

УДК: 550.2+550.3

А. И. САВЧЕНКО

О ВРЕМЕНИ ПОЯВЛЕНИЯ КОСМОГЕННЫХ
СТРУКТУР НА ЗЕМЛЕ И ПЛАНЕТАХ

Судя по имеющимся данным, образование самых древних космогенных структур на Земле, на месте которых формировались гнейсовые купола и гнейсовые складчатые овалы, происходило 3,7—3,5 млрд. лет назад. Более древний возраст «морских» круговых впадин на Луне объясняется присутствием в лунных базальтах тонкораспыленного материала, кристаллизовавшегося 4,5—4,6 млрд. лет назад. Формирование земных космогенных структур сопровождалось, как и на других планетах земной группы, образованием реголита—выбросов из взрывных кратеров, превращавшихся в результате диагнеза в тиллиты; наиболее древний возраст их датируется в пределах 3—2 млрд. лет.

Предположения о существовании на Земле космогенных структур высказывались еще на рубеже XIX и XX веков, но тогда к ним относились весьма скептически. Ситуация изменилась лишь в 1920-х годах, когда была доказана импактная («метеоритная») природа Аризонского кратера и было обнаружено еще несколько кратеров меньшего размера, образовавшихся в антропогенное время [3, 4]. На первом этапе изучения рассматриваемых структур главное внимание обращалось на морфоструктурные характеристики (наличие кратера, окруженного валом выброшенных пород) и поиск внутри кратера и в окрестности метеоритного вещества. В зависимости от размеров кратеры подразделялись на ударные (диаметром менее 100 м) и взрывные (свыше 100 м).

В середине XX века было установлено, что на Земле имеются и более древние космогенные структуры—астроблемы, в той или иной степени замаскированные эрозионными процессами и местами перекрытые осадочными отложениями различной мощности. Среди них были только взрывные морфоструктуры (ударные кратеры с течением времени полностью подвергались эрозии), при образовании которых создавались ударные волны от десятков и сотен килобар до нескольких мегабар и температуры до 3—4 тыс. градусов [6]. Теоретически, экспериментально и практически (непосредственно в астроблемах) было доказано, что при таких давлениях и температурах падавшие на Землю космические тела подвергались испарению, а в породах мишени возникали «индикаторы взрыва»—катаклазированные породы, конусы разрушения, планарные элементы в кристаллах, диаплектовые стекла, высокобарические минералы и различные импактиты.

Перечисленные диагностические признаки астроблем надежно устанавливались только петрографическими методами, поэтому с 60-х годов поисками космогенных структур на Земле занялись в основном геологи, владевшие минералого-петрографическими методами исследований. В

результате, к концу 70-х годов, по оценке В. Л. Авдеева и др. [1], количество достоверно выявленных на нашей планете импактных структур увеличилось до 82 (табл. 1), а возраст самой древней из них оказался в пределах 1,9—2,0 млрд. лет (табл. 2).

Таблица 1

Размеры известных астроблем

Диаметр, в км	Количество
0,5	15
0,5—1,0	1
1—2	7
2—4	12
4—8	12
8—16	16
16—32	10
32—64	6
64—128	3

Таблица 2

Возраст известных астроблем

Интервал возраста, млн. лет	Количество
0—100	21
100—200	10
200—300	5
300—400	4
400—500	3
500—600	3
600—700	2
700—800	1
1700—1800	1
1800—2000	1

Сравнивая эти данные с соответствующими характеристиками Луны и других планет земной группы, на которых наблюдается обратная закономерность—резкое уменьшение количества космогенных структур с приближением к современной эпохе, приходилось предполагать, что минералого-петрографическим методом можно обнаружить лишь крайне незначительное количество астроблем, главным образом, таких, которые образовались в сравнительно недалеком прошлом. В связи с этим, примерно с середины 70-х годов стали предприниматься попытки выявить космогенные структуры с помощью дешифрирования топографических, аэрофото- и космических материалов, путем выделения кольцевых и дугообразных структур на опубликованных региональных и обзорных геологических картах, и путем анализа аномальных магнитных полей на мелкомасштабных картах, что казалось наиболее достоверным¹.

На этом, можно сказать, третьем этапе количество публикаций по рассматриваемой проблеме заметно увеличилось, однако выделение кольцевых структур нередко носило весьма произвольный характер и поэтому не представлялось мотивированным. Так, в 1978 г. с интервалом в один месяц появились две работы монографического типа—Б. С. Зейлика [8] и В. В. Соколова [20], к каждой из которых прилагалась схематическая карта распространения дугообразных и кольцевых структур территории СССР, «выявленных в аномальном магнитном поле». Первый из авторов показал на своей карте 11 космогенных структур, «в пределах которых установлены явления ударного метаморфизма горных по-

¹ По данным А. И. Дабига и В. В. Федынского [19], геофизические исследования показали: «В больших кольцевых структурах наблюдаются пониженные и пестрые магнитные поля с резко выраженными аномалиями в центральной части кратера. Центральные магнитные аномалии, видимо, обусловлены массой породы, переплавленной во время взрыва и намагниченной в процессе ее застывания земным магнитным полем».

