сил сжатия и образующих между собой углы существенно меньше 90° (85-65°). Наоборот, при растяжении в испытуемом образце возникают трещины отрыва, также симметричные относительно вектора сил сжатия, но существенно больше 90° (95-110°).

Второе положение заключается в том, что сетка деструктивных трещин может образоваться в испытуемых образцах и в том случае, если они будут длительное время подвергаться относительно слабым, но однонаправленным и пульсационно действующим силовым напряжениям. Такое об-

разование трещин в испытуемом образце объясняют явлением усталости и соответствующим ему растрескиванием вещества, слагающего испытуемый образец.

Приведенные два положения из учения о сопротивлении материалов и могут, по-видимому, лучше всего объяснить образование указанной выше статистически установленной сетки из шести систем планетарной трещиноватости и определяемых ею линеаментов. С учетом этих положений суть предложенной в свое время гипотезы [2] сводилась к следующему.

В результате скачкообразной флуктуации угловой скорости Земли на протяжении по крайней мере ста миллионов лет стабильного положения географических полюсов [9] в литосфере нашей планеты в меридиональном направлении от полюса к экватору, и наоборот, несколько сот миллионов раз перемещались волны ротационно обусловленных сжатий и растяжений. Они в свою очередь способствовали возникновению усталости вещества литосферы и образованию в ней той весьма закономерной (т.е. симметрично ориентированной относительно меридианов) сети деструктивных трещин, которую мы наблюдаем на поверхности литосферы в настоящее время. В таком случае системы 35 и 325° должны соответствовать ротационно обусловленному сжатию литосферы, а 55 и 305° - растяжению ее (см. рис.I). При этом необходимо также подчеркнуть, что динамопары скалывающих напряжений в трещинах, развивающихся по азимуту 35 и 305°, будут иметь характер левых сдвигов, а по азимуту 55 и 325° - правых [2].

Именно так, по мнению автора, обстоит дело с проблемой генезиса сети планетарных трещин за счет поля ротационно обусловленных напряжений литосферы Земли. Однако роль ротационных сил нашей планеты в создании структуры своей литосферы сводится, очевидно, не только к этому.

Занимаясь в 1962 г. анализом закономерностей пространственного распределения региональных (т.е. с амплитудой более 100 км) сдвигов на поверхности северного полушария Земли, установленных целым рядом геологов полевыми геологическими наблюдениями, автор неожиданно обнаружил две главные системы однонаправленных глобальных сдвиговых зон, в которые закономерно объединены либо левые, либо правые сдвиги (рис.2). Первая система диагонально сопряженных под углом около 80-85° внутриматериковых региональных сдвигов устойчиво прослеживается в зоне 100-105° в.д., начиная от региона Иркутского амфитеатра через всю Центральную Азию вплоть до Бирмы. Северо-западные ветви этой системы представлены п р а в ы м и сдвигами, ориентированными в Саянах, Казахстане и в Средней Азии по азимуту около 320-325°, тогда как ее северо-восточные ветви - это л е в ы е сдвиги Забайкалья, Манчжурии, Северо-Восточного и Центрального Китая с азимутом простирания примерно 35-40°. Характерно, что в зоне от 100-го до 105-го меридианов в.д. вплоть до Бирмы наблюдаются общие возрастания мощности земной коры, что (хотя бы предположительно) можно объяснить подтеканием в области отмеченного корового рубца и дальнейшим перемещением к югу масс вещества литосферы в соответствии с ориентировкой векторов перемещения крыльев северо-западных и северо-восточных рассматриваемых региональных сдвигов. Это морфоструктурно отчетливо выраженное тектоническое течение

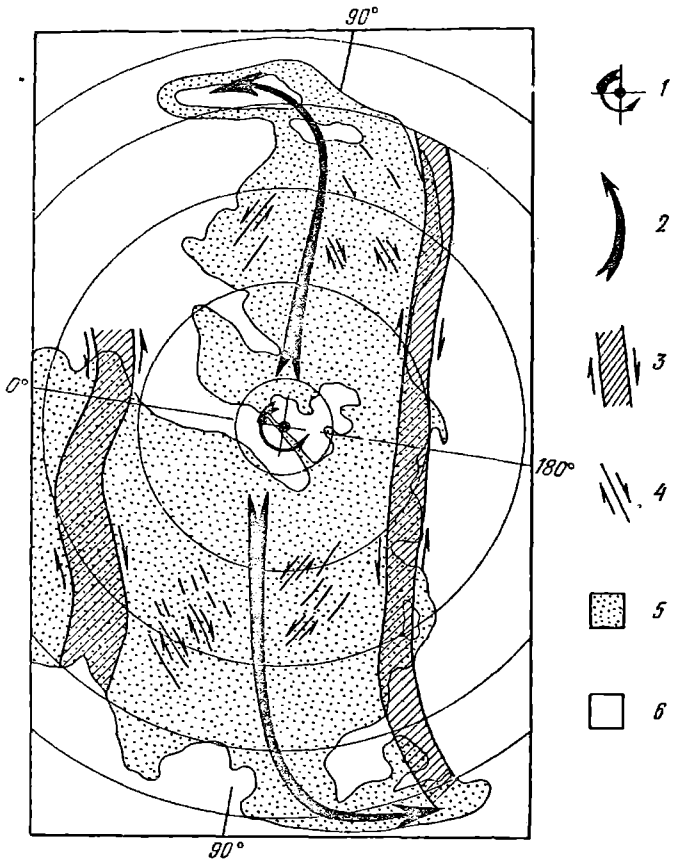


Рис.2. Принципиальная схема геофлюкции вещества континентальной коры северных материков Земли

