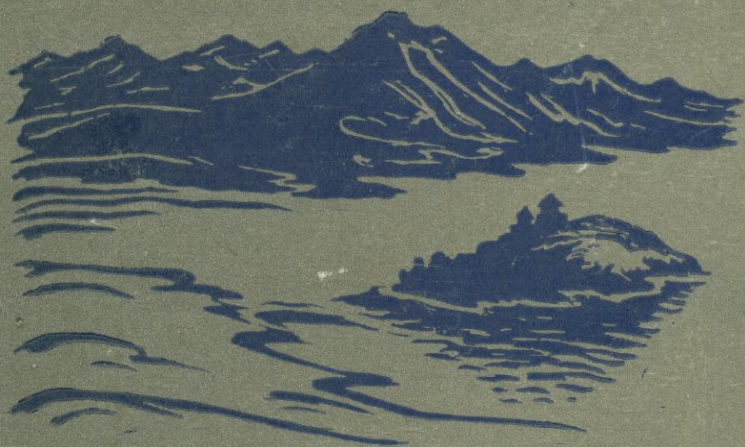




Г. ОГАНЕЗОВ

СЕВАН И

ГЕГАМСКИЙ ХРЕБЕТ



Профессор Г. Г. ОГАНЕЗОВ

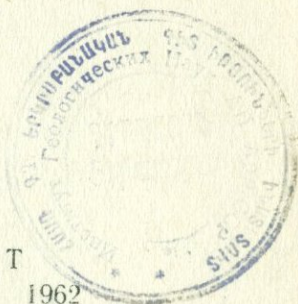
СЕВАН
И
ГЕГАМСКИЙ ХРЕБЕТ

(Новое о вулканах)

АИПЕТГЮХРАТ

Ереван

1962



на-
ча,
ре-
ля

и

16238

13494

В этой книге по-новому освещается история формирования Севанской впадины.

Впервые определена ничтожная роль части Гегамского нагорья, сложенной лавами типа «Е», в питании озера Севан инфильтрационными атмосферными водами.

Новым в этой книге является: баланс вод Гегамского нагорья и распределение их по основным водоисточникам, ореол затухания вулканов Гегамского нагорья и Армагана, твердое подтверждение наблюдаемыми данными выдвинутого автором нового закона вулканического последствия, освещение значительной геологической и гидрогеологической роли линии экстрезий, дающей возможность направить по правильному пути разрешение спорных вопросов из области геологии и гидрогеологии и наметить инженерные сооружения по каптажу вод на высоких отметках, по-новому освещается генезис Арагацких и других туфов Армении, выдвигается и доказывается процесс самоуглубления водных бассейнов Каспийского моря и озера Севан, а также рассматривается ряд других вопросов проблемного характера.

Книга изложена на новых принципах вулканологии, разработанных автором.

*Посвящается светлой па-
мяти отца моего — врача,
естествоиспытателя и пере-
дового армянского писателя
шестидесятих годов*

ГАБРИЕЛА КАЧБЕРУНИ

ВВЕДЕНИЕ

В народном хозяйстве Армянской ССР Гегамский массив играет существенную роль.

Гегамское нагорье является одним из основных фондов пастбищного хозяйства республики; на подземных водах нагорья основано водоснабжение г. Еревана и значительной части промышленности республики; наконец, Гегамское нагорье играет большую роль в жизни озера Севан. Поэтому неудивительно, что изучению этого нагорья в республике уделяется большое внимание.

За последние десятилетия в результате интенсивного ирригационного и энергетического использования вод озера Севан оно претерпело значительные изменения; ясное представление о роли Гегамского нагорья в жизни озера поможет установить влияние нагорья на динамику развития этих изменений.

В настоящей работе мы считаем необходимым дополнить наши представления о Гегамском нагорье новыми показателями, не во всех случаях совпадающими с представлениями прежних исследователей.

Здесь рассматривается исторический ход развития вулканического строения нагорья, в частности вопросы о причинах зарождения здесь вулканической деятельности, о развитии и затухании на этом участке вулканов, а также вопрос о влиянии вулканической деятельности Гегамского хребта на другие районы республики, особенно на соседний массив Арагаца. Детальное рассмотрение указанного комплекса взаимно связанных вопросов приводит нас к новым представлениям о возрасте лав, участвующих в этой взаимосвязи, и к новому представлению относительно генезиса туфов.

В отношении подземных вод Гегамского нагорья нами впервые приводятся соображения об уровне грунтовых вод нагорья, о распределении этих вод по водоисточникам: Крхбулаг, Гюмуш, Арзни, Нуриус и др., а также соображения о размере стока в сторону озера Севан в условиях динамичности его уровня в связи с его спуском. В этом разделе даются общие схемы специальных

инженерных сооружений, обеспечивающих в полной мере сохранение всех водных ресурсов для целей водоснабжения.

При рассмотрении геологических условий мы исходим из представлений академика К. Н. Паффенгольца и доктора геолого-минералогических наук А. Т. Асланяна.

К. Н. Паффенголец, являясь основоположником геологии республики, выполнил всю полевую и камеральную работу на высоком научном и культурном уровне. Его геологические исследования во многом и до сих пор являются непревзойденными, исчерпывающими; они оставили далеко позади лоскутные исследования, которые имелись до него.

Доктор геолого-минералогических наук А. Т. Асланян дал дальнейшее развитие изучению геологии республики. Помимо своих личных, широко поставленных изучений, он подверг анализу все ранее существовавшие работы многочисленных геологов и дал глубокий синтез геологии республики.

Не могут быть оставлены нами без рассмотрения также и отдельные работы крупных геологов, и среди них геологов Закавказской экспедиции АН СССР, проводивших свои изучения под руководством академика Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, далее работы академика А. Н. Заварицкого, доктора геолого-минералогических наук Н. В. Думитрашко, работы геологов Лаборатории гидрогеологических проблем им. Саваренского и ряда других крупных геологов республики и Союза.

Мы не считаем рассматриваемую тему исключительно геологической, в нужных рамках будут рассмотрены условия климатические, гидрологические и биологические.

Автор признателен академику С. С. Мкртчяну и доктору геолого-минералогических наук А. Т. Асланяну за тщательный просмотр книги и ценные указания.

СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ ГЕГАМСКОГО НАГОРЬЯ И ОЗЕРА СЕВАН

Гегамское нагорье и смежное с ним озеро Севан еще издавна привлекали внимание исследователей.

Наиболее раннее и достаточно правильное геологическое освещение Гегамское нагорье получило в конце прошлого столетия в работах Г. Абиha, и затем в начале нашего столетия в работах Ф. Освальда. Оба исследователя провели изучение всего Армянского нагорья, включая и Гегамское.

В 1925 г. Управление водного хозяйства Арм. ССР обратилось в АН СССР и в Ленинградский государственный гидрологический институт с просьбой провести геологические и гидрологические исследования озера Севан и его бассейна в связи с решением правительства Армянской ССР использовать воды озера Севан для ирригации и энергетики.

В 1927 г. эти организации приступили к обширным исследовательским работам.

Закавказская экспедиция АН СССР под руководством академика Ф. Ю. Левинсон-Лессинга провела комплексное геологическое, гидрогеологическое, почвенное и геоботаническое исследование в пределах бассейна озера Севан, а Ленинградский государственный гидрологический институт под руководством профессора, доктора наук В. Г. Глушкова начал гидрологические и климатические исследования озера Севан и рек, впадающих в озеро.

Работы Закавказской экспедиции АН СССР были закончены в 1929 г., а Ленинградского гидрологического института — в 1931 г. Позже эти работы были опубликованы.

В первой работе принимали участие: Г. Д. Афанасьев, А. С. Гинзберг, Е. Н. Дьяконова-Савельева, М. П. Казаков, Э. Н. Кара-Мурза, И. И. Кузнецов, С. С. Кузнецов, Б. М. Куплетский, М. И. Тихий, А. А. Турцев, А. Б. Шелковников.

Во второй работе, которая возглавлялась гидрологом К. В. Давыдовым, приняли участие гидрологи Б. Д. Зайков, А. П. Соколов, почвовед С. Я. Лятти, топограф И. А. Киреев и др.

В результате этих исследований республика получила много-томники «Бассейн озера Севан» и «Материалы по исследованию озера Севан».

В этих комплексных исследованиях в достаточной степени были выявлены естественно-исторические условия Гегамского нагорья и основные параметры озера.

В 1934 г. К. Н. Паффенгольц опубликовал свою работу «Бассейн озера Севан», а несколько позже геологию всей Армении. В его работах Гегамское нагорье получило полное геологическое освещение.

Организация в республике Академии наук (1942 г.) и в ее составе Института геологических наук, а также развитие геологических наук в системе Ереванского государственного университета и полевых изучений Армянского геологического управления резко повысили состояние изученности геологии Армении и в том числе Гегамского нагорья. Появляются работы А. Т. Асланяна, А. А. Габриеляна, Л. Н. Леонтьева, Е. Е. Милановского, В. Е. Хайина, А. Н. Заварицкого, С. П. Бальяна, Л. А. Варданяна, А. А. Тер-Мартirosяна, А. О. Оганяна, С. С. Мкртчяна, И. Г. Магакяна, А. К. Айрумяна и др.

Гегамское нагорье имеет геологические карты, составленные К. Н. Паффенгольцем и А. Т. Асланяном. Восточный склон нагорья охвачен картой Закавказской Экспедиции АН СССР.

Гидрогеологические карты так же одного лишь восточного склона даны Закавказской экспедицией АН СССР и А. А. Мартиросяном.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ГЕГАМСКОГО ХРЕБТА

Гегамский хребет ограничивает водный бассейн оз. Севан с запада.

Мы будем рассматривать его в границах: в меридиональном направлении — все нагорье от устья р. Раздан до вулкана Армаган включительно, в широтном направлении — в пределах контурной линии Гегамского хребта, что, как видно будет из дальнейшего изложения, охватывает также и значительную часть акватории озера Севан.

Геология хребта в настоящем достаточно ясна. Гегамский хребет, по К. Н. Паффенгольцу, в северной половине до широты Норадуса и линии р. Азат сложен четвертичными лавами, а в южной половине олигоценowymi андезитами, перекрытыми, хотя и не сплошь, четвертичными лавами. Вулканический массив Армаган он считает также четвертичным.

На территории Гегамского хребта К. Н. Паффенгольц выделяет отдельные участки четвертичных лав разных сроков излияний

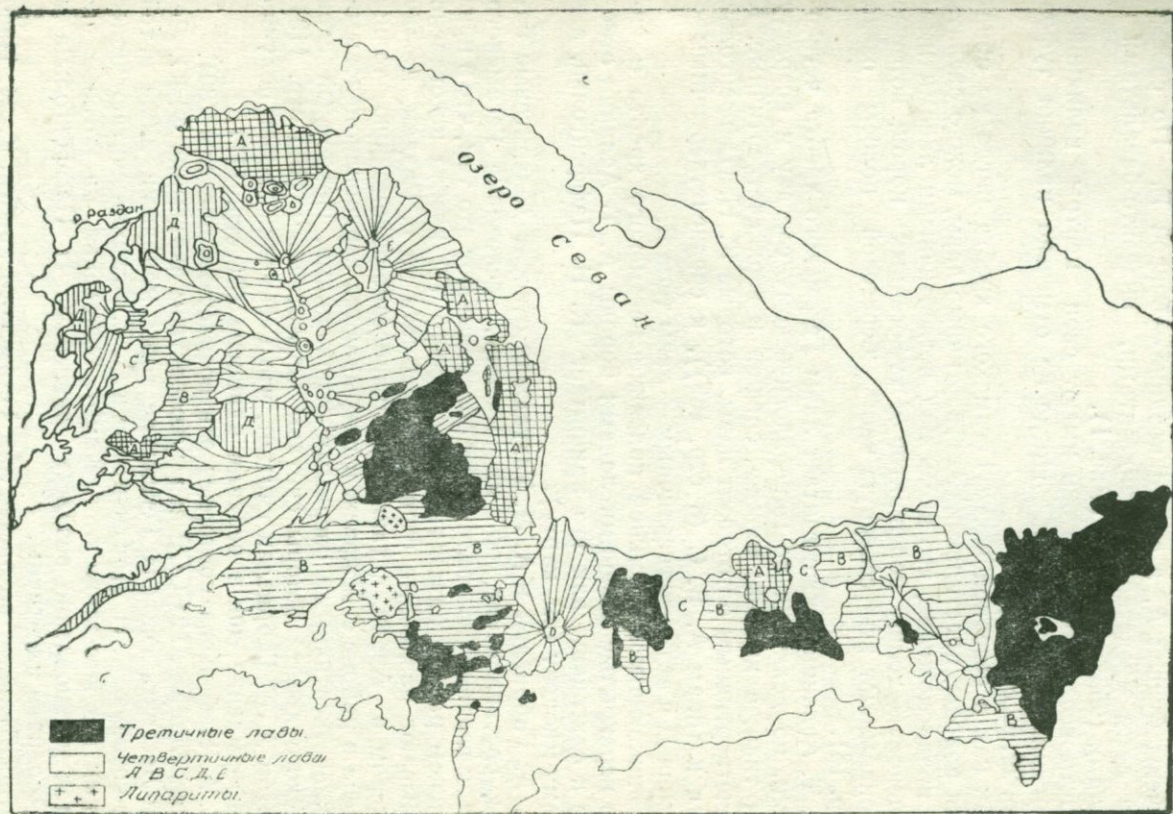


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Гегамского нагорья по К. Н. Паффенгольцу.

и разного минералогического состава (95 стр. 23). Учитывая их возрастные соотношения, он делит четвертичные лавы на пять типов, обозначая их буквами А, В, С, Д, Е, причем самые ранние обозначены буквой А, а самые поздние — буквой Е. По своему составу лавы представлены андезитами, андезито-базальтами и базальтами (95 стр. 29, 30). (Рис. 1).

Почти все лавовые потоки имеют свои центры излияний с сохранившимися кратерами. Нигде не отмечено наличия туфов (95 стр. 29, 62 стр. 45).

Так как в северной части Гегамского хребта нигде не обнажаются породы, подстилающие четвертичные лавы, можно сделать общее предположение, что здесь под четвертичными лавами имеет эоценовую толщу порфиритов и туфогенных пород, которые ныне окаймляют всю северную часть береговой полосы озера (95 стр. 16).

А. Т. Асланян также считает лавы Гегамского хребта четвертичными, но делит их по минералогическому составу и возрасту на три типа, а именно: нижне-, средне- и верхнечетвертичные. К нижнечетвертичным он относит лавы, которые К. Н. Паффенгольц относил к типам А, В, С (8 стр. 165)), к среднечетвертичным — лавы типа Д и верхнечетвертичным — лавы типа Е.

Обнажающиеся в южной половине Гегамского хребта и частично перекрытые поздними лавами породы А. Т. Асланян относит не к олигоцену, как это принимает К. Н. Паффенгольц, а к верхнему миоцену (см. карту).