род», а все остальные, число которых из-за неудачного изображения трудно подсчитать, квалифицируются как предположительные. На второй карте, составленной В. В. Соловьевым и В. М. Рыжевой, вообще не показано ни одной космогенной структуры—все они рассматриваются как эндогенные. Но, пожалуй, особенно парадоксальным является то, что местоположение и размеры выделенных на картах структурных форм практически не совпадают!

К середине 70-х годов было также установлено, что на Луне за сравнительно редким исключением импактные кратеры имеют весьма древний возраст, и многие ученые восприняли это как подтверждение теории О. Ю. Шмидта о происхождении планет из «облака диффузной материи». Стало даже общепринятым считать, что в процессе эволюции протопланетного облака «...сначала образовались крупные глыбы, из которых в дальнейшем слагались планеты» [19], а из этого делался вывод, что образование космогенных структур на планетных телах происходило в основном на самых ранних этапах их развития—4,4—3,8 млрд. лет назад [1] и что на Земле, вследствие наличия атмосферы и гидросферы, древние астроблемы были уничтожены эрозией.

Между тем, еще в начале нашего века, Леви и Пюизё, тщательно изучавшие видимую сторону Луны, отмечали, что для самых древних лунных эпох образование кратеров не характерно. Аналогичной точки зрения придерживался А. В. Хабаков [21], хотя писал об этом более осторожно: «...на Луне встречаются фрагменты нагорий и склоны кордильер, сильно нарушенные, раздробленные, на которых почти нет кольцевых гор». Правда, это были еще слабо аргументированные высказывания, но в последние 10—15 лет появились по данному вопросу и более убедительные наблюдательные данные.

Исследование планет земной группы и спутников Юпитера и Сатурна с помощью автоматических аппаратов показало, что образование древних космогенных структур началось лишь тогда, когда, например, на Луне уже была сформирована литосфера, состоящая из *кристаллических магматических пород*, позже перекрытых реголитом явно более молодого возраста. По данным Б. Мюррея [10], на телеснимках Меркурия во многих случаях оказалось видным, что «...образование равнин между кратерами предшествовало формированию большинства больших кратеров, образовавшихся в результате столкновений». Удалось доказать давно подмеченную закономерность, что планеты сталкивались сначала с относительно небольшими космическими телами, в результате которых образовались так называемые доморские кратеры, а позже—с крупными астероидами, являющимися виновниками создания круговых впадин и вызвавшими асимметрию планет земной группы¹. После этого встречи планет с космическими телами происходили все реже.

Как увидим далее, аналогичная закономерность возникновения космогенных структур зафиксирована и в земной коре, поэтому, прежде

¹ По Дж. А. Вуду [5], «Очевидно 4 млрд. лет назад в Солнечной системе возник новый свободный рой планетезималей, что привело к мощной волне кратерообразования на Луне и планетах».

всего, попытаемся установить время столкновений планет с наиболее крупными космическими телами, «ответственными» за образование «морских» впадин, по поводу чего имеются данные как на Луне, так и на Земле.

Известно, что такие впадины на Луне заполнены базальтовыми магматическими породами. Числа «абсолютного» возраста их варьируют в основном от 3,9 до 3,5 (реже до 3,0) *млрд. лет*, причем, по В. В. Шевченко [22], «...в ряде случаев образцы, взятые в одном и том же месте, различаются по времени кристаллизации на 200—300 *млн. лет*». Он объясняет это «многофазностью излияний» глубинных расплавов, периодическим «выплескиванием» базальтовой лавы в «морские» впадины. Между тем, более или менее явных морфологических признаков «выплескивания» лав на Луне не наблюдается. Наоборот, имеющиеся данные с большой вероятностью свидетельствуют об одноактных или 2—3-актных процессах заполнения базальтами многих круговых впадин [5], что заставляет искать иную причину «разнобоя» в числах «абсолютного» возраста лунных пород, практически взятых в одной точке.

Найти эту причину не представляет большого труда—на Земле геологам часто приходится сталкиваться с случаями, когда образцы магматических пород, отобранные из одного лавового потока или одного интрузива, давали различные значения «абсолютного» возраста. Так, например, возраст многих штуфов плиоценовых базальтов Сихотэ-Алиня и Нижнего Приамурья из коллекции автора был определен аргоновым методом от 30 до 40 *млн. лет*, а возраст интрузивов, прорывающих фаунистически охарактеризованные верхнемеловые отложения, колебался от 90 до 180 *млн. лет*. Еще более резкие колебания «абсолютного» возраста дают импактные породы Попигайского кратера, образовавшегося, подобно лунным впадинам, в результате огромного космического взрыва. В. Л. Масайтис и др. [9] приводят следующие значения радиологических определений импактитов: по данным М. Н. Васильевой, возраст «андезитовых порфиров» составляет 28,8 *млн. лет*; Л. В. Фирсов дал 4 определения «базальтоидов» в пределах 40—46 *млн. лет*; Л. К. Левский сделал 6 определений импактитов в интервале 29—46 *млн. лет*, а одна проба из псевдотахилитов показала 242 *млн. лет*! По геологическим же данным, возраст Попигайского кратера заключен в промежутке времени между концом мела-палеогеном и плиоценом, что в абсолютном исчислении не превышает 28 *млн. лет*. Поэтому В. Л. Масайтис и его сотрудники вынуждены были принять только минимальные числа радиологических определений возраста импактных пород и пишут: «...имеющиеся данные в целом дают возможность отнести время образования кратера к началу неогена». Максимальное значение «абсолютного» возраста они объяснили тем, что в псевдотахилитах имеются включения пыли и обломков кристаллов пород архея, возраст которых составляет 2 *млрд. лет*.