1 район северного полюса и направление вращения Земли; 2 – генеральное направление тектонического течения масс континентальной коры (геофлюкции) в пределах Азии и Северной Америки; 3 субпараллельные окраинноконтинентальные глобальные сдвиговые зоны; 4 – системы внутриконтинентальных глобальных сдвиговых зон; 5 – области развития континентальной коры; 6 – области развития океанической коры

вещества литосферы, направленное через Бирму в сторону индонезийского сколового языка литосферы (т.е. через острова Суматра, Ява и Целебес в район петлевидной островной дуги Банда), автор предложил называть явлением геофлюкции. Аналогичную картину сопряжения диагонально ориентированных правых и левых региональных сдвигов с Карибской петлевидной островной дугой можно усмотреть и в структурном плане североамериканского континента (см. рис.2).

Другая система региональных сдвигов представлена двумя субпараллельными глобальными сдвиговыми зонами. Одна из них расположена вдоль азиатского и североамериканского побережья Тихого океана с разнонаправленным от Берингова пролива движением крыльев (вдоль азиатского побережья левые сдвиги, а вдоль североамериканского – правые). Другая глобальная зона проходит через Иран, Турцию и далее вдоль линеамента Штилле до Северного моря – правые сдвиги, а начиная от Северного моря через Шотландию и далее – левые сдвиги.

Рассматривая общую направленность смещения сдвигов в этих глобальных сдвиговых зонах, можно заметить, что вдоль них евразийская и североамери-

канская плиты континентальной коры также в целом сдвигаются в сторону экватора. Если к этому движению добавить отмеченное выше и также направленное от полюса к экватору тектоническое оплывание коровых масс литосферы (геофлюкцию) в центральных зонах азиатской и североамериканской континентальных плит, то становится очевидным, что в блоках континентальной коры северного полушария отчетливо выражено геоструктурное проявление так называемых „полюсобежных сил", давно известных геофизикам и являющихся тангенциальной производной все тех же ротационных сил нашей планеты. Полюсобежные силы невелики, однако они вполне реальны. И поскольку только ими можно объяснить рассмотренное явление геофлюкции, это природное явление предстает перед нами в качестве яркого примера еще одного положения учения о сопротивлении материалов: даже малые силы в случае их длительного воздействия в одном направлении, в соответствии с данными геологии, способны приводить и в большом и в малом к очень серьезным деструктивным результатам. Характерной особенностью полюсобежных сил является то, что они тектонически „работают" при стабильном ротационном режиме Земли, т.е. на всем протяжении истории нашей планеты как вращающегося тела, обладающего серией разнородных твердых оболочек.

Краткий обзор тектонического значения ротационных сил Земли, хотя и проведенный в рамках небольшой статьи в сугубо повествовательной форме, все же достаточно убедительно подтверждает непреходящую ценность высказывания Д.В.Наливкина о большом значении для планетарной геологии сил осевого вращения Земли. И примеры, подсказанные самой природой, - наиболее яркое доказательство этого.

ЛИТЕРАТУРА

Воронов П.С. Симметричная секториальность распределения главных форм м рельефа Арктики и Антарктики в связи с глыбовой неотектоникой Земли. - Информ. бюлл. Ин-та геологии Арктики. Л., 1959, вып. 16, с. 12-18.

2. Воронов П.С. Очерки о закономерностях морфологии глобального рельефа Земли. Л., Наука, 1968, с. 1-124.

3. Воронов П.С. О глобальных формах горизонтально направленного тектонического течения масс литосферы - геофлюкции. - В кн.: У1 совещание по проблемам планетологии. Тезисы докладов. Л., изд.ГО СССР, 1969, вып. 1, с. 51-56.

4. Воронов П.С., Незаметдинова С.С. Результаты глобального статистического анализа линеаментов для выявления систем планетарной трещиноватости. - В кн.: Давления и механические напряжения в развитии состава, структуры и рельефа литосферы. Л., изд. ЛНТГО, 1969, с. 89-90.

5. Наливкин Д.В. Предисловие к сборнику „Проблемы планетарной геологии". М., Госгеолтехиздат, 1963, с. 5-6.

6. Павлов Н.Н. Изменение скорости вращения Земли, деформация земной коры и солнечная активность. - Изв. ГАО, Л., изд. ГАО АН СССР, 1968, № 183, с. 3-23.

7. Стовас М.В. Некоторые вопросы тектогенеза. - В кн.: Проблемы планетарной геологии. М., Госгеолтехиздат, 1963, с. 222-274.

8. Стовас М.В. Избранные труды. Ч. 1. М., Недра, 1975, 155 с.

9. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1960, 212 с.