А. А. Габриелян и А. Л. Тахтаджян относят долеритовые базальты, составляющие, по их мнению, основание Гегамского хребта, к верхнему плиоцену; они обосновывают это тем, что в приереванском районе базальты с Гегамского (?) хребта несогласно перекрывают различные горизонты сармата на р. Раздан, между Канакером и Арзни, а также вулканогенно-обломочную толщу плиоцена в районе с. Джрвеж и покрываются верхнеплиоценовыми и нижнечетвертичными озерными отложениями. Покровный слой Гегамского хребта авторы считают четвертичным (106 стр. 113). При этом А. А. Габриелян считает, что Гегамский хребет получил свое оформление еще в верхнем плиоцене (31 стр. 117).

Е. А. Нефедьева повторяет эти возрастные пределы (80).

Экспедиция АН СССР под руководством академика Ф. Ю. Левинсон-Лессинга считала Гегамские горы молодыми даже в той части, которую К. Н. Паффенгольц и А. Т. Асланян считают более древними (на юго-запад от г. Камо). Основания, на которых базируется установление возраста лав, у К. Н. Паффенгольца и А. Т. Асланяна идентичны.

Относительные возрасты лав Гегамского хребта К. Н. Паффенгольц определяет по лавам того же состава на речных террасах р. Арпа, где их возрасты могут быть надежно определены (95 стр. 31—34).

Можно отметить, что в современной геологической науке подобный подход к определению возраста лав вообще широко применяется.

Нам представляется, что не всегда однотипные лавы на разных участках являются одновременно и разновозрастными, так как минералогический состав лавы в большинстве случаев определяется не возрастом ее, а фазой извержения вулкана (81 стр. 67). По вопросу об определении возраста четвертичных лав А. Т. Асланян пишет (1958 г.): «Стратиграфия четвертичных лав Армении, так же как и других континентальных отложений этого возраста, разработана совершенно недостаточно, поскольку подстилающие и перекрывающие их отложения в большинстве случаев не охарактеризованы фауной, а разновозрастные террасы, к которым привязываются лавовые потоки и покровы, в бассейнах разных рек или в различных частях одних и тех же бассейнов имеют различные высотные отметки, не дающие возможности коррелировать как террасы, так и лавы. Хорошо разработана лишь схема последовательности излияния лав в определенных небольших районах» (8 стр. 159).

И действительно, надо признать, что метод аналогий можно применять в геологии лишь в узких рамках времени и отдельных региональных единиц.

В пределах контурной линии Гегамского хребта имеются также экструзии липаритов. В дальнейшем нашем изложении им будет уделено большое внимание.

Основными экструзивными конусами являются: Большой и Малый Спитаксар (Ахдаг), вершины которых в течение значительной части года покрыты снегом.

К. Н. Паффенгольц относит их к олигоценовому возрасту, Б. М. Куплетский и А. С. Гинзберг из экспедиции АН СССР считают их молодыми, при этом Б. М. Куплетский пишет: «Мощные конусы Б. и М. Ахдага явно моложе лав трещинных излияний, так как прорывают их, давая ряд лакколитов или экструзивных куполов» (62 стр. 11). А. Т. Асланян относит их к верхнему плиоцену (8 стр. 137). Е. А. Нефедьева считает их, не уточняя возраста, третичными (80 стр. 93).

Экструзивными конусами являются и вершины Атис и Гутансар (Кетандаг). Первый сложен липаритами, липарито-дацитами, обсидианами и пемзами, и, как показали заложенные в с. Фонтанскважины, пьедесталом экструзивного конуса являются долеритовые андезит-базальты (8 стр. 136).

Другая вершина Гутансар сложена теми же породами, что и г. Атис. Особо отметим, что позже, в четвертичное время, из вершины Гутансара излилась андезит-базальтовая лава в сторону р. Раздан (8 стр. 137).

Кроме указанных крупных экструзий, имеются и более мелкие. Они расположены неизменно дальше от Гегамского хребта.

К числу последних относятся липарито-дацитовый купол у с. Гюмуш и с. Авазан (Озанляр) (8 стр. 137). Ниже этого участка на р. Раздан, близ с. Нурнус, имеются также экструзивные выходы липаритов (8 стр. 250).

А. Т. Асланян отмечает, что в кернах скважин, заложенных близ г. Еревана, в районе так называемого Ераблур, также обнаружены криптолакколиты типа Гюмуш-Атис (8 стр. 137), но, как будет показано ниже, этот последний участок находится уже вне границ нашего рассмотрения (в комплексе Арагаца).

Кроме рассмотренных, имеются липаритовые экструзии в районе горы Б. Алибек, отмеченные на старых картах как высота с отметкой 1263 сажени на участке М. Алибек-Иланлу. (108 стр. 36, 37).

Экструзия трахиандезитовой лавы между мысом против бывшего острова Севан и р. Грубельчай у с. Гомадзор описана А. А. Турцевым. По данным автора, эти экструзии резко отличаются от смежных пород хребта, которые несут явно палеотипный характер; последние значительно выветрены и богаты вторичными образованиями (107 стр. 121, 125). Тот же автор описывает трахиандезитовую экструзию, расположенную в пределах от р. Грубельчай до мыса оз. Севан к северу от г. Арчаноц (107 стр. 121—125).

На западном берегу озера Севан, против села Кармиргюх (Кулали), имеется изолированный выход кислых молодых лав трахилипаритового состава (62 стр. 58); такие же выходы трахилипаритов отмечены у с. Цаккар (см. карту АН СССР) и на верхнем участке оврага Давагез в системе р. Азат (72 стр. 108).

На левом берегу р. Раздан, между селами Атарбекян и Н. Ахта, имеется горка высотой свыше 200 м со стороны р. Раздан и более 100 м со стороны шоссе, расположенном на противоположной стороне. На этот резко выделяющийся холм, имеющий в основании 3 км, необходимо обратить особое внимание: он сложен адомелито-раговиками, покрытыми тонкой лавовой коркой (108 стр. 9). Этот холмик, называемый Судаян, представляет липаритовый криптолакколит. Эта мысль в дальнейшем изложении получит свое подтверждение.

Как то следует из закона вулканического последействия (81 стр. 66 и 149), за полосой экструзий следуют интрузии даек. На Мисханском хребте во многих местах глубинная интрузия кислой магмы прорвала осадочные породы, образовав куполовидные поднятия. Здесь, кроме относительно крупных интрузий, имеется ряд мелких интрузий основной магмы, которые рассекли и осадочные и метаморфические породы, а также и кислые интрузии (108 стр. 28).

Ряд пластовых и дайкообразных залежей отмечен в обнажениях и в буровых скважинах в треугольнике, образуемом селами Джрвеж, Вохчаберд и Мангюз. По данным А. Т. Асланяна, наиболее крупная залежь на этом участке имеет мощность до 30 м.

На этом же участке, между селами Вохчаберд и Мангюз, выступают крупные дайки, секущие верхнесарматские отложения (8 стр. 251). Все авторы, описывающие указанные интрузии, относят их к верхнемиоценовому—нижнеплиоценовому возрасту. Причем, как

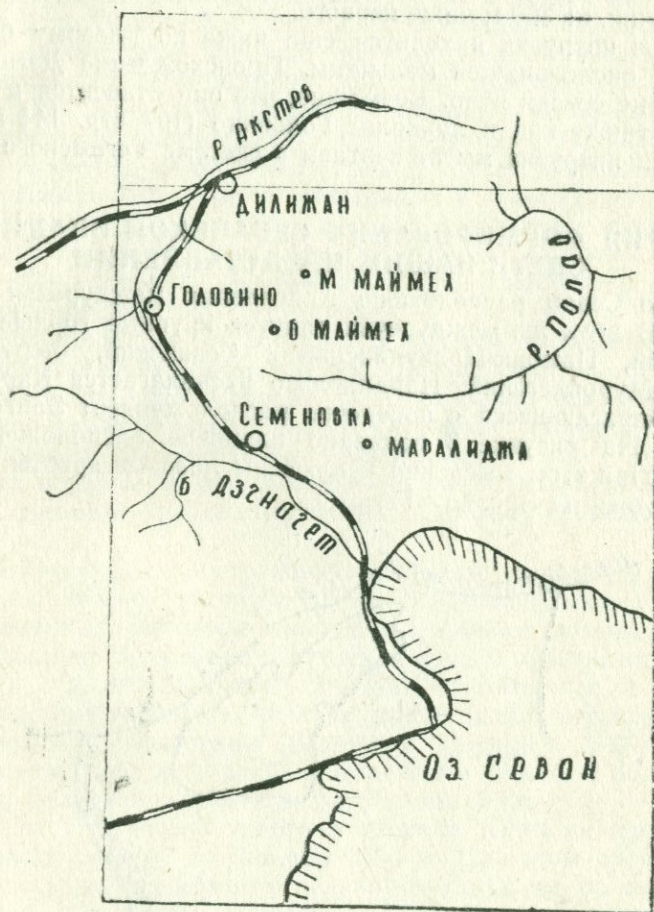


Рис. 2. Самостоятельная вулканическая система Маймеха.

указывает А. Т. Асланян, основным аргументом отнесения их к указанному возрасту является сходство или идентичность слагающих их пород с вмещающими вулканогенными породами (8 стр. 253).

В геологической литературе описывается множество случаев малых интрузий, которые размещаются в пределах контурной линии Гегамского хребта. Их список приведен в таблице 1; уста-

новленный их возраст, как будет подтверждено ниже, в некоторых случаях подлежит пересмотру.

В пределах Памбакского хребта имеются также интрузивные тела: одно на левом берегу р. Дзгнагет, на один километр ниже Семеновской мельницы, и другое, больших размеров,—на другом берегу реки, на 300 м ниже первого.

Третья интрузия находится еще ниже по левому берегу р. Дзгнагет, около нижней мельницы. Происхождение Дзгнагетских интрузий не совсем ясно. Возможно, что они относятся к массиву Маймех, также как и лакколлит Головино (107 стр. 144 и 151) и (109). Эти интрузии мы не считаем в системе Гегамского нагорья (рис. 2).

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЕВАНСКОЙ ВПАДИНЫ В СВЕТЕ НАШИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Озеро Севан расположено в пределах междуречья Куры и Аракса. В этом же междуречьи тянутся крупные горные хребты: Базумский, Памбак-Цахкунянский и Севанский, переходящий далее в Муровдагский. Параллельно располагается Карабахское плато, сопрягающееся с поперечно расположенным Зангезурским хребтом. На рисунке 3 показано плановое расположение этих хребтов. При этом мысленно исключены лавовые хребты: с юга—Варденисский и с Запада—Гегамский.

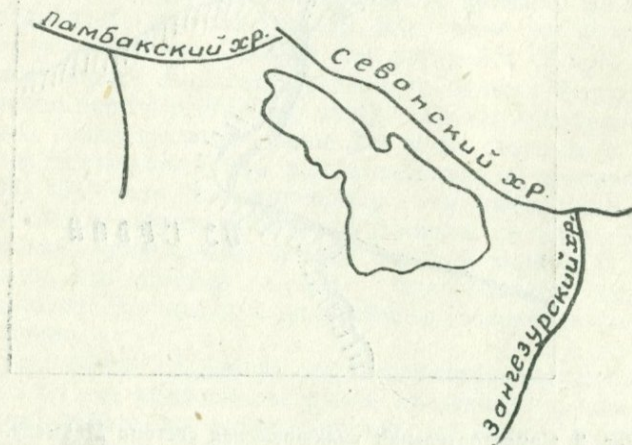


Рис. 3. Схема хребтов, окаймляющих оз. Севан.

Еще в работе «Энергетические факторы в тектонике Араратской котловины» (81) энергетическим методом был определен нами возраст Варденисского хребта—плиоцен (в. миоцен), что, как известно, совпадает с мнением многих современных геологов СССР.

Учитывая наличие в нижнем миоцене и в плиоцене крупных тектонических движений, а также формирование именно в этот

период рельефа Малого Кавказа, ставим целью выяснить, что представлял собой в это время участок Севанского хребта на фронте современного озера Севан и каковы были склоны этого хребта в сторону Куры и Аракса.

Литературные данные указывают, что в конце эоцена центральная часть Малого Кавказа на значительной территории освободилась от морского покрова; поэтому предолигоценовое время надо считать началом истории развития рельефа Армении (31 стр. 118, 119). При этом Севано-Ширакская зона оформилась на рубеже эоцена и олигоцена (31 стр. 118). Для нас имеет существенное значение то обстоятельство, что еще в миоцене значительная область Шамхора, Шахдагского и Памбакского хребтов вышла из воды (76 стр. 132), и лишь в плиоцене имело место дальнейшее поднятие Гегамского участка. В то время Ереванский бассейн, который, возможно, только освободился от воды, вновь был занят морем (31 стр. 114).

Это указывает на то, что еще в среднем и нижнем миоцене Памбак-Цахкунянский и Севанский (Шахдагский), а также Зангезурский хребты, иначе говоря, весь тот район (см. рис. 3), где позже разместились озеро Севан и Гегамское нагорье, имел уже определенное оформление своего палеорельефа.

Таким образом, в миоплиоцене на рассматриваемом участке имелся Севанский хребет со скатами в сторону современных рек Куры и Аракса.

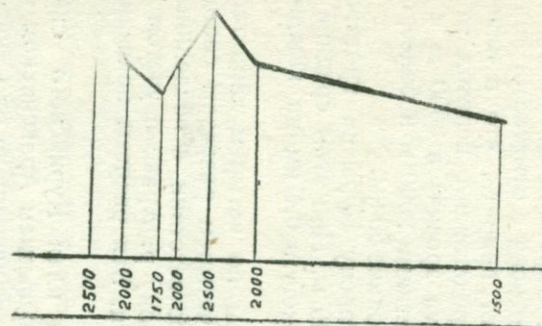
Всматриваясь в топографические карты, охватывающие участок рис. 3, можно отметить, что на береговой полосе р. Аракс и в современных условиях имеется ряд древних возвышенностей: Урцк, Бозбурун, Вохчаберд, Ахтинская зона с отметками не ниже 2000 м (8 стр. 300). Поэтому следует принять, что в плиоцене рельеф рассматриваемого участка представлял переход от Севанского хребта с высотами (без учета эрозии) в 3000 м к указанным высотам на юго-западе с отметками 2000 м и более, отделенным от Севанского хребта на расстояние 50 км.

Скат от Севанского хребта в сторону Куры на протяжении 40 км, имеет падение до отметки 1500 м. При этом средний скат в сторону Куры определяется величиною в 0,4 км на каждые 10 км, а в сторону р. Аракс—0,15 км.

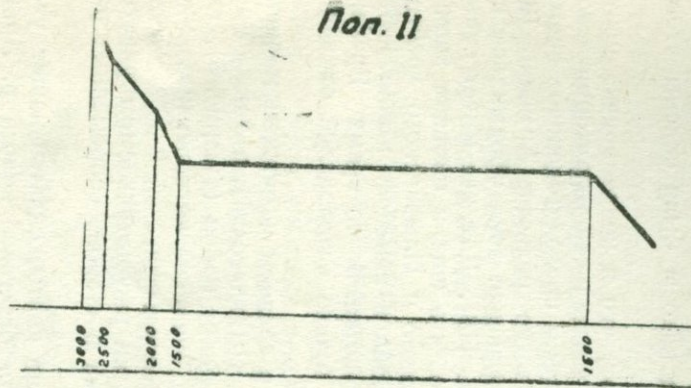
На рис. 4 и 5 показаны разрезы по четырем характерным скатам в сторону р. Куры; по этим четырем разрезам составлен средний скат в сторону Куры. В соответствии с последним составлен средний разрез ската в сторону р. Аракс с учетом фактических крайних отметок этого ската. Эти разрезы показаны на рис. 5.