Подобных примеров «разнобоя» в абсолютном возрасте земных пород можно привести сколько угодно; при внимательном анализе материалов почти всегда удастся установить, что завышенный возраст связан с тем, что расплавы, из которых кристаллизовались породы, «загла-

ывали» то или иное количество изотопов аргона, свинца, стронция и других элементов из более древних образований. Это дает веские основания полагать, что и на Луне расхождения в «абсолютном» возрасте базальтов, заполняющих ту или иную круговую впадину, связаны не столько с периодическим «выплескиванием» магматических расплавов, сколько с тем, что они захватывали различное количество чуждых изотопов. Имеющиеся данные позволяют даже сказать каким путем это происходило.

Известно, что базальтовые лавы обладали низкой вязкостью и заполняли «морские» впадины сравнительно быстро, но они изливались как раз тогда, когда Луна подвергалась наиболее сильной бомбардировке метеоритными телами и на ее поверхность оседало в виде реголита огромное количество выбрасывавшегося при взрывах как дезинтегрированного материала пород древней лунной коры, так и распыленного метеоритного вещества. В таких условиях даже при быстрой кристаллизации базальтовой лавы в ее потоки могло попадать и несомненно попадало то или иное количество древнего вещества, возраст которого оценивается в 4,5—4,6 млрд. лет [14]. Присутствие этого «чуждого» вещества в лунных базальтах естественно отражается на их «абсолютном» возрасте, поэтому мы должны рассматривать радиологические определения времени излияния лав в круговых впадинах Луны критически, с учетом данных, имеющихся на Земле.

О том, что наша планета сталкивалась с крупными астероидами и что эти столкновения были гораздо более катастрофическими для литосферы, чем в случае Луны, автор показал в специальной статье «Глобальная тектоника литосферы—индикатор столкновений Земли с крупными астероидами». Из приведенного в данной статье фактического геологического материала, собранного на всех кристаллических щитах и докембрийских платформах многими сотнями геологов, видно, что катастрофической силы космогенные взрывы происходили на Земле в основном в промежутке 3,3—3,0 млрд. лет, а ранее их не было.

Для суждения о возрасте доморских кратеров, образовавшихся, как известно, до излияния базальтовых лав, на Луне вообще никаких данных не найдено. На Земле, со времени появления гидросферы до столкновений планеты с крупными астероидами включительно, происходило формирование вулканогенно-осадочных образований. Известно также [16, 18], что по мере увеличения мощности этих толщ, весьма интенсивные в то время тепловые потоки и дифференциаты мантии все труднее и труднее могли поступать к поверхности. Накапливаясь под мощным плащем вулканогенно-осадочных толщ, они приводили нижние ярусы последних в квазипластичное состояние, вплоть до явлений гранитизации и образования на сравнительно небольших глубинах зоны анатексиса (рис. 2, сверху). Наличие гранитоидов, повсеместно прорывающих и мигматизирующих архейские слонстые толщи, дает основание также полагать, что такое физико-термическое состояние нижних ярусов вулканогенно-осадочных образований наблюдалось в глобальном масштабе. По-видимому, именно это, а не что-либо другое, с одной стороны обуславливало по-

всеобщую мобильность формировавшихся слоистых толщ, с другой — исключало обособление в земной коре жестких массивов или платформ и их антиподов — геосинклинальных областей. Наконец, это же привело к тому, что в бесчисленных куполовидных структурах архея в ядрах повсеместно наблюдается сейчас то или иное количество поднятого к поверхности древнего квазипластичного, реоморфизованного и анатектического материала (рис. 1).

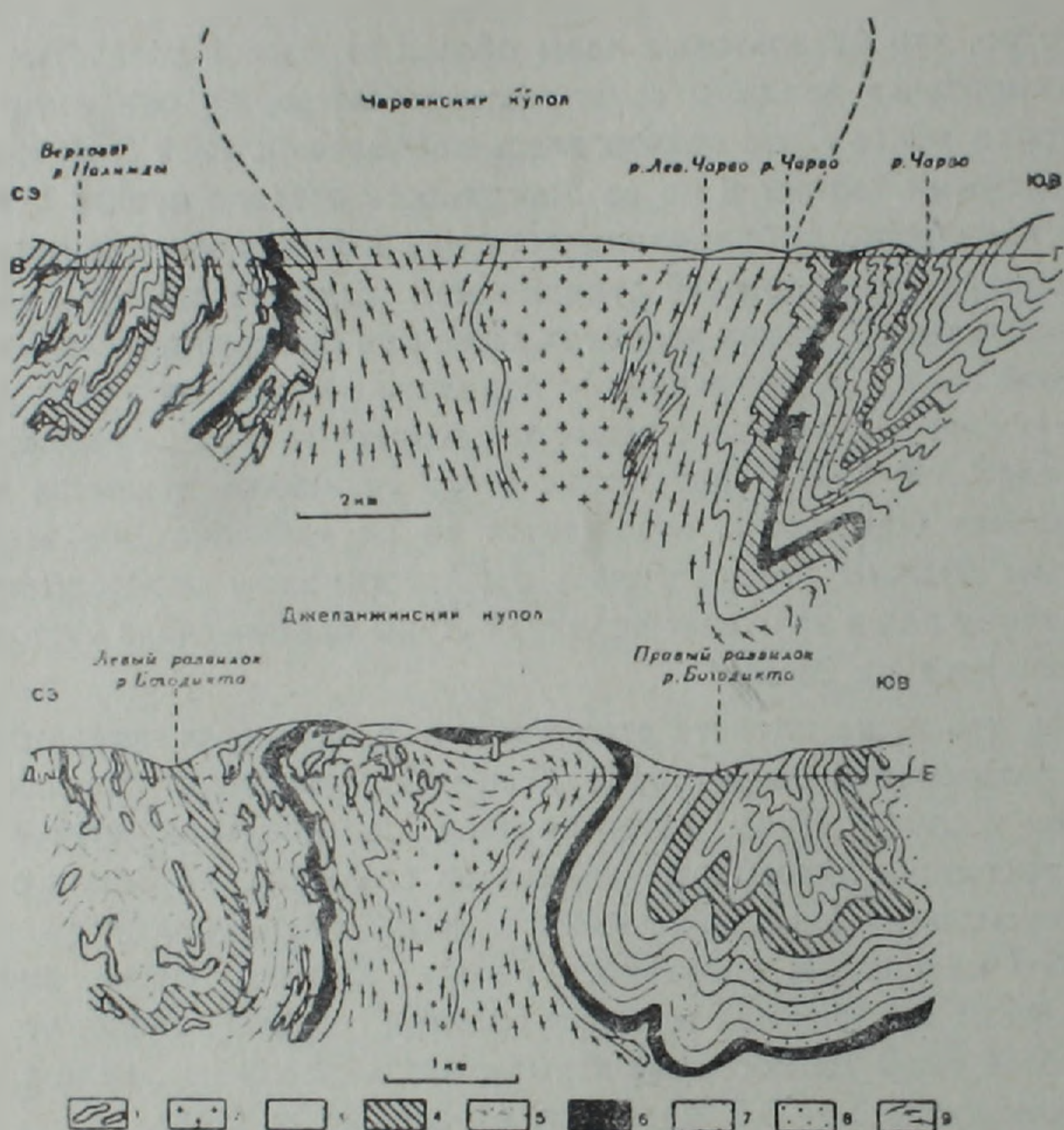


Рис. 1. Гнейсовые окаймленные купола юго-западной части Мамского слюдоносного района (по Л. И. Салопу, 1971): 1—пегматиты; 2—порфиробластические (реоморфические) граниты; 3—5—патомская серия (3—жемкуканская, баракунская и валюхтинская свиты объединенные, 4—мариинская свита, 5—баллаганахская свита); 6—8—тепторгинская серия (6—язовская-медвежевская свита, 7—пурпольская свита, 8—когандинская свита); 9—древние (палеопротозойские) гнейсо-граниты, частично мобилизованные в эпипротозое.

Архейские куполовидные структуры, описанные Л. И. Салопом [17] как эндогенные гнейсовые складчатые овалы и гнейсовые купола, по общему-диapiroподобному строению в принципе ничем не отличаются от известного южноафриканского Вредефортского купола с неинтрузивными гранитоидами в ядре, что дало основание этому исследователю объединить их в группу структур единого типа. Но уже давно доказано, что Вредефортский купол, образовавшийся на месте метеоритного кратера диаметром около 40 км и глубиной почти 12 км, имеет космическое проис-

хождение [4]. Следовательно, есть основания предположить, что «спусковым механизмом» формирования архейских куполов тоже могли быть космогенные факторы. В последнем убеждает и то, что аэрофотоснимки, на которых из-под четвертичного осадочного чехла «просвечивают» гнейсовые куполовидные структуры, во многом напоминают фотографии «материкового» лунного и меркурианского рельефа, космогенная природа которых уже не вызывает сомнений. Аналогичны и округлая форма морфоструктур, и характер наложения их друг на друга, и близкие относительные размеры. Разница лишь в том, что на Луне доморские кольцевые структуры представлены, как иногда пишут, «роями» взрывных кратеров, а на Земле—«стадами» срезанных эрозией гнейсовых куполов. Разница эта тоже легко объяснима. Физико-термическое состояние литосфер нашей планеты и ее спутника в архее было резко отличным, поэтому результаты ударно-взрывных процессов на них проявлялись различным образом.