На рис. 6 показан современный план Куринского ската с глубокими оврагами. Очевидно, и на древнем Араксинском скате имелись подобные же глубокие овраги, исходящие от Севанского хребта, ныне погребенные под лавами Гегамского хребта.

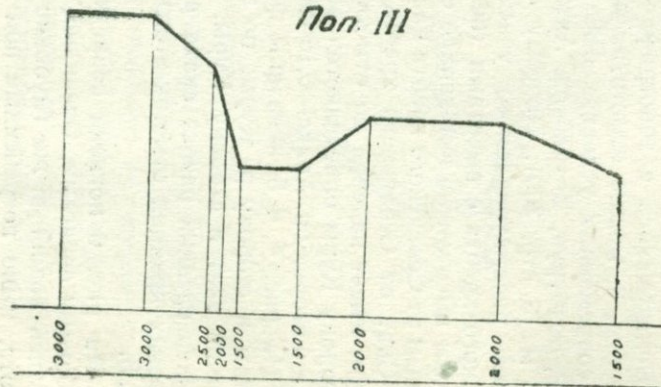
Поп. I



Поп. II



Поп. III



Поп. IV

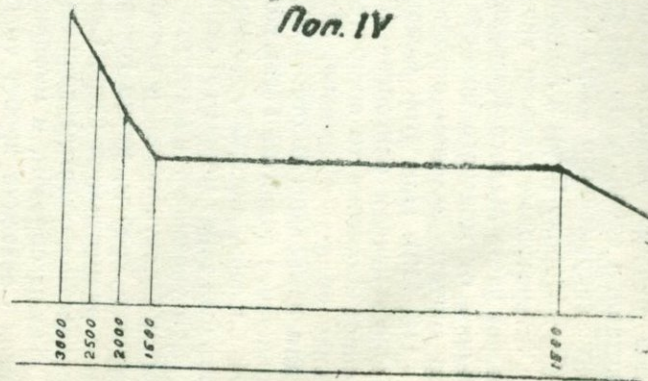


Рис. 4. Характерные разрезы куринского склона Севанского хребта.

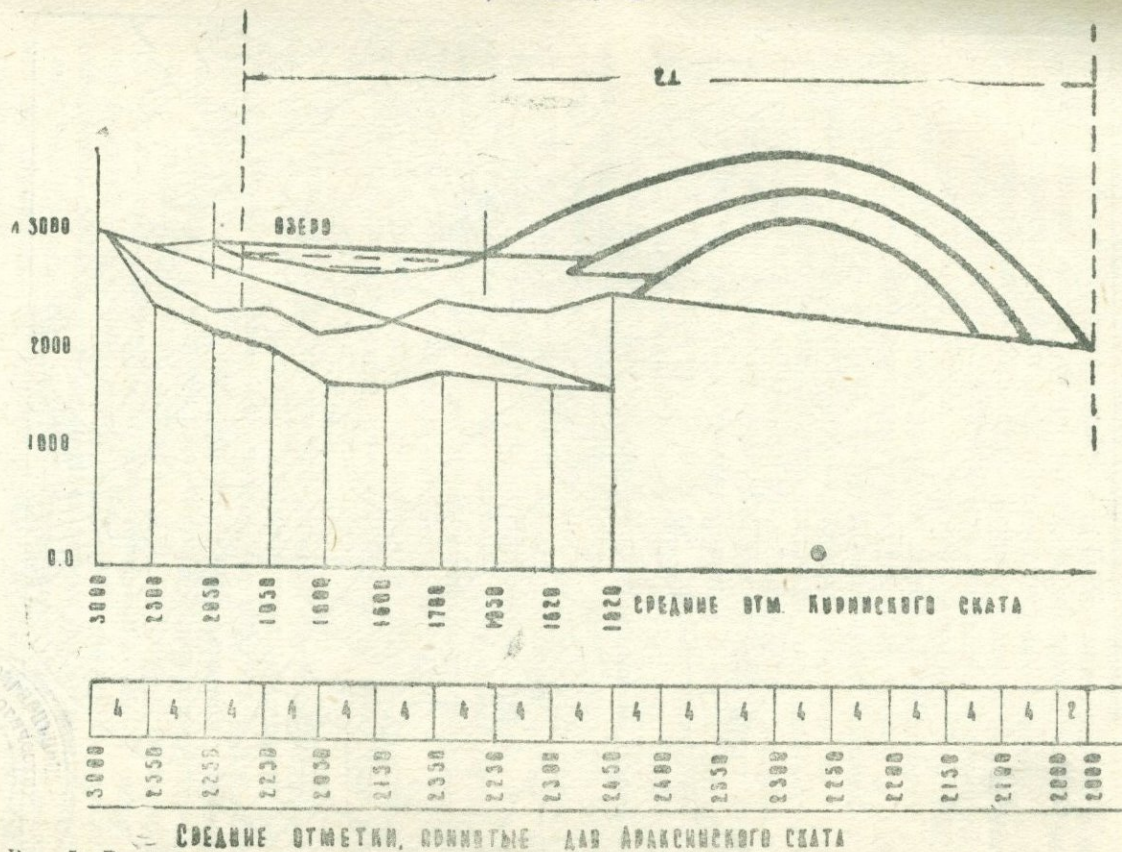


Рис. 5. Разрез куриного склона, составленный по средним отметкам и принятый аналогичный разрез араксинского склона с учетом фактических отметок крайних участков разреза.

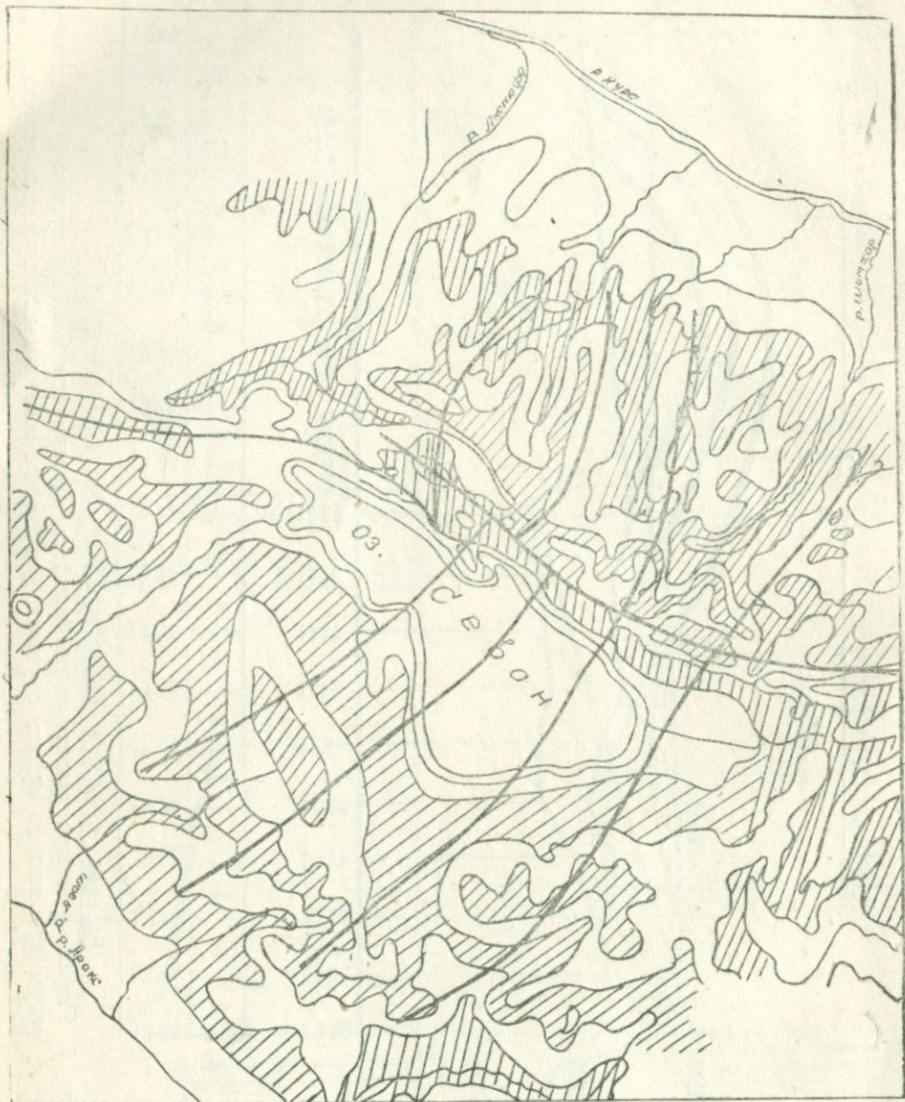


Рис. 6. Схема куринского склона Севанского хребта с показанием современных междуречных хребтов и принятые палеохребты для араксинского склона.

Было бы неестественно предполагать на этих скатах какие-либо поперечные, меридиональные хребты. Однако в геологической литературе часто утверждается, будто под Гегамским хребтом имеется меридиональный осадочный пенеплен.

Рис. 5 и 6 показывают, что под Гегамским хребтом в миоплиоцене имелось высокогорное плато, разделенное Севанским хребтом на два ската—в сторону Куры и в сторону Аракса.

Современная речная система, исходящая от Севанского хребта в сторону Куры, сравнительно небогата: в северной части склона имеется р. Агстев, в южной—Шамхор. Эти две речные системы отделяются междуречным хребтом, отходящим от Арданыша; тот же Арданыш дает междуречный хребет и для Араксинского склона, который гребнем пересекает Большой и Малый Севан. Поэтому естественно предполагать, что за пределами озера он продолжается в юго-западном направлении, будучи в современных условиях погребенным лавами Гегамского хребта.

Севанский хребет против Малого Севана имеет отметки до 2500 м. Почти такие же отметки имеются и на Ахтинском участке (в настоящее время Ахтинский участок несколько опущен вулканической депрессией до отм. 2000 м) (8 стр. 300).

В миоплиоцене на указанном высокогорном плато имелись речные системы. В сторону рек Гарни и Веди имелись речные системы, в общем повторяющие современные, а под Малым Севаном и далее на запад—еще одна самостоятельная речная система. А. Т. Асланян указывает, что на Егвардском плато под лавами имеется погребенная крупная система северо-восточного, юго-западного направления, прослеживаемая под лавовым покровом западных отрогов Гегамского нагорья (8 стр. 135).

Эти указания хорошо согласуются с теми представлениями и формами палеорельефа, которые выявлены нами для миоплиоцена.

Появление Варденисского и южной части Гегамского хребтов, полукольцом охвативших нынешнюю акваторию Большого Севана, внесло значительные изменения в жизнь плато. Все реки, протекавшие по этой территории в юго-западном направлении, были отрезаны в среднем своем течении и образовали здесь озеро. Согласно геологическим данным, южная часть Гегамского хребта образована полигенными вулканами. На рис. 7 ясно видно, что появление запруды могло образовать озеро со сравнительно небольшим зеркалом, и на первых порах слив воды, естественно, имел место через саму запруду. Следующая порция лавы частично уже ложилась на накопившийся озерный ил и озерный береговой аллювий. Такое развитие продолжалось до тех пор, пока отметка Гегамского хребта настолько повысилась, что перелив перешел на северную сторону озера, на линию хребта Арданыш-Норадус.

Очевидно при этом, что древний озерный ил должен глубоко

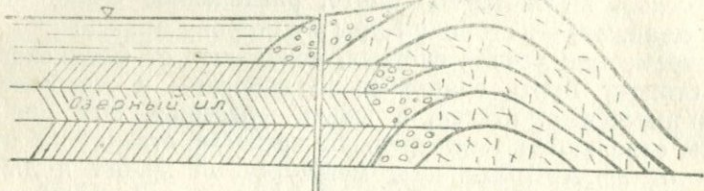


Рис. 7. Схема развития запруды в южной части Гегамского хребта.

Такой разрез способствует и питанию инфильтрационной водой подземных песчаных слоев, если таковые существуют под озером, а также сохранению родников на берегу озера без продвижения их вниз при спуске озера.

Такая картина подтверждается и плановым расположением так называемой Сарыкаинской толщи. Береговые сбросы обнажили Сарыкаинскую толщу на участках, расположенных далеко от уреза воды, а также на участках, перекрытых последними молодыми лавами.

В этом освещении легко согласиться, что Сарыкаинская толща, вскрытая на сбросах в пределах северного участка береговой полосы Большого Севана, представляет собой озерные отложения шлаковых материалов, песчаников и галечников того времени, когда перелив проточного озера происходил через низкие участки гребня третичных лав Гегамского хребта, то есть тогда, когда на северном участке Большого Севана могли свободно отлагаться, перемешиваясь с озерным аллювием, галечники и песчано-пелловые отложения с резким несогласием на более древних отложениях доозерного времени.

Максимальная мощность Сарыкаинской толщи около 300 м, падение слоев на юго-восток. Судя по дрейсенсиевой фауне, возраст толщи—плиоцен, нижний плейстоцен (76 стр. 122).

В период возникновения Варденисского и Гегамского хребтов и после имело место развитие вулканической депрессии, опустившее участок под хребтом и захватившее на периферии также и участок, занятый озером.

Такое углубление озерной чаши прекратило нарастание Сарыкаинской толщи и положило начало образованию над Сарыкаинской толщей обычного озерного ила.

Сарыкаинская толща располагается не только в чаше озера, она заходит и в береговую полосу под лавы. Это может служить дополнительным подтверждением тому, что эта толща образова-

лась еще тогда, когда Гегамский хребет еще не закончил своего нарастания. При этом считаем, что она перекрыта именно плиоценовыми лавами, а не четвертичными. Вторым дополнительным фактором, указывающим, что Сарыкаинская толща расположена лишь в северной половине Большого Севана, служит то, что в глубоких скважинах южного побережья Б. Севана и на южных участках западного побережья Сарыкаинская толща нигде не обнаружена.

Значительная по мощности Сарыкаинская толща, выклиниваясь, быстро теряет в южном направлении свою мощность. Это объясняется тем, что Большой Севан постоянно углублялся как в результате наращивания Гегамского хребта все новыми и новыми порциями лав, так и от вулканической депрессии. Такое положение сильно способствовало накоплению озерно-лагунных отложений на береговой полосе при некоторой подвижности последней.

Появление более поздних лав Гегамского хребта способствовало дальнейшему развитию озерного режима. Появляется Малый Севан, одновременно поднимается уровень озера, Арданыш-Норадусский хребет затапливается. Развитие вулканической депрессии под Гегамским хребтом снижает отметку Гегамского хребта, охватывая одновременно и современную площадь Малого Севана.