На Луне, имевшей в то время уже достаточно мощную кору, возникшие кратеры сохранялись в рельефе до тех пор, пока они не разрушались новыми кратерами или не перекрывались выбросами реголита из более молодых кратеров. Лишь при особенно крупных взрывах, в результате которых образовались круговые впадины, сравнительно небольшая часть их была в той или иной степени перекрыта базальтовыми лавами, изливавшимися по космогенным разрывам. На земле, имевшей в архейское время мощный чехол слоистых образований с неглубоко залегающим слоем анатексиса, космогенные кратеры практически не могли сохраняться в неизменном виде. В земных условиях, после выброса из взрывных воронок конуса пород даже в несколько сотен метров, нарушалось равновесие в верхних ярусах вулканогенно-осадочного слоя и создавались благоприятные условия для подъема в кратеры полурасплавленного, мобилизованного в областях ультраметаморфизма и анатексиса более древнего вещества и реометаморфической гранитоидной магмы. В результате, на Земле, на месте космогенных кратеров происходило формирование гнейсовых куполовидных структурных форм (рис. 2).

Изучение последних показало [17, 18], что они служили каналами в земной коре, через которые поступали мощные тепловые потоки и газообразные дифференциаты мантии, что вело к реометаморфизму образующих купол пород. Эти процессы, видимо, полностью уничтожили возникавшие в бортах кратеров «индикаторы взрыва», замаскировав космогенную природу гнейсовых куполовидных структур настолько, что у геологов до самого последнего времени не возникало мысли о возможной принадлежности их к астроблемам, «залеченным» эндогенными процессами планеты. В гнейсовых куполах могли сохраниться лишь импактные алмазы, возникавшие при особенно крупных космогенных взрывах, и они уже найдены, но пока только в россыпях, формировавшихся за счет размыва докембрийских кристаллических толщ [7]. Эти находки позволяют выразить уверенность, что в недалеком будущем геологам удастся найти импактные алмазы и непосредственно в породах, слагающих гнейсовые куполовидные структуры.

Как отмечалось, Л. И. Салоп [17] подразделяет последние на две основные группы: гнейсовые купола и гнейсовые складчатые овалы. К первым он относит кольцевые образования диаметром до 80 км, ко вторым—структурные формы высшего порядка, размером от 80 до 400 км и больше. По его данным, овалы в отличие от куполов имеют более сложное строение и, по нашему мнению, их можно охарактеризовать как

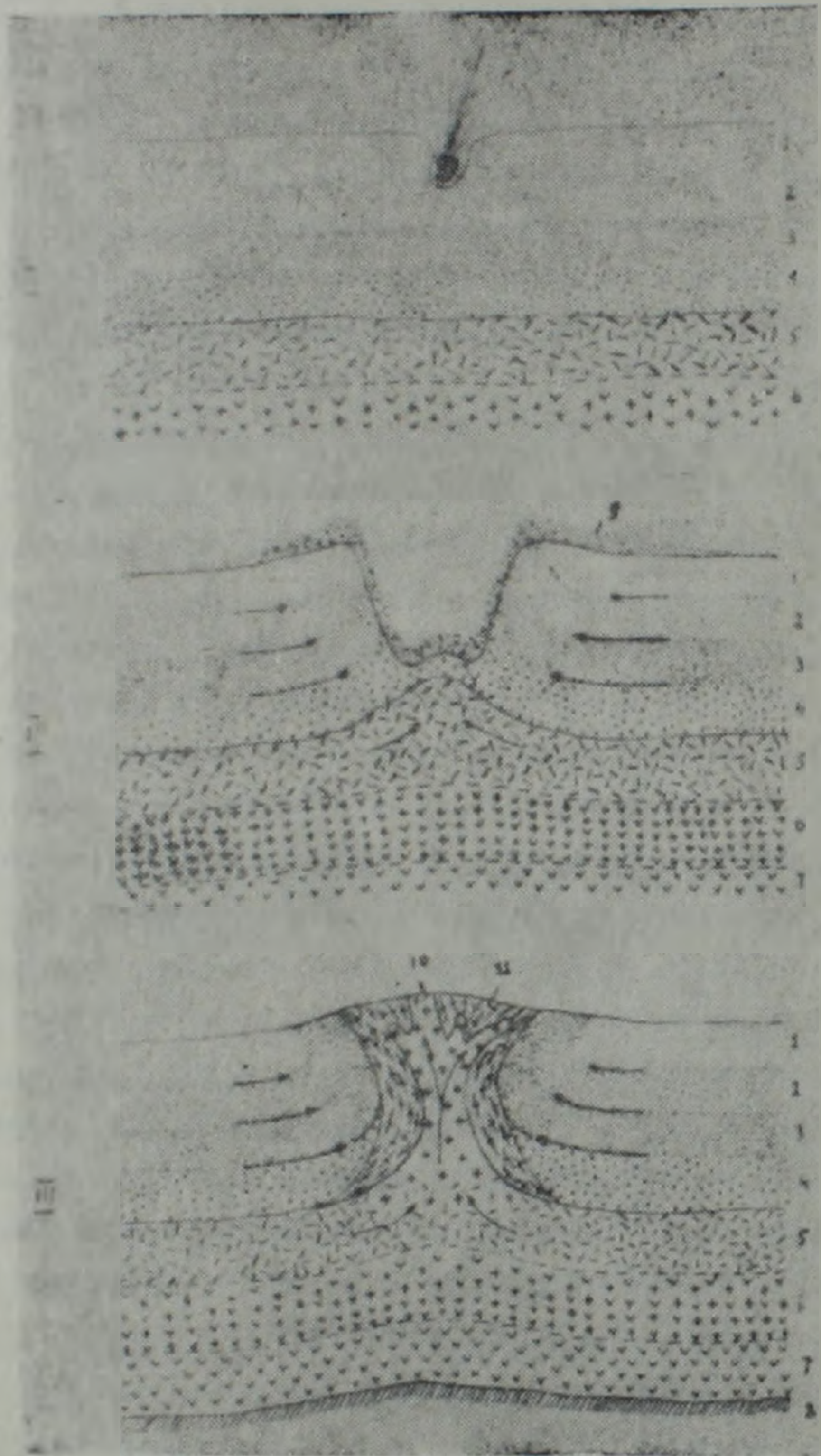


Рис. 2. Схема образования гнейсовых куполов позднеархейского времени, по А. И. Савченко: I—момент удара космического тела, II—возникновение взрывного кратера с центральным поднятием внутри, III—современное состояние гнейсового купола, образовавшегося в результате «залечивания» кратера реоморфическим материалом нижних структурных ярусов «осадочного» слоя и анатектической магмой. 1—приповерхностные слоистые образования (вулканогенно-осадочный покров, подвергавшийся «перепахиванию» на некоторую глубину космическими телами); 2—зона зеленокаменной стадии метаморфизма; 3—зона амфиболитовой стадии метаморфизма; 4—зона ультраметаморфизма; 5—зона анатексиса; 6—7—кристаллический (?) фундамент (6—«базальтовый» и 7—гипербазитовый слой); 8—пластичный слой верхней мантии (архейская астеносфера); 9—аллогенные брекчии космогенных взрывных кратеров (в ископаемом состоянии—тиллиты); 10—реоморфические граниты; 11—реоморфический материал нижних ярусов слоистой оболочки архейской коры.

структуры, состоящие из серии различных по размерам куполов. Это позволяет считать, что «спусковым механизмом» образования складчатых овалов послужило падение на Землю сразу нескольких обломков (глыб), очевидно, распавшегося в атмосфере крупного космического тела. Возникшая подобным путем серия взрывных кратеров, диаметром до нескольких десятков километров, заполнялась квазипластичным материалом и реоморфической магмой почти одновременно (или с небольшими интервалами времени) и теперь, когда геологи наблюдают результаты этих явлений в более или менее эродированном виде, создается впечатление, что овалы образуют уникальные округлые структуры. В последнем убеждает и то, что, например, в структуре, которой Л. И. Салоп приовоил название Верхнеалданского «амебовидного» овала, можно даже установить (по асимметрии отдельных куполов), что обломки космического тела падали на Землю с северо-запада на юго-восток.

Определения радиометрического возраста пород, образующих куполовидные структуры раннего докембрия на Алданском щите, в Южной Африке, Канаде и других архейских геоблоках, свидетельствуют, что они возникли на субстрате, первоначальный региональный метаморфизм и гранитизация которого происходили 3,5—3,7 млрд. лет назад или очень немногим ранее. Установлено также, что гнейсовые купола и овалы раннего докембрия несогласно перекрыты постсаамскими образованиями, а внутри досаамских вулканогенно-осадочных толщ никаких видимых несогласий не наблюдается [16, 18]. Это убедительно свидетельствует, что возникновение куполовидных структур на Земле началось только в самом конце формирования досаамских слоистых образований. В этом убеждает и то, что гнейсовые купола и овалы являются структурами неглубокого заложения; в их строении практически нигде не участвуют породы «базальтового» слоя, который в досаамскую эпоху, по-видимому, нигде не залегал глубже 10—15 км.

И сказанного видно, что малые космические тела, на Земле сыгравшие роль «опусковых механизмов» образования докембрийских купольных структур, а на остальных планетах земной группы, создавших доморские кратеры, появились в Солнечной системе не ранее, чем за 3—4 сотни миллионов лет до саамского катастрофизма на земном шаре, проявлявшегося 3,3—3,0 млрд. лет назад [16]. Следовательно, малые космические тела не могут быть остатком допланетного «роя диффузной материи» — они наверняка являются продуктом нестационарных явлений в Солнечной системе, на что неоднократно указывал В. А. Амбарцумян [2, 13].

Сделанный нами краткий обзор современного состояния проблемы космогенных структур на Земле будет более полным, если мы остановимся еще на одном вопросе. Как известно, формирование импактных кратеров на Луне сопровождалось накоплением реголита — выбросов из этих кратеров. Позже отложения аналогичного типа были установлены на Марсе и его спутниках — Фобосе и Деймосе, а, судя по наличию лучевых кратеров на Меркурии и некоторых спутниках Юпитера, они имеются и на других планетных телах. Это убедительно показывает, что космоген-

ный реголит должен быть и на Земле и, если его до сих пор не находили, то только потому что принимали за какие-либо иные образования, например, за древние «морены»—тиллиты. Дело в том, что ледниковое происхождение многих из них в прошлом уже неоднократно оспаривалось [12, 15], а дю Тойт, характеризуя свиту Двайка, принимавшуюся за «классические древние морены», писал [21, стр. 213]: «В течение длительного времени она была камнем преткновения для геологов, называвших ее то трапповым конгломератом, то глинистым порфиром; одни принимали ее за осадочное, другие—за вулканическое образование». Примерно таким же образом рассматривались геологами и породы Попигайского кратера [9], пока не была доказана их импактная природа.