Отметим, что увязывая формирование Севанского озера с запрудой вначале третичными, а затем более поздними молодыми лавами Гегамского хребта, вызвавшими в последующем полукольцевую вулканическую депрессию, нам удастся, видимо, удовлетворить всем факторам, наблюдаемым в указанном районе, без «тряски земной коры», к которой нередко прибегают в нашей геологической литературе, по потребности опуская чашу озера и одновременно поднимая Гегамский хребет, причем в точных контурах последних (27 стр. 98, 61 стр. 90, 80 стр. 98 и др.).

РАЗЛОМЫ В ПРЕДЕЛАХ ГЕГАМСКОГО ХРЕБТА

В геологической литературе имеются некоторые данные о наличии разломов в пределах Гегамского хребта. Эти разломы играют существенную роль в наших дальнейших исследованиях. Поэтому надлежит выяснить, какие именно разломы выявлены к настоящему времени.

К. Н. Паффенгольц показал в своих работах, что еще в давние времена район Севанского хребта был ареной крупных дизъюнктивных дислокаций. В нашей работе «Энергетические факторы в тектонике Араратской котловины» (81) показана прямая связь вулканической деятельности с указанными дизъюнктивными дисло-

кациями, причем эта связь была установлена и в территориальном отношении и по времени проявления.

В настоящей работе речь идет не о древних, а лишь о самых поздних разломах, вызванных вулканической депрессией плиоценового и, возможно, более позднего периода.

К. Н. Паффенгольц считает, что крупный сброс прослеживается к западу от с. Шорджа (Надеждино) и далее к югу от села; затем он проходит по границе Большого и Малого Севана.

Этот же сброс, а возможно, и самостоятельно новый сброс, прослеживается вдоль Сарыкаинского берега озера Севан, в меридиональном направлении в сторону четвертичного вулкана Армаган. Как указывает К. Н. Паффенгольц, в бассейне реки Айриджа сброс уже не прослеживается. Этот меридиональный сброс имеет крупную амплитуду в 100—300 м (95 стр. 50). Е. Е. Милановский считает, что развитие сброса Шорджа-Норадус происходило в четвертичное время. В этом сбросе поднятое крыло западное, опущенное—восточное (76 стр. 137 и 139).

Кроме этого сброса имеются и более короткие сбросы, тоже меридионального направления. Так, между селами Кармир (Кулали) и Кюзарджик, вдоль р. Гаварагет, имеется молодой сброс с амплитудой до 200 м и там же более короткие параллельные (см. карту А. Т. Асланяна). В этих сбросах поднято уже восточное крыло, а западное—опущено. На севере эти сбросы несколько загигаются к северо-западу, где они затухают у г. Камо (76 стр. 138).

Широтные сбросы имеют место к востоку от г. Камо, где прослеживается множество мелких и очень молодых прекрасно выраженных в рельефе сбросов как в лавах, так и в подстилающих отложениях (76 стр. 139).

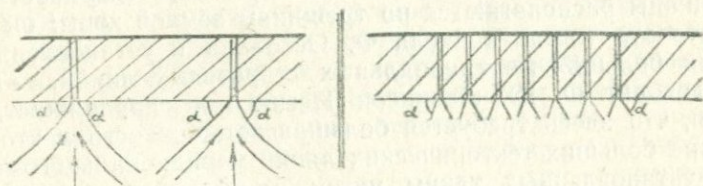
В верховье р. Раздан по линии самой реки также имеются сбросы. Они описаны А. А. Турцевым. Он определил опускание долины (левый берег) у с. Кахсы в 77 м. Этот сброс начинается примерно близ устья р. Далларка и охватывает значительную часть верховья р. Раздан (108 стр. 36, 44). Опущенной стороной в нем является левый берег реки. Сброс этот отчетливо выделяется при подходе к озеру Севан. Надо отметить, что ниже по течению реки Раздан, в пределах города Еревана, близ старого моста через реку, имеется также сброс, но здесь уже опущен правый берег реки (этот сброс находится в системе Арагаца, а не Гегамского хребта).

На западном склоне Гегамского хребта, в районе выхода Крхбулагских родников, А. А. Мартиросян, проводивший детальные исследования района выхода родников, указывает, что геосъемочными работами выявлено наличие погребенного под четвертичными лавами ущелья. И действительно, речка Крхбулаг после выхода из Акунской (Башкендской) долины и пересечения шоссе протекает в глубоком ущелье и впадает в р. Раздан. Оче-

видно, речка заняла готовое ущелье, иначе она спокойно могла бы, не пробиваясь в р. Раздан, направиться в сторону Гедарского ущелья, куда и направлены в настоящее время ее воды без каких-либо заметных усилий для целей орошения.

Таковы литературные данные о сбросах и трещинах Гегамского хребта. Правда, есть еще указание, что ряд основных вулканов Гегамского хребта обязан своим существованием разрыву земной коры по этой линии (76 стр. 138 и др.). Подобная мысль в геологической литературе часто повторяется. Считают, что крупные вулканы приурочены к разломам земной коры. В нашей работе (81) была доказана ошибочность такого представления. Только случайно и только в качестве второстепенного фактора вулкан может быть приурочен к древним разломам, так как импульс к эффузии вулкан получает не на участке своего расположения, а в стороне от него.

Вообще надо признать, что при жидкой магме расстояние между центрами извержений должно быть больше, чем при вязкой, кислой магме, что можно иллюстрировать следующей схемой.



Базальты.

Кислая магма (туф).

Рис. 8. Схема, иллюстрирующая возможность появления трещинных излияний при кислой магме

Базальтовая магма располагается глубже дацитовый и в связи с жидкоплавкостью угол (α) для нее меньше, чем для кислой дацитовой. Поэтому только кислые дацитовые магмы (туфы) могут изливаться из трещин, а базальтовая и андезито-базальтовая магма может давать лишь ареалы. Эта мысль подтверждается в трудах Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, где приводится пример трещинных излияний вулканов Рекк в Исландии при неглубоком залегании очага (65 стр. 112).

В нашей геологической литературе твердо укоренилась также и другая мысль, что вулканизм начинается со сводового поднятия земной коры, которое сопровождается разрывами, вызывающими появление вулканов (46 стр. 86). Такого взгляда придерживаются многие современные геологи.

Е. А. Нефедьева, поддерживая эту мысль, считает, что при формировании Ахмангана и Арагаца большую роль играли вертикальные поднятия земной коры.

Расположение тектонических трещин и линий разрывов, по этому автору, связано с определенным типом поднятий и проявлением четвертичного вулканизма (80 стр. 92 и 96). С. С. Кузнецов считает трещинные излияния Ахмангана совмещающимися с линиями сбросов (60 стр. 90); такого же мнения придерживается и Б. М. Куплетский (62 стр. 17 и 19). Эту же мысль можно встретить и в работе А. А. Габриеляна, который указывает, что в конце третичной и в начале четвертичной эпохи после складчатости Армении испытывала интенсивные поднятия, которые сопровождались разломами и разрывами, вследствие чего указанная территория разбивалась на отдельные опущенные и поднятые участки. Эти сбросы, по автору, являлись проводниками магмы из глубины земли на дневную поверхность (27 стр. 98 и 99). Таких взглядов можно привести множество. Мысль о том, что вулканизм рождается на разломах, а последние на сводовых поднятиях, довольно сильно поддерживается современными геологами.

Но в последнее время все чаще появляются мысли, отрицающие этот неправильный укоренившийся взгляд на причины вулканизма. Так, академик Ф. Ю. Левинсон-Лессинг оспаривает мысль, что вулканы располагаются по трещинам земной коры; он указывает, что эта мысль привела Ф. Освальда к установлению для Армении больших меридиональных сбросовых линий. «Так ли это? — говорит Ф. Ю. Левинсон-Лессинг и продолжает, — мне кажется, что здесь требуется большая осторожность и что существование больших тектонических линий меридионального направления, установленных таким путем, может быть подвергнуто большому сомнению.» Переходя конкретно к условиям Гегамского хребта, он приходит к выводу, что если и имеются здесь трещины, то они возникли на лавовом покрове, а не предшествовали ему (65 стр. 112).

К. Н. Паффенгольц также ставит под сомнение установившееся мнение о приуроченности центров извержений к антиклинальным поднятиям. Он указывает, что во всем исследованном им районе эта теория не оправдалась, так как всюду центры извержений приурочены к крыльям антиклиналей, проникала же, видимо, магма по трещинам в ядрах синклиналей (?) (98 стр. 378).

Мы привели эти два мнения наших крупных ученых с тем, чтобы показать, что уже пора отрешиться от старых теорий времен Ф. Освальда. Но в чем отрицательная сторона этих старых теорий, что в них неправильного? Отрицание со стороны Ф. Ю. Левинсон-Лессинга и К. Н. Паффенгольца не может удовлетворить сторонников старой теории; указывая на неудовлетворительность старой теории, следует конкретными доводами доказать несостоятельность ее.

Для этого надо в первую очередь осветить вопрос о сводовых поднятиях, которые якобы являются причиной появления трещин. А. Н. Заварицкий указывает, что проявление вулканической

деятельности четвертичного времени обычно связывают с движениями земной коры, именно сводообразными поднятиями всей области Кавказских гор. Последние, говорит он, приходится допускать на основании того, что следы многократного омолаживания наблюдаются в долинах всех рек, впадающих в Черное и Каспийское моря; причем относительная высота террас и днищ древних долин в общем увеличивается к центру гор.

Тот же автор указывает, что при таких движениях земной коры, вероятно, все же имела место некоторая неравномерность перемещений коры отчасти вследствие различия в структурах разных участков. Общее сводообразное поднятие при этом, вероятно, распадается на отдельные второстепенные вздутия (46 стр. 85).

Из изложенного видно, что факт сводообразного поднятия земной коры связывается с геоморфологическими явлениями на реках, с наличием речных террас. Появление речной террасы подсказывает нам, что здесь имело место поднятие.

Но действительно ли появление новой речной террасы говорит о поднятии участка? Это не совсем так.

Правильно, что появление речной террасы связано с омоложением реки. Но это может произойти вследствие повышения части — мы подчеркиваем слово части — бассейна реки (поднятия), понижения базиса эрозии или изменения количества впадающих атмосферных осадков (плювиальный период — оледенение).

При всех указанных здесь обстоятельствах река вырабатывает новый продольный профиль равновесия, приуроченный к новым условиям (113 стр. 234).

Приведенные суждения отрицают связь речных террас исключительно с поднятиями земной коры.

Сторонники такой связи упускают из виду, что эрозионные явления могут проявиться лишь в том случае, если поднялась часть речного бассейна, иначе говоря, лишь небольшой участок (в условиях Армении совсем небольшой участок); если же подвергся поднятию участок, превышающий речной бассейн, то можно не иметь на реке никаких изменений. А ведь всякие вертикальные смещения охватывают обычно значительные участки, например, весь Кавказ или даже еще большие участки. Поэтому весьма неубедительно связывать поднятия земной коры с речными террасами.

Неубедительно также указание, что при таком поднятии может встретиться неравномерность процесса в связи со структурными условиями участка.

Не надо забывать, что земная кора не обладает никакой устойчивостью на изгиб; это было нами доказано в наших прежних работах (81 стр. 37); поэтому поднятия и опускания земной коры происходят исключительно под воздействием магматических сил.

Учитывая, что эффективная мощность земной коры определяется величиной примерно в 40 км, никакие структурные условия близ поверхности земли, о которых говорит А. Н. Заварицкий, не могут влиять на процесс поднятия или опускания земной коры, — эти обстоятельства ничтожного масштаба.

Рассмотрим тот же вопрос с точки зрения механики. Положим, имеем поднятие, представленное на рис. 9.

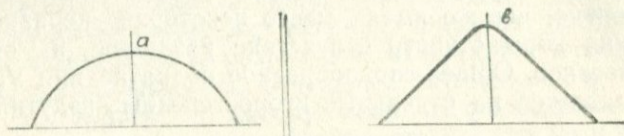


Рис. 9. Схемы эллиптического и параболического поднятий земной коры.

Эти поднятия представлены в двух крайних вариантах — эллиптическом и параболическом. Все прочие возможные варианты располагаются между этими вариантами.

Трещина может образоваться лишь там, где сосредоточена максимальная кривизна. Поэтому в точке а в замке сводового поднятия, трещины не будет. Если же поднятие параболическое, то максимальная кривизна будет в замке свода в, и то лишь в случае ограниченной протяженности сводового поднятия; при значительной площади (рис. 10) эта кривизна будет мала. Но если даже от неравномерного распределения сил здесь появится трещина, то она в осадочных породах будет очень неглубокой, а в пластических зонах (примерно с глубины 17 км возможность образования трещин исключается, так как здесь могут иметь место лишь упругие или пластические деформации, что никак не откроет дороги для восхождения магмы. Другое дело глубинные

сбросы, т. е. разломы земной коры на значительную глубину, со смещением земной коры на десятки и сотни метров. Эти сбросы вызываются поперечными силами, возникающими при изгибах коры. В замковом сечении сводового поднятия этих сил нет, или почти нет.

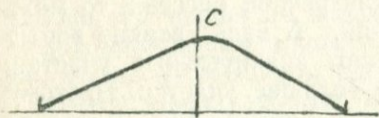


Рис. 10. Раскрытая парабола.

В наших прежних работах приведены расчеты, в которых указывается, что концентрация поперечных сил, могущих дать сбросы, имеет место на участке $\left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}\right) L$, где L — длина полувогнутости изгиба (81 стр. 31), а не в замке свода. Все это в свою очередь говорит о том, что пора отказаться от неправильного представле-

ния, будто от сводового поднятия образуются глубокие трещины, по которым поднимается и изливается магма.

А. Н. Заварицкий указывает, что в областях ареального вулканизма можно предполагать целые системы разломов, являющихся местами извержения вулканов (46 стр. 85).

Никакие поднятия и трещинные раскрытия земной коры не могут вызвать вулканизма. Так как удельный вес земной коры меньше удельного веса магмы, последняя даже при наличии трещин не может подняться выше поверхности земли подобно тому, как громадные отдельные льдины хотя и нагружают водную поверхность, но вода все же не бьет фонтаном сквозь щели, образуемые отдельными массивами льдин. Да и, наконец, для сводового поднятия данного участка от магмы требуется значительно большей затраты энергии, чем для процесса вулканизма.

Все эти недоразумения в области вулканизма являются следствием принципиальной ошибки рассмотрения вулканизма с точки зрения динамического равновесия, в то время как здесь протекает совершенно другой процесс, именно — революционный процесс быстрого распада атома, проявление атомной энергии (81 стр. 131).

Этот взгляд на сущность вулканизма в качестве новой волны уже пробивается в геологическую литературу.

Так, В. В. Белоусов считает, что разогревание глубинного вещества в местах скопления радиоактивных элементов приводит к превращению его в магму и образованию вулканов (13 стр. 37). Б. П. Баженов говорит, что Ф. А. Бредихин, объясняя процессы вулканизма, считал их результатом «электрохимических» (радиоактивных) явлений; по тому же автору, ак. О. Ю. Шмидт вулканизм и прочие термические явления объяснял наличием магматических очагов, возникших под влиянием радиоактивных процессов (14 стр. 21). Английские геологи, становясь на ту же точку зрения, считают самым неясным в вулканизме метод накопления энергии радиоактивного распада и внезапное выделение ее (114 стр. 248).