Гипотеза о космическом генезисе тиллитов впервые была выдвинута автором в научно-популярной статье [15], в которой отмечалось, что на Земле в архее, протерозое и еще на протяжении какого-то более близкого к нам времени климат был настолько теплым, что по крайней мере до начала палеозоя материковых оледенений на земном шаре не могло быть. Сейчас же к сказанному в той статье можно добавить: исследованиями Энштейна и Нота [11] определено изотопным методом (по соотношению изотопов кислорода O^{16} и O^{18} в породах различного возраста), что 3,0 млрд. лет назад среднегодовая температура поверхности Земли составляла $+70^{\circ}C$, 1,8 млрд. лет $+35^{\circ}C$, 230 млн. лет $+20^{\circ}C$, затем быстро поднялась (в начале триаса) до $35-40^{\circ}C$ и снова начала понижаться¹. В наше время среднегодовая температура на Земле составляет $14,8^{\circ}C$, а в период четвертичных оледенений опускалась еще ниже. Это фактические наблюдательные данные и они свидетельствуют, что материковых оледенений на земном шаре не могло быть до конца мезозоя.

Для тиллитов, как известно, характерны обломки «чуждых» пород, «валуны с ледниковой штриховкой» и «утюгообразной» формы, а также наблюдаемое местами налегание тиллитов на так называемые «ледниковые мостовые». Однако все эти признаки могут свидетельствовать и о космогенной природе рассматриваемых пород. В этом случае «чуждые» породы—это не принесенные издалека «валуны морен», а выброшенные из крупных кратеров обломки кристаллического фундамента того места, где произошло падение космического тела. Валуны с ледниковой штриховкой—отнюдь не следы движения ледника, а зеркала скольжения, возникавшие в крепких породах при образовании кратеров. Как показало детальное изучение Попигайского кратера [9], в его ареале—в зоне шириной 10—15 км—наблюдаются многочисленные центробежные надвиги, по которым отдельные пакеты (чешуи) горных пород перемещались в момент взрыва на несколько километров. По поверхностям космогенных надвигов породы могли штриховаться еще более интенсивно, чем при движении четвертичных ледников, что и наблюдается на многих валунах тиллитов. «Ледниковые мостовые», перекрытые тиллитами,—это автохтонные поверхности надвигов с бороздами скольжения (космо-

¹ Такой «температурный феномен» на фоне закономерно наблюдающегося остывания земной поверхности можно объяснить лишь огромным взрывом, возникшим при падении на Землю крупного космического тела.

генными шрамами), обнажавшиеся внутри и по бортам кратера в момент взрыва, а затем перекрытые поднятыми в воздух обломками пород различной величины — аллогенными брекчиями. Убедительным подтверждением сказанного могут служить, например, четыре «ледниковых ложа» и четыре тиллитных горизонта в «ледниковых валунных образованиях» мощностью всего 5—5,6 м, которые описаны Кейделем и Харрингтоном в каменноугольных отложениях Западной Аргентины. Академик Д. В. Наливкин [12] эти «наблюдения» охарактеризовал так: «...Денбар совершенно справедливо указал, что подобное четырехкратное повторение никогда не наблюдалось ни при каком оледенении и фактически невозможно». К его словам следует лишь добавить, что аллогенные брекчии в космогенных кратерах могли перекрывать не только четыре поверхности надвигов, покрытых параллельной штриховкой, но и большее их количество. Наконец, весьма вероятно и то, что встречающиеся в тиллитах глыбы конусовидной («утюгообразной») формы при детальном изучении окажутся обломками конусов разрушения в доломитах, кварцитах и других крепких породах; в тиллитах могут быть обнаружены и другие «индикаторы взрыва» до импактных алмазов включительно.

Анализируя стратиграфическое положение тиллитов в докембрийских отложениях Южной Африки, А. дю Тойт [21], принимавший их за «ледниковые» образования, пришел к выводу, что они указывают на продолжительные «ледниковые антракты», особенно в интервале от 3 до 2 млрд. лет. Тиллиты встречаются в том или ином количестве и в более молодых отложениях, до верхнепалеозойских включительно, а в слоистых толщах архея, датируемых более, чем 3,5—3,7 млрд. лет, они никем не описаны.

Учитывая сказанное, приходится прийти к единственному выводу: брекчиевидные породы, за счет которых сформировались тиллиты, — это выбросы из космогенных взрывных кратеров. Анализ стратиграфического положения их в слоистых толщах позволяет судить не о «ледниковых антрактах» в прошлые эпохи, а о времени, месте и относительной частоте падений на Землю более или менее крупных космических тел.