До сих пор мы рассматривали разломы Гегамского нагорья, описанные в геологической литературе. Помимо них, имеются и разломы, которые не описаны в современной литературе. Рассмотрим их.

Выше было указано, что сбросы могут быть там, где имеет место концентрация поперечных сил, именно на участке

$$\left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}\right)L.$$

Поэтому и на Гегамском хребте, хотя и более сложном, чем центральный вулкан Арагац, мы должны иметь сбросы на обоих склонах нагорья. Но как определить их место? Подход к этому вопросу должен быть таков: если на данном склоне имеет место

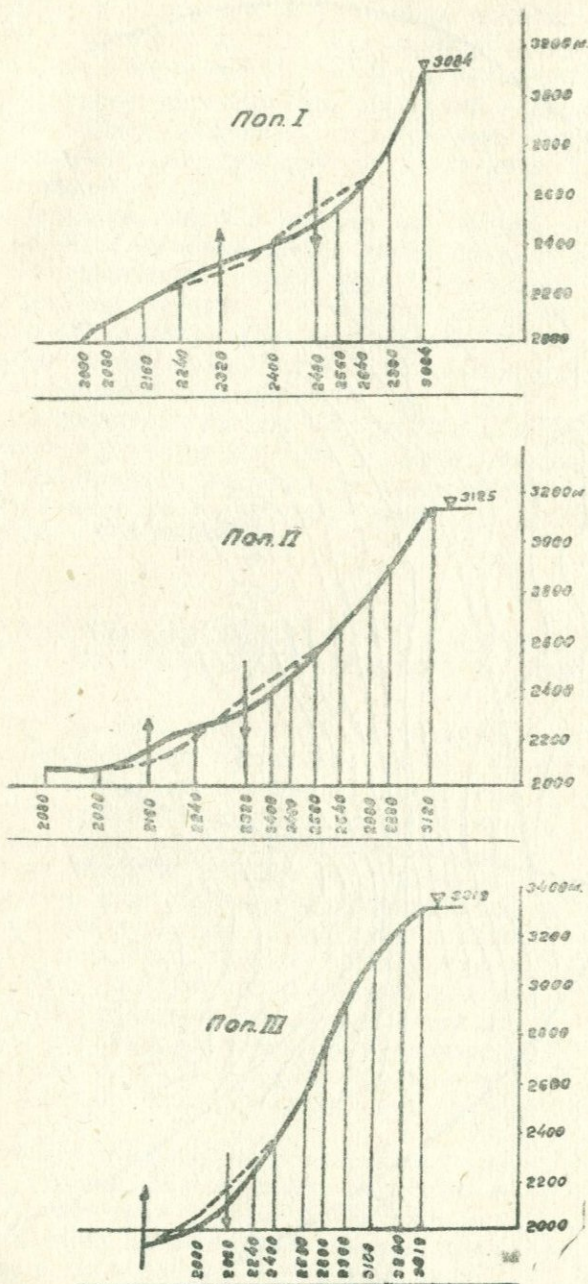


Рис. 12. Поперечники Гегамского хребта с показанием сбросов.
 Поп. I—Аждаак—Фонтан. Поп. II—Карадаг—Кянкян. Поп. III—Кизил—
 Зиярат—Зар.

сброс, то на склоне должны быть площадки, вернее полосы с меньшими уклонами. Это положение иллюстрировано рис. 11, где первоначальный однообразный склон, показанный пунктиром, в связи со сбросом получает полосу слабого уклона. Отметим, что

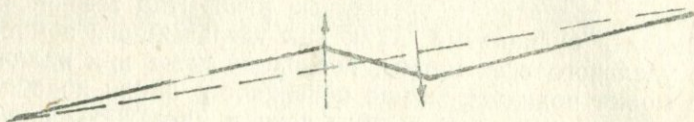


Рис. 11. Схема образования площадки на сбросах.

закон вулканической депрессии требует именно таких перемещений земной коры, какие показаны на рисунке. Но не все площадки могут сигнализировать о сбросе, а лишь те, которые располагаются на полосе $\left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}\right)L$.

На Гегамском хребте легко обнаружить на склонах такие полосы по резкому уменьшению на них уклона.

На поперечниках рис. 12 показаны и современный склон с площадкой и первоначальный. Замечателен третий поперечник, который, начинаясь с вершины Гегамского хребта, спускается до с. Зар весьма круто и лишь близ села дает площадку.

На рис. 13 показано плановое расположение полосы сброса. Для центрального вулкана подобная полоска располагается концентрично вокруг вулкана, для Гегамского хребта она должна быть параллельна хребту.

У нас она получилась не параллельной линии хребта, но все же не выходящей за пределы $\left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}\right)L$.

Это объясняется, видимо, тем, что в условиях Гегамского хребта, помимо меридиональной линии хребта, дополнительно имеется Учтапалярская группа вулканов, вносящая соответствующие изменения в расположение сброса. Во всяком случае в этом косом сбросе пока имеется какая-то неясность.

Другим сбросом, не отмеченным в литературе, по нашему мнению, является сброс, соединяющий широтные сбросы, прослеживаемые к востоку от г. Камо, со сбросом Башкентской долины. Этот сброс мы намечаем вдоль плиоценового хребта, расположенного в пределах контурной линии Гегамского хребта. Этот сброс нужно считать радиальной трещиной, что обычно имеет место, когда на плиоценовую депрессию ложится эксцентрично другая, более поздняя (81 стр. 45, 46).

На основании закона вулканического последствия на каж-

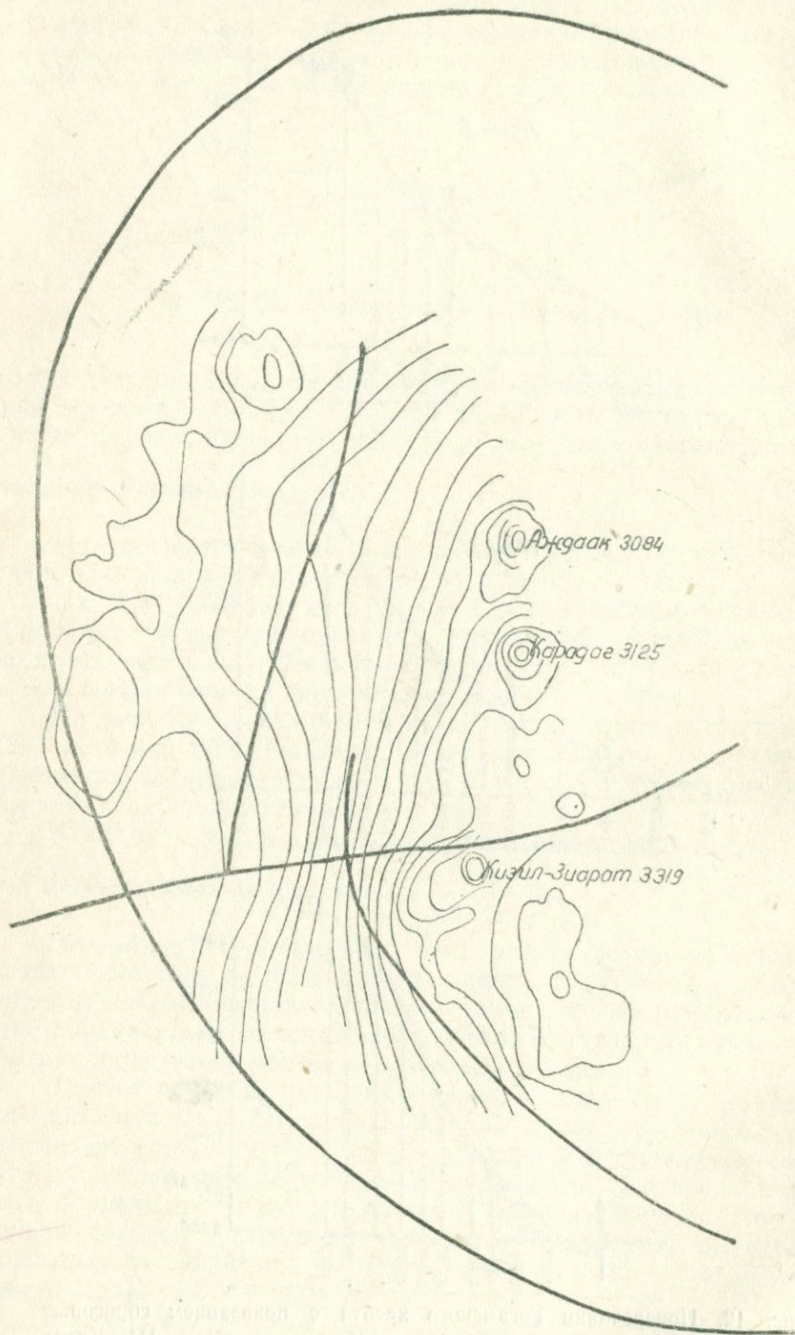


Рис. 13. Склон Гегамского хребта с показанием линий сбросов.

дом вулкане с удалением от его центра эруптивная сила паразитических вулканов падает, и, как легко убедиться на реальных примерах, на расстоянии ($0,6 \div 0,66$) L появляется полоса экстрезивных вулканов; интенсивность экстрезий с удалением от вершины также падает, — крупные экстрезивные конусы сменяются более мелкими. Далее следуют интрузии даек, каковые замыкаются контурной линией.

Обязательные сбросы имеем на первой линии крупных экстрезий. На Гегамском хребте линия крупных экстрезий проходит по определенным точкам, перечень которых будет приведен ниже. Здесь же отметим, что линия экстрезий проходит близ Гутансара (Кетандаг), через массив Атис, М. Спитаксар (М. Ахдаг), затем через Сарыканинский сброс и далее на север, замыкая плавным обводом Гегамский хребет.

Сброс по линии крупных экстрезий играет значительную роль в тектонике и в гидрогеологии Гегамского нагорья.

Вулкан Армаган является до некоторой степени изолированным вулканом, — он имеет свою линию экстрезий, свою контурную линию.

ВУЛКАНИЧЕСКАЯ ДЕПРЕССИЯ И ОРЕОЛ ЗАТУХАНИЯ ВУЛКАНОВ ГЕГАМСКОГО НАГОРЬЯ

В этом разделе рассмотрим вулканическую депрессию лишь от молодых вулканов Гегамского хребта. Попутно рассмотрим депрессию и от уединенного вулкана Армаган.

Если в прошлых наших работах рассматривалась депрессия центрального вулкана Арагац (81), то здесь, в условиях Гегамского нагорья, имеем ряд линейно расположенных вулканов и дополнительно группу вулканов на стороне (Учтапаляры). Поэтому здесь условия сложнее. Все эти вулканы разновозрастны, в связи с этим и вулканическая депрессия от ряда вулканов здесь должна была проявиться одновременно, отражая всю сложную взаимосвязь депрессий от каждого вулкана в отдельности.

На рис. 14 показаны линии вулканов Гегамского нагорья, объединенные в группы в полном соответствии с теми более ранними дизъюнктивными дислокациями, которые были приведены нами в работе (81). В этой работе была показана идентичность в расположении дизъюнктивных дислокаций, имевших место на восточной береговой полосе Севана и вулка-

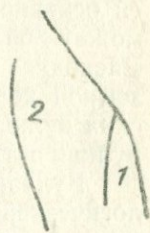


Рис. 14. Вулканы Гегамского нагорья, объединенные в группы, связанные с более ранними дизъюнктивными дислокациями.

нов нагорья. Эта связь заключалась в том, что линия вулканов повторяла линию дизъюнктивных дислокаций, располагаясь на расстоянии 50—60 км от первых. В той же работе стрелки, соединяющие фигуры дизъюнктивных дислокаций и линии вулканов, имеют разные наклоны, причем более древние имеют больший наклон; поэтому, согласно этим нашим данным, вулканы фигуры (1) относительно старше вулканов (2) (рис. 14). К. Н. Паффенгольц подтверждает этот вывод; он считает вулканы (1) типа А нижнечетвертичными, а фигуры (2) типа Е—верхнечетвертичными.

Нужно отметить, что наклоны стрелок столь велики, что не соответствуют четвертичному времени. Видимо, К. Н. Паффенгольцу, установившему для лав А и Е четвертичный возраст, надлежит пересмотреть их возраст. В дальнейшем мы установим их возраст, пользуясь энергетическим методом, а теперь отметим лишь, что А. Н. Заварицкий считает лавы Гегамского нагорья типа А не четвертичными, а верхнетретичными (49 стр. 216).

Переходим к составлению ореола затухания вулканов Гегамского хребта. Ореол затухания основывается на законе вулканической депрессии от неравномерного оседания земной коры может вызывать деятельность паразитических вулканов, нарушая тем самым временное равновесие магмы. Паразитические вулканы по времени возникновения, минералогическому составу, структуре лав располагаются последовательно по расходящимся кругам, причем группы паразитических вулканов располагаются последовательно на противоположных сторонах основного вулкана. Эруптивная сила вулканов с переходом на круг большего радиуса падает.

Если деятельность вулкана вызвана вулканической депрессией основного вулкана, то нарастающее напряжение в магме не может дойти до первоначального напряжения основного вулкана. Расходуя кинетическую энергию, образующуюся при оседании земной коры внутри контурного круга, на действие паразитических вулканов, а затем на экструзию и интрузию даек, основной вулкан затухает.»

Вулканы Гегамского нагорья мы считаем потухшими. В геологической литературе потухшими принято считать вулканы, не имеющие никаких исторических данных об их извержениях. Мы же будем считать вулканы потухшими лишь в том случае, когда имеется налицо полный ореол затухания.

Ореолом затухания вулкана называем круги вокруг вулкана или группы вулканов, проведенные по концентрично расположенным паразитическим вулканам; далее круги, проведенные по крупным и отдельно по мелким экструзивным вулканам; круги, проведенные по интрузиям даек, и, наконец, в качестве завершающего — круг трещинных раскрытий.

Все эти круговые линии должны поддерживать определенную стройность, они не должны зависеть от структурных условий дан-

ного участка, так как линии ореола затухания отражают работу глубоких магматических зон.

На примере Гегамского хребта мы наблюдаем в полной мере все признаки потухшего вулкана. Затухание вулканов охватывает все круги ореола. Следовательно, Гегамский хребет должен быть отнесен к числу действительно потухших вулканов. К числу таковых надо отнести и вулкан Армаган. Однако в нашем распоряжении пока мало точек для полного оконтуривания его ореола.

Отмеченные выше круги ореола получились в основном от лав типа Е. Значительная масса жидкой (95 стр. 34) лавы и большое количество выделившихся газов способствовали проявлению тут крупной вулканической депрессии.

На Гегамском нагорье, вне линии хребта, имеется много отдельных вулканов. Надо ли их считать паразитическими вулканами, или они действительно появились раньше лав нагорья, лав типа Е?

Выше мы уже определили, что лавы типа А действительно старше лав типа Е; они имеют совершенно самостоятельный характер и по существу не должны быть в ряду с остальными лавами типа В, С, Д. Как указано было выше, А. Н. Заварицкий также считает их более древними.

По К. Н. Паффенгольцу, лавы нагорья типа В, С, Д также старше лав типа Е; они перекрываются в некоторых местах лавами Е. Конечно, это очень важный фактор, но в полевых условиях не всегда удастся определить, какая лава перекрывает другую, и по этому вопросу часто возникают споры среди геологов (например, Ахдаг и др.).

Становясь на точку зрения К. Н. Паффенгольца: о необходимости выделения лав В, С, Д, мы считаем нужным определить причину их появления, определить те дизъюнктивные дислокации, которые их обусловили.

Рассматривая карту озера Севан, мы видим, что чаша Большого Севана образована миоценовыми вулканами Варденисского и частью Гегамского хребтов. Вулканическая депрессия, как нами было установлено (81 стр. 103), в условиях кольцевого расположения линии вулканов дает для центральной части вулканическую депрессию по горизонтальной плоскости. Но в данном случае имеет место не полное кольцо, а полукольцевое расположение вулканов, поэтому характер вулканической депрессии для участков, охватываемых центральной частью полукольцевого хребта, будет выдержан, а для краевых частей он будет иной.

Для выяснения характера депрессии в условиях полукольца рассмотрим сперва угловое расположение вулканов по рисунку 15. Тогда разломы будут пролегать по линиям (1) и (2), параллельным хребтам, а их равнодействующая расположится по линиям (3) и (4). При этом линия (4) пойдет по биссектрисе угла, образуемого хребтами, или будет ей параллельна. Таким образом,

в пределах чаши озера должны расположиться две перпендикулярные линии разломов. Действительное положение хребтов несколько отклоняется от прямолинейного в сторону полукольца, и, кроме того, линии хребтов, сохраняя прямой угол, несколько повернуты вокруг вершины согласно рис. 16. Эти два обстоятельства придают линии разломов несколько искривленную форму.

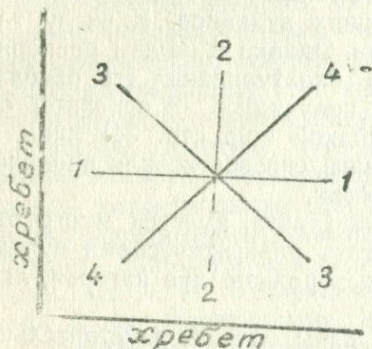


Рис. 15. Схема перпендикулярных разломов.

На батиметрической карте озера легко подметить эти две линии разломов.

Линия разлома вдоль биссектрисы угла представлена в реальных условиях озера двоякими линиями, что, как известно, весьма часто встречается в природе.

По каким признакам можно определять линию сброса в пределах озера?

Известно, что одно крыло сброса поднято, а другое—опущено; поэтому горизонтالي в плане на опустившемся крыле склона должны быть более частыми, а на поднятом крыле более редкими, чем то было до образования сброса. Далее на линии сброса образуется бугор, и первоначально прямолинейный склон получает смещения согласно рис. 17 (сплошные линии). На рис. 19

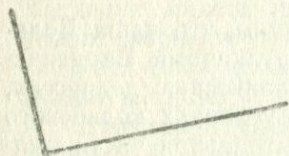


Рис. 16. Схема частичного отклонения перпендикулярных хребтов.

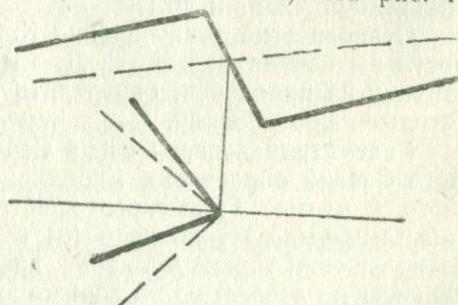


Рис. 17. Если до сброса горизонтали местности были по пунктирным линиям, после сброса они отступят по схеме.

дана карта дна озера, где проведены линии сбросов с горизонталями, удовлетворяющими указанным выше условиям. Согласно этой карте, средняя полоса между двумя параллельными сбросами является опущенной. Эти полосы нельзя считать водоразделами между двумя бывшими соседними речными системами на том

основании, что эти сбросы фактически имеют дугообразное расположение, несвойственное водораздельным речным хребтам, и что расположение их в плане не соответствует фактическим направлениям хребтов.

Имеет существенное значение и то, что один из рассматриваемых в чаше озера сбросов имеет прямое продолжение на береговой полосе озера (см. карту К. Н. Паффенгольца).

Чаша Малого Севана отделена от чаши Большого Севана поперечной перемычкой между мысами Арданыш и Норадус; К. Н. Паффенголец считает, что по этой линии идет сброс (95 стр. 50). Е. Е. Милановский отмечает значительную крутизну северо-западного крыла этого сброса и этим обосновывает наличие опущенного крыла сброса. Он также считает, что рост антиклинали Арданыш-Норадус, по-видимому, происходил в четвертичное время, когда через пропиленную в ней долину осуществлялся речной сток (76 стр. 137).

Сильно сгущенные изобаты на юге озера Севан говорят о сбросе в широтном направлении; этот сброс протягивается в сторону Басаргечара (58 стр. 49 и рис. на стр. 47). Он совпадает с береговой линией прежнего Севана, покрывавшего когда-то Мазринскую долину.

Все указанные сбросы для озера Севан являются поперечными. Кроме них, имеется сброс продольного направления вдоль Севанского (Шахдагского) хребта по северо-восточному берегу озера. Этот сброс описан А. С. Гинзбергом (35 стр. 216). Е. Е. Милановский считает, что хорошо прослеживается сброс вдоль Арегунийского берега, а продолжение этого сброса в пределах Большого Севана является резкой флексурой (76 стр. 137). О Сарыканском сбросе вдоль западного берега озера было сказано выше.

Таковы сбросы в пределах самого озера.

Из наших прежних работ известно, что дизъюнктивные дислокации по прошествии определенного инкубационного периода могут вызвать на стороне вулканическую деятельность (81, стр. 124). Эта мысль нами была обоснована в 1942 г. в работе «Энергетические основы тектоники Араратской котловины» (отчет хранится в библиотеке Института геологических наук Академии наук Армянской ССР) и была доложена на сессии Института геологических наук 26/IV 1945 г. С того времени нами накоплено множество фактов, подтверждающих эту мысль; они приведены в последующих наших работах.

И в данном случае на базе дизъюнктивных дислокаций Севанской акватории имеем несколько вулканических извержений на Гегамском нагорье. Чтобы установить, какие именно извержения связаны с озерными сбросами, необходимо мысленно перенести карту сбросов в западном направлении на 64 км (эта цифра и направление будут обоснованы ниже). Выполнив эту задачу, мы легко убедимся, что все вулканические вершины Гегамского на-

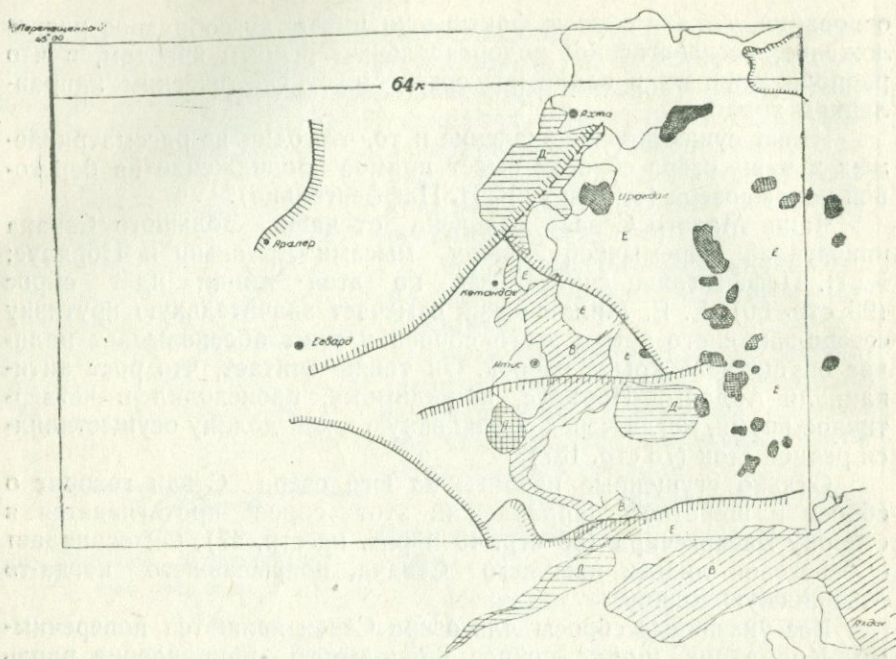


Рис. 18. Вулканы с лавами В, С, Д представляют бисвулканы озерных сбросов.

горья с лавами типа В, С, Д приходятся у границ сбросов на поднятых их крыльях (рис. 18).

Согласившись с нашими доводами, нельзя оспаривать схему расчленения лав, данную К. Н. Паффенгольцем, и выступать с новыми предложениями, меняющими указания К. Н. Паффенгольца, например, предложение о делении лав на доледниковые и послеледниковые, лишенное, кстати сказать, генетической основы (22,49 стр. 216).

Наш анализ, поддерживая возрастные соотношения лав, данные К. Н. Паффенгольцем, одновременно подтверждает указания А. Н. Заварицкого о необходимости понижения возраста лав типа А. Кроме того, наш анализ, сохраняя относительные возрасты лав В, С, Д, сближает их возрасты.

Нужно также отметить, что если бы не было работ К. Н. Паффенгольца по Гегамскому нагорью и пришлось бы базироваться на данных экспедиции 1927—1928 гг. АН СССР, на работах Б. М. Куллетского, А. С. Гинзберга и др., нам не удалось бы выделить лавы типа В, С, Д, и это могло бы сильно исказить ореол затухания вулканов Гегамского нагорья.

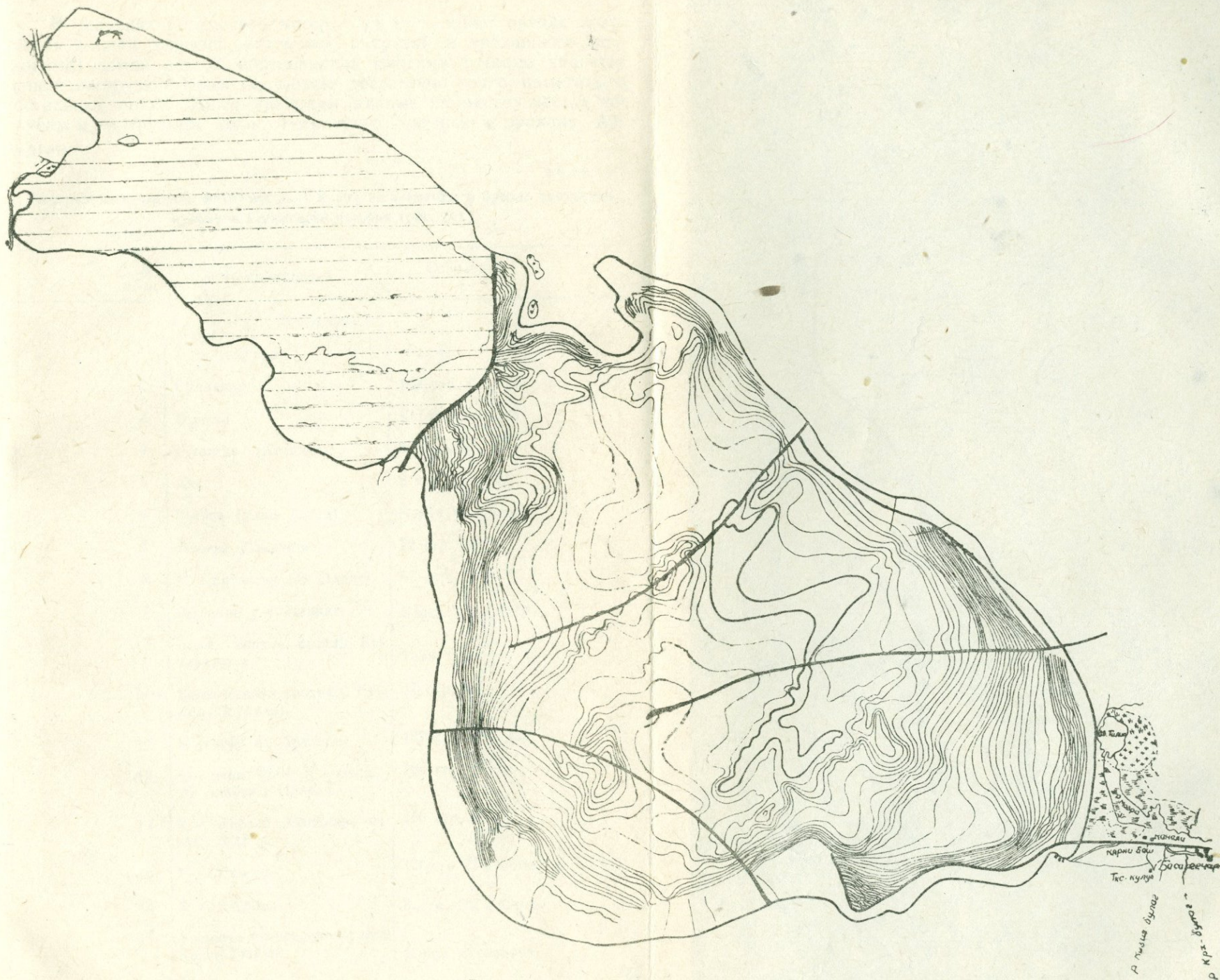


Рис. 19. Сбросы на дне озера Севан.

В условиях Гегамского нагорья из всех линий ореола затухания (линии эффузий, экструзий, интрузий и трещинного раскрытия) самой резкой, обоснованной многими точками является линия экструзий. Имея ее, можно достаточно точно наметить и остальные линии. Ниже приводим данные по экструзивным конусам и интрузиям даек Гегамского нагорья и вулкана Армаган.

а б л и ц а 1

Экструзивные конусы, интрузии даек и другие элементы в ореоле затухания вулканов Гегамского нагорья (рис. 21).