Ленинградский горный институт
им. Г. В. Плеханова

Поступила 8. IV. 1982.

Ա. Ի. ՍԱՎՋՆԿՈ

ԵՐԿՐԻ ԵՎ ՄՈՆՈՐԱԿՆԵՐԻ ՎՐԱ ՏԻԵԶԵՐԱԾԻՆ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՆԵՐԻ
ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Ամփոփում

Գոյություն ունեցող տվյալներից ելնելով, Երկրագնդի վրա ամենահին տիեզերածին ստրուկտուրաների առաջացումը, որոնց տեղում ձևավորվել են գնեյսային դժրեթներն ու գնեյսային ծալքավոր ձվածիրներ, ս.ե.դ է ունեցել 3,7—3,5 մլրդ տարի առաջ, իսկ վրա «ծովային» շրջանաձև իջվածքների առաջին հին հասակը բացատրվում է լուսնային բազալտներում մանր փոշիա-

ցած նյութի առկայությամբ, որը բյուրեղացել է 4,5—4,6 մլրդ տարի առաջ՝ Երկրային, ինչպես նաև Երկրային խմբի այլ մոլորակների տիեզերածին ստրուկտուրաների ձևավորումն ուղեկցվել է ռեգոլիտի՝ պայթման խառնարանների արտանետվածքների առաջացմամբ, որը հետագայում դիագենեզի հետևանքով վերածվել է տիլլիտի. սրանց առավել հին հասակը թվագրվում է 3—2 մլրդ տարի:

A. I. SAVCHENKO

ON THE TIME OF APPEARANCE OF COSMOGENIC STRUCTURES ON THE EARTH AND PLANETS

Abstract

Proceeding from the data available, the oldest cosmogenic structures on the Earth, in the place of which gneiss domes and gneiss folded ovals were formed, had been generated 3,7—3,5 bln. years ago. An older age of circular „marine“ troughs on the Moon is accounted for by the presence in lunar basalts of finely dispersed matter crystallized 4,5—4,6 bln. years ago. The generation of terrestrial cosmogenic structures was accompanied, similar to other planets of the Earth group, by formation of regolith-explosion crater outbursts which after diagenesis were transformed into tillites, the oldest ones being dated within 3—2 bln. years.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Авдеев В. А., Кац Я. Г., Фельдман В. И. Следы метеоритных кратеров на поверхности планет. «Природа», № 4, 1979.
2. Амбарцумян В. А., Козьютинский В. В. Революция в современной астрономии. «Природа», № 4, 1970.
3. Вегенер А. Происхождение Луны и ее кратеров. М., 1923.
4. Взрывные кратеры на Земле и планетах. «Мир», М., 1968.
5. Вуд Дж. А. Луна. В кн.: «Солнечная система». «Мир», М., 1978.
6. Дабига А. И., Федынский В. В. «Звездные раны» Земли и их диагностика геофизическими методами. «Земля и Вселенная», № 3, 1975.
7. Еременко Г. К., Витриченко Э. А., Полканов Ю. А. Космогенное вещество в россыпях. В кн.: «IV Всес. совещ. по геологии россыпей». Киев, 1973.
8. Зейлик Б. С. О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (ударно-взрывная тектоника). Обзор. Общ. и рег. геол., геол. картирование. ВИЭМС, М., 1978.
9. Масайтис В. Л., Михайлов М. В., Селивановская Т. В. Попигайский метеоритный кратер. «Наука», М., 1976.
10. Мюррей Б. Меркурий. В кн.: «Солнечная система». «Мир», 1978.
11. Мухин Ю. В. К вопросу о палеотемпературах земной поверхности. ДАН СССР, т. 238, № 1, 1978.
12. Наливкин Д. В. Учение о фациях, т. II. Изд. АН СССР, М., 1969.
13. Проблемы современной космогонии. «Наука», М., 1969, 1972.

14. Рускол Е. Л. Происхождение Луны. «Наука», М., 1975.
15. Савченко А. И. О чем свидетельствуют тиллиты? «Наука и жизнь», № 2, 1975.
16. Савченко А. И. Глобальная тектоника литосферы—индикатор столкновений Земли с крупными астероидами. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, т. XXXIII, № 4, 1980.
17. Салоп Л. И. Два типа структур докембрия: гнейсовые складчатые овалы и гнейсовые купола. Бюлл. МОИП, отдел геологии, № 4, 1971.
18. Салоп Л. И. Общая стратиграфическая шкала докембрия. «Недра», Л., 1973.
19. Симоненко А. И. Астероиды вчера и сегодня. «Земля и Вселенная», № 6, 1980.
20. Соловьев В. В. Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-морфологического анализа. ВСЕГЕИ, Л., 1978.
21. Дю Тойт А. Геология Южной Африки. ИЛ, М., 1957.
22. Хабаков А. В. Характерные особенности рельефа Луны. Основные проблемы генезиса и последовательности развития лунных формаций. В кн.: «Луна», «Физматгиз», М., 1960.
23. Шевченко В. В. Луна: 15 лет космических исследований. «Земля и Вселенная», № 3, 1975.