№ п. п.	Наименование	Основание
<i>Экструзии</i>		
1	У с. Джрарат	рис. 47
2	Судаяняр	108 стр. 9
3	Фонтан	Карта Асланяна
4	Гутансар (Кетандаг)	8 стр. 136
5	Атис	8 стр. 136, 137
6	Учтапа (выше Гохта)	Карта Асланяна
7	Ущелье Давагези	72 стр. 108
8	М. Спитаксар (М. Ахдаг)	62 стр. 11
9	Вершина у с. Цаккар	Карта АН СССР
10	Берег Севана против Кюзарджика	То же
11	Берег Севана против с. Кармир (Кулали)	62 стр. 58
12	К северу от Арчаноц	107 стр. 121, 125
13	Вершина 2584 м, между М. Алибек и Иланлу	108 стр. 37
14	У с. Авазан (Озанлар) конус 750,5 с	108 стр. 23
15	У с. Гюмуш	108 стр. 23 и карта
16	У с. Нурнус	8 стр. 137 и карта
17	Вершина посередине прямой Кахсы-Гюмуш	Карта Асланяна

№ № п. п.	Наименование	Основание
<i>Интрузии даек</i>		
18 Э	Байбурт	8, стр. 228
19 Э	Гарни-Гехарт вкрест ущелью	8, стр. 228
20	Нижнее течение р. Дзгна- гет	95, стр. 47
21	Далларка (глубин.)	108, стр. 35
<i>Другие элементы ореола затухания</i>		
22	Сброс у г. Севана (сере- дина)	21 карта, 98 карта
23	Сброс Сарыкая	95 стр. 50
24	Трещина Азат-Милидара	Карта географич.
25	Родн. Атарбемян	45, стр. 95
26	Родн. Солак	71, стр. 118
Экструзивные конусы, интрузии даек в ореоле затухания вулкана Армаган (рис. 20)		
<i>Экструзии</i>		
1	Спитаксар (Б. Ахдаг)	62 стр. 11
2	У верш. Гезалдара 3522 м.	Карта Асланяна
3	Цовинар скваж.	8 стр. 252
4	Берег Севана против Кю- гарджика	Карта АН
5	Восточнее Гюхаркуник (Башкенд)	Карта АН
<i>Интрузии даек</i>		
6	Верховье р. Веди	72, стр. 108
7 Э	Между Кадрлу и Армик	8, стр. 251/252
8	Қарахач	8, стр. 252
9	Район Гндасара	Тоже
10	Элпин	Тоже

Примечание. Цифры с припиской (Э) указывают на то, что в литературе они числятся эоценовыми.

Линия крупных экструзивных конусов плавно, с большой точностью располагается вокруг линии центров извержений вулканов. она сменяется линиями мелких экструзий, располагающихся на более дальних расстояниях, переходящих далее на линию интрузий даек.

Отметим, что контурная линия, которая в скальных грунтах характеризуется трещинными раскрытиями и каньонами, проходит по самому так называемому «пропилу» между Б. и М. Севаном. Отсюда следует, что каньон пропилен не водами Большого Севана, сильно зарегулированными, а что он образован трещинным раскрытием контурной линии ореола затухания Гегамского хребта.

Вулканические образования и сбросы, приведенные в таблице 1, являются плиоценовыми, за исключением образований, указанных в § 18, 19 и 7, которые, по литературным данным, считаются эоценовыми. Если последние, подвергнутые дополнительному изучению, окажутся действительно древними, они подлежат исключению из таблицы 1.

Возраст лав типа Е, слагающих Гегамское нагорье и Армаган, как будет доказано ниже, надо считать также плиоценовым. Отметим, что и Б. М. Куплетский и А. С. Гинзберг по другим соображениям относят указанные лавы к верхнетретичным (62, стр. 10 и 57).

Возвращаясь к вопросу об ореоле затухания вулканов Гегамского хребта, отметим, что полоска, занятая экструзиями и интрузиями даек, должна соответствовать закону вулканического последействия, в основу которого положена мысль о постепенном затухании энергии вулканизма по мере удаления от центра вулкана. Поэтому по крайней линии трещинных раскрытий или близко от нее не должно быть никаких сравнительно крупных интрузий.

Такой подход разрешает нам иметь дополнительный признак при определении возраста интрузий.

Так, интрузия в привершинной части Бозбуруна, интрузия близ Дашлу (8 стр. 228), далее Тежсар, Кероглы, Халхал (8 стр. 245), а также по линии Агавнадзор, Цахкадзор, Рндамал-Ахта-Севан (8 стр. 234) должны быть вне нашего списка интрузий, так как их расположение не соответствует ореолу затухания: первые неестественно расширяют полосу интрузий, последние вторгаются в полосу экструзий.

И действительно, интрузия в Дашлу древняя. Как пишет А. Т. Асланян, она трансгрессивно перекрывается базальтовым конгломератом эоцена; для участков Тежсар, Кероглы, Халхал возраст точно не ясен, известно лишь, что эта интрузия прорывает эоценовую толщу. Мы же подтверждаем ее древний возраст тем, что в ореоле затухания на краевых участках не должно быть крупных интрузий, могут быть лишь дайки.

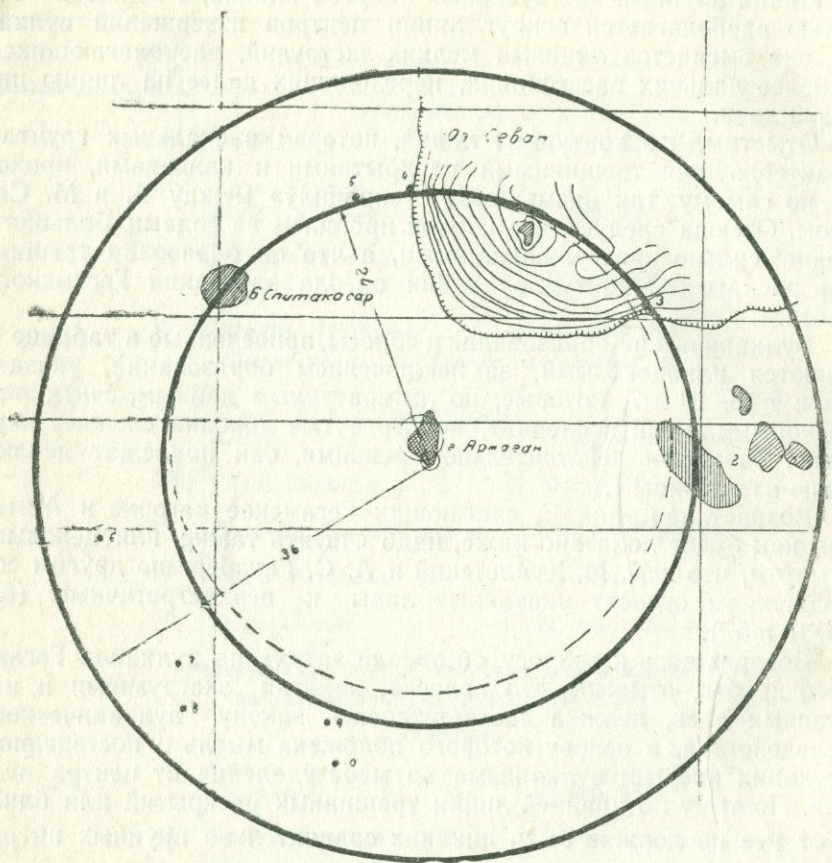


Рис. 20. Ореол затухания вулкана Армаган.

Полоса интрузий по линии р. Раздан: Агавнадзор, Цахкадзор, Ахта-Севан, по А. Т. Асланяну, перекрывается вулканогенными отложениями верхнего миоцена. Таким образом, исключение и этих интрузий в качестве древних правильно сигнализируется ореолом затухания. Интрузию в циркообразном углублении в привершинной части г. Бозбурун и Оцасар А. Т. Асланян относит к миоплиоценовой, иначе говоря, к самой поздней интрузии. При этом фактором, определяющим ее возраст, является недалекое от этих интрузий залегание лав и туфобрекчий миоценового возраста, которые петрографически идентичны породам этих лакколитов (8 стр. 251). Полоска интрузии в ореоле затухания не охватывает этих интрузий, они остаются вне контура. Если искусственно расширить полоску интрузии с целью охвата и этих интрузий, то

на других участках этой расширенной полосы появятся явно древние интрузии, что указывает на неправильность включения Бозбурунской интрузии и Оцасара в число молодых плиоценовых интрузий ореола затухания.

Интрузии Бундука, Гамзачимана, а также Азатека, Гандзак, Агхача и Гарадиса или являются древними, или относятся к соседним вулканическим комплексам, поэтому исключаются из нашего рассмотрения.

Интрузии Арегунисского и Севанского хребтов располагаются также за пределами ореола, да и возраст их, как известно, много старше плиоценового.

Нельзя не обратить внимания на поразительно строгое расположение первой линии экструзивных конусов, построенной по 16 точкам. Даже незначительная сдвигка конусов в сторону могла бы нарушить строгость картины.

На ореоле затухания можно разрешить все споры исследователей о возрасте экструзивных конусов Большого и Малого Спитаксара (Б. и М. Ахдага), а также споры о возрасте тех или иных паразитических вулканов, экструзий и интрузий. И вообще ореолом затухания вносится предельная ясность в жизнь данного вулканического комплекса и определяется зона его действия.

Контурная линия Гегамского хребта, характеризующаяся трещинными раскрытиями, является границей для интрузии даек. Они намечены нами по линии притока р. Азат — Милидара, довольно точно совпадающей по всей своей длине с контурной линией. Далее она проходит по трещинам реки Раздан, совмещаясь с контурной линией Арагаца.

На Мисханском хребте контурная линия идет вдоль глубоких ущелий, расположенных близко друг к другу (108 стр. 25). На севере контурная линия топографически не прослеживается.

Вся восточная половина контурной линии проходит в пределах акватории озера Севан.

На рис. 22 показана контурная линия Гегамского хребта во взаимосвязи с таковой Арагаца.

Легко заметить, что имеется полная аналогия между соотношениями радиусов, определяющих контурную линию и линию экструзий: для Арагаца это соотношение равно $45:31=1,5$, это же соотношение поддерживается и для Гегамского хребта— $30:20$ (рис. 22).

В одной из наших прошлых работ (89) мы указали, что в пределах озерного ила могут быть «окна», через которые водонос-

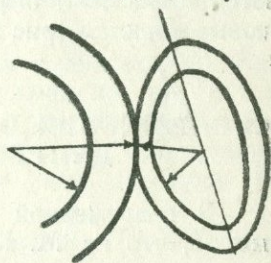


Рис. 22. Гегамский хребет и смежный массив Арагац поддерживают равное соотношение между радиусами контурных линий и линий экструзий.

ные слои, располагающиеся под озерным илом, могут пропускать воды в открытую чашу самого озера. Роль подобного окна, как было отмечено, могут выполнять остроконечные горки, на крутых склонах которых, как известно, озерный ил не держится.

Всматриваясь в линии ореола затухания Гегамского хребта и вулкана Армаган, а также в изобаты озера Севан, легко заметить, что линия крупных экстрוזий и полоса за этой линией охватывают те «ямы» на дне озера, из которых и предполагается выход подозерных вод в чашу озера (105). Экструзивные конусы Большого и Малого Спитаксара в пределах полосы экстрוזий Гегамского хребта и Армагана отличаются острыми, почти вертикальными контурами. Можно ожидать, что и в пределах чаши

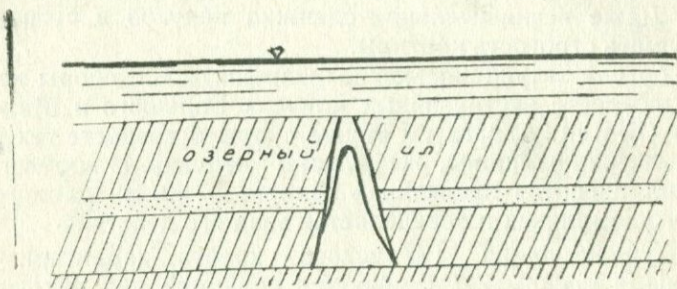


Рис. 23. Донная экструзия в чаше оз. Севан.

озера имеются подобные экструзивные выходы, на которых не ложится озерный ил, и поэтому в современных условиях они являются «окнами» для разгрузки подозерных напорных вод, если таковые имеются (рис. 23).

СООБРАЖЕНИЯ О РАЗМЕРЕ ПРОГИБА ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕПРЕССИИ ГЕГАМСКОГО НАГОРЬЯ

В современной литературе по оледенению высказывается мысль, что на М. Кавказе оледенение имело место, но задело лишь вершинные участки высоких гор (42 стр. 35, 95 стр. 84 и др.).

В наших прежних работах указывалось на мнение С. С. Кузнецова, утверждавшего, что, несмотря на значительную абсолютную высоту обширных площадей высокогорных районов М. Кавказа, нигде не найдено следов оледенения (81 стр. 57 и 57 стр. 280).

Если данная вершина находится в пределах зоны вулканической депрессии, то естественно предположить, что до завершения депрессии современные высокие хребты имели более высокие

отметки и поэтому они были покрыты вечным снегом, и те следы оледенения, которые мы замечаем теперь, представляют результат работы ледников прежних веков.

В. В. Богачов считает, что периоду оледенения на Кавказе соответствовал плейстоценовый период.

По данным К. Н. Паффенгольца, в верховьях рек Кечикая и Башкенда, а также на восточном склоне Б. Ахдага наблюдаются хорошо выраженные «цирки», а ниже по ущельям—размытые конечные морены, причем последние находятся на высоте 2500 м, в то время как сама вершина имеет отметку в 3200 м (95 стр. 84).

В наших прежних работах при рассмотрении вопросов оледенения мы исходили из условий, имеющихся в настоящее время на Арарате. На Арарате слой вечного снега занимает полосу между отметками 5166 м и 4100 м, при этом отмечено, что ледники спускаются до отметки 2450 м (81 стр. 58).

Эту последнюю цифру имеем и на Гегамском нагорье (2500 м), поэтому можно полагать, что первоначальная высота верховья р. Кечикая была, как и на Арарате, порядка 5000 м. Следовательно, опускание острых вершинок горного хребта должно быть

$$5000 - 3200 = 1800 \text{ м.}$$

Поэтому в среднем для всего нагорья максимальные прогибы принимаем примерно в 1500 м. Можно считать, что эти прогибы близ контурной линии доходят до нуля.

Жидкоплавкие лавы типа Е на Гегамском хребте и Армагане были богаты газми, поэтому должны были дать значительные прогибы. В этом сравнении Арарат принят с современной высотой, так как этот вулкан древний и его затухание закончилось давно.

Отметим при этом, что горное оледенение в пределах М. Кавказа в одинаковой мере изменило нижнюю границу его и на Гегамском хребте и на Арарате. Несмотря на эти более или менее одинаковые условия на указанных двух массивах, приведенный расчет является приближенным, основанным лишь на общих соображениях по размеру прогиба.

Небезынтересно сопоставить размер прогиба, полученного нами, с данными других авторов.

Л. Е. Милановский считает, что Центральная часть Б. Севана опустилась на величину

$$1850 - 1000 = 850 \text{ м,}$$

а Гегамское нагорье поднялось до отметки 2500 м, т. е. на абсолютную величину

$$2500 - 1850 = 650 \text{ м}$$

и, таким образом, получает размер относительного прогиба Б. Севана в 1500 м или 1,5 км (76 стр. 137).

При сопоставлении размеров прогиба, найденного нами и полученного Е. Е. Милановским, можно усмотреть полное совпадение их. Но все же имеется существенная разница.

У нас 1,5-километровое опускание выведено для Гегамского нагорья, у Е. Е. Милановского — для озера Севан. Далее, по Е. Е. Милановскому, Гегамское нагорье поднялось на 650 м, мы же считаем, что оно от вулканической депрессии могло лишь опуститься и величина этого опускания была 1500 м. Правда, такое опускание Гегамского хребта могло отразиться опусканием части Б. Севана на величину 850 м, как то и получилось у Е. Е. Милановского.

Некоторая искусственность в построениях упомянутого автора выражается в том, что у него опускание происходит точно в водных границах озера и точно по контуру затека лав идет поднятие. Между тем ясно, что опускание и поднятие зависят от работы магматических сил, расположенных на значительной глубине, и они не будут считаться с такими мелкими деталями на поверхности земли, как случайная граница затекшей лавы, или подпертых вод озера Севан.

Другие авторы величину прогиба не определяли.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ТУФОВ, ТУФОЛАВ И ОДНОВОЗРАСТНЫХ ЛАВОВЫХ ВУЛКАНОВ НА МАССИВЕ АРАГАЦ С ВУЛКАНАМИ ГЕГАМСКОГО ХРЕБТА

Из основных положений, приведенных в наших прежних работах, следует, что развитие вулканической депрессии приводит к дизъюнктивным дислокациям земной коры — к трещинам и сбросам в пределах контурной линии вулкана.

Известно также, что на поднятом крыле сбросов происходит закалка магмы, способная при благоприятных условиях по прошествии инкубационного периода образовать новые вулканические очаги, но не на месте сброса, а вдалеке от него с полным повторением конфигурации сброса. Направление и дальность нового очага вулканизма определяются размером продвижения магмы, которая имеет свое течение вне зависимости от условий вулканизма (81 стр. 140, 127).

Направление движения магмы переменено во времени. В нашей работе указано, как и в связи с чем менялось направление движения магмы (81 стр. 127).

Для Гегамского нагорья это направление строго западное. В указанной нашей работе доказывается, что в связи с вулканической депрессией Арагаца появились вулканы Алуджи (в Турции), а от вулканической депрессии Арарата — вулканы Балык-геля (в Турции) (81 стр. 137).

И во всех этих случаях линия вулканов дублировала линию сбросов, имевших место на территории, занятой массивами Арагац или Арарат. Расстояние между сбросами и новыми очагами определялось в 50—60 км (81 стр. 124).

Согласно геологическим данным, возраст и Алуджи и Балык-тегля четвертичный, а возрасты Арагаца и Арарата — плиоцен (в. миоцен). Отсюда мы делаем заключение о продолжительности срока «созревания» закаленной магмы для новой вулканической деятельности.

Считая, что Гегамское нагорье, по данным К. Н. Паффенгольца, относится к четвертичному периоду, трудно было рассчитывать иметь в наше время его бисвулканы. Однако сравнение расположения сбросов Гегамского нагорья и расположения вулканов на расстоянии примерно 50—60 км на запад неожиданно привело нас к мысли, что намечается отчетливая связь между сбросами нагорья и туфовыми и позднечетвертичными извержениями массива Арагац. Это заставило нас более серьезно отнестись к этой мысли, рассмотреть сбросы детально.

Ниже нам придется сопоставить карту сбросов Гегамского нагорья с картой центров извержений туфов и туфовых площадей. Последние необходимы, так как во многих местах центры извержений туфов к настоящему времени потеряны, сглажены.

К. Н. Паффенголец отмечает, что туфовые покровы в пределах массива Арагац часто приурочены к речным террасам, но нигде не обнаружено, чтобы туфы были бы покрыты речными галечниками. Из этого он делает логический вывод, что вулканическая деятельность была точно приурочена к концу последнего цикла эрозии. Далее он считает, что туфовые покровы по времени образования можно параллелизовать с излияниями лав Гегамского нагорья и частично горы Арагац (97 стр. 530).

Считая туфы Арагаца дочетвертичного и четвертичного возраста, К. Н. Паффенголец отмечает, что дочетвертичные туфы перекрыты андезито-базальтами; а на южном склоне андезито-базальтами частично перекрыты и четвертичные туфы (кизилы), откуда следует, что эти последние покровные андезито-базальты моложе даже четвертичных туфов (97 стр. 531).

П. И. Лебедев выделяет в извержениях Арагаца два-три цикла, охватывающие широкую разновидность лав, начинающуюся андезито-базальтами, переходящими затем в андезито-дациты, дациты, щелочные дациты, и кончающимися туфоловами и пемзами (63 стр. 352). Таким образом, туфовые образования он считает конечными в деятельности вулкана в пределах каждого цикла.

К. Н. Паффенголец не делит эксплозионную деятельность на массиве Арагац на циклы, но также считает, что более древние туфы (дочетвертичные) позже покрылись лавами, а четвертичные

остаются обнаженными за исключением района кизилов, где они частично перекрыты лавами.

А. Т. Асланян, анализируя стратиграфию изверженных пород, приходит к иному заключению. Он считает, что в пределах отдельных этапов вулканической деятельности, как правило, извержение туфового материала предшествовало излиянию лав, и в подтверждение этого положения приводит ряд примеров, где туфы перекрыты лавами (8 стр. 178).

А. Н. Заварицкий, занимавшийся выяснением генезиса туфов, считает последние игнимбритами, образовавшимися из богатого газами раскаленного вулканического пеплового материала, состоявшего из обломков минералов, стекла и лав, спекшихся в одну общую массу. При этом автор считает, что выбросы туфа при падении на землю двигались по оврагам, подобно селям, со значительной скоростью благодаря обволакиванию частиц туфа газовой пленкой, сильно ослабляющей силы трения при продвижении этой массы (48). При таком подходе туфовые поля могут быть расположены вдалеке от центров извержений (например, ленинканские туфы).

Но нужно отметить, что многие центры туфовых извержений и в современных условиях непосредственно окружены туфами (97 стр. 538) или охватывают значительные площади, краем прилегающие к центру извержения туфов.

Все исследователи обращают внимание на одно весьма оригинальное обстоятельство — по всей республике туфы распространены лишь на самом массиве Арагац и на прилежащих территориях (8 стр. 179, 97 стр. 530). А. Т. Асланян это объясняет тем, что туфы имеют дацитовый состав, а дацитовые лавы локализованы исключительно в области массива Арагац, и тем, что в соседних вулканических районах они совершенно отсутствуют (8 стр. 179). Автор не объясняет все же причину появления туфовых извержений. Однако согласно его же геологической карте, вопреки его указаниям, плиоценовые кислые липарито-дациты имеют значительное распространение и за пределами массива Арагац.

Из изложенного читатель может заключить, что в современной литературе еще нет определенных указаний, какое место занимают туфы в цикле извержений, в комплексе центрального вулкана Арагац и каковы причины появления именно туфов.

Излагая закон вулканического последействия (81 стр. 68), мы также не коснулись вопроса туфов. Упомянутый закон распространялся лишь на лавы, экструзии и интрузии, располагающиеся на концентрических кругах с возрастающими радиусами.

И действительно, туфы на Арагаце можно встретить и на участках, близких к вершине вулкана, и на самых дальних участках периферии, и даже за контурным кругом Арагаца. Они не подчиняются этому закону. Это потому, что генетически туфы

не имеют отношения к полигенному вулкану Арагац, они не входят в комплекс его вулканической деятельности, и потому их нельзя включить в число паразитических вулканов Арагаца. Туфы на массиве Арагац являются инородными образованиями, они являются бисвулканами Гегамского нагорья.

Эти бисвулканы лишь территориально, и то не во всех случаях, расположились на массиве Арагац. Если бы на этом участке не было Арагаца, они все же расположились бы тут.

Правильно, что извержения здесь были именно туфовые, так как тут была необходимая для них кислая дацитовая магма; если бы не было тут подходящего состава магмы, имели бы извержения лавовые, а не туфовые.

При вулканической депрессии, как нам уже известно, образуется прогиб земной коры по волнообразной кривой, такой изгиб вызывает в земной коре силы упругости и дополнительные напряжения. Если эти напряжения превышают предельные значения, происходит разрыв, и образуется сброс. Схему этого явления можно представить следующим образом. Возьмем упругую линейку, установленную на упругое основание. От приложения силы P линейка примет волнообразную форму (рис. 24).

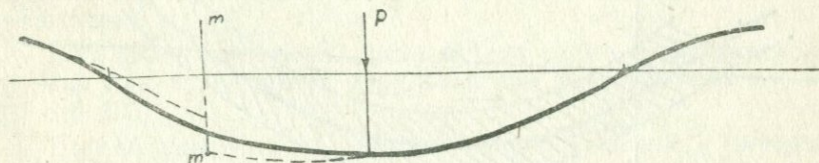


Рис. 24. Схема сброса при вулканической депрессии.

Если перерезать эту линейку в каком-либо сечении $m-m$, то ясно, — правая часть опустится, а левая — поднимется. Если перерез осуществить справа от силы P , то получим симметричную картину справа. В нашей работе эти обстоятельства были детально рассмотрены (81, стр. 16—31).

В геологической литературе обычно не обращается внимания на это, и никакие явления не связываются с ним; более того, обычно считают, что в природе существуют отдельно сбросы и взбросы, полагают, что порой они проявляются совместно. Между тем в геологической литературе (Япония) уже давно была высказана мысль, что сбросы и взбросы всегда проявляются одновременно, и лишь в особо редких случаях они могут проявиться раздельно.

В нашей работе «Энергетические факторы в тектонике Арагатской котловины» было указано на существенное значение под-

нятого крыла сброса: здесь магма производит отрицательную работу, или, как говорят в механике, работу сопротивления, в связи с чем получается закалка магмы, сопровождающаяся кристаллизацией ее, что в дальнейшем может открыть новый вулканический очаг (81 стр. 140).

Считаем не лишним еще раз обратить внимание читателя на исключительно большое значение этого явления, выражающееся в том, что работа магмы отрицательного знака, т. е. работа сопротивления при благоприятных условиях может вызвать разложение и распад вещества и атома и проявление ядерной энергии. Это свойство проявляется, по нашему мнению, во многих областях: на земле, на солнце и даже, видимо, в самом организме человека.

Надо отказаться от мысли, что вулканизм представляет явление прокола твердой земной коры с извержением магмы, получившей высокое напряжение. Если бы не было твердой земной коры, явления вулканизма все же имели бы место на земле; твердая земная кора, возможно, и накладывает свой отпечаток на явление вулканизма, но не является основным фактором.

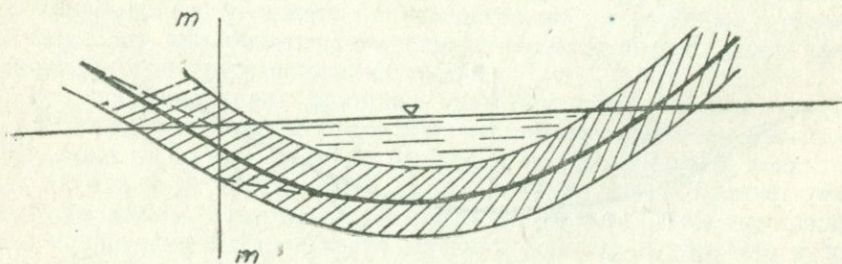


Рис. 25. Сброс в условиях прогнувшейся чаши озера Севан.

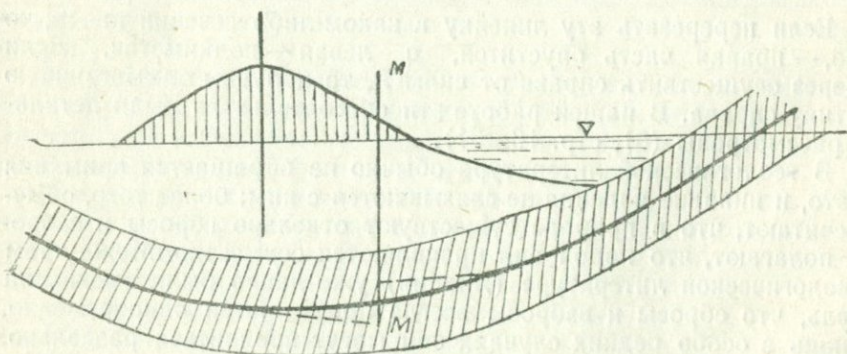


Рис. 26. Сброс от вулканической депрессии Гегамского нагорья.

В явлении сбросов, помимо всего этого, имеет серьезное значение вопрос — какая сторона поднялась, какая — опустилась. Рассмотрение этого вопроса раскрывает перед нами геологическую (тектоническую) обстановку, вызвавшую данный сброс.

Приведем примеры.

В геологической литературе описываются меридиональные сбросы, идущие от г. Камо на юг. Восточное крыло их поднято. Можно поставить вопрос: получился ли этот сброс от самостоятельного прогиба чаши озера, каковой прогиб часто описывается в геологической литературе, или от прогиба фундамента Гегамского нагорья под нагрузкой значительной массы лавы?

На рис. 25 и 26 представлены прогибы нейтральной оси земной коры для указанных двух случаев, для краевой части Большого Севана.

В первом случае восточное крыло опущено, а во втором — поднято. Так как в природе поднято восточное крыло, то мы имеем здесь второй случай. Следовательно, этот сброс принадлежит вулканической депрессии Гегамского хребта, а не прогибу чаши озера Севан.

Далее, в геологической литературе имеется указание о наличии так называемого Сарыкаинского сброса, начинающегося от мыса Норадус и протягивающегося на юг вдоль западного берега озера.

Еще ранее нами была разработана схема вулканической депрессии при кольцевом и полукольцевом расположении вулканов (81 стр. 103).

Прогиб при этом получается горизонтальный с внутренней стороны полукольца и наклонный с противоположной стороны (рис. 27).

Сопрягая плавной кривой оба крыла депрессии и рассматривая разрыв по некоторому сечению $n-n$, получим на сбросе подъем западного крыла, что и наблюдается в природе. Отсюда следует, что эта дислокация представляет сравнительно молодой сброс на миоплиоценовой депрессии Варденисского и южной части Гегамского хребтов.

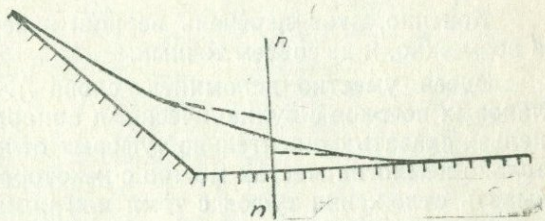


Рис. 27. Сброс при кольцевом и полукольцевом расположении вулканов.

Из прошлого нам уже известно, что этот сброс идет по линии экструзивных конусов в ореоле Гегамского нагорья, иначе

говоря, он также вызван вулканической депрессией Гегамского нагорья, а не прогибом чаши озера.

Таким образом, изучая вопрос о том, какое крыло сброса поднято и какое опущено, мы получаем возможность при наличии двух конкурирующих депрессий (нагорье и чаша) определять, которой из них вызван этот сброс.

Вернемся к вопросу о туфах.

Туфовые породы встречаются в Араратской котловине в твердом виде и в виде туфовых песков. Последние встречаются лишь в озерных отложениях Араратской долины. Когда туфовые выбросы попадали в воду Араксинского озера, они неизменно давали туфовые пески. Лишь в немногих местах бывшего Араксинского озера можно встретить твердые туфы, это на тех участках, на которых во время туфовых выбросов не было воды; они покрылись водой позже.

П. И. Лебедев считал, что туфы арктического типа приобрели свои качества в водной среде. Он дал свое заключение на основании полевых работ, выполненных им в 1928 г. (63 стр. 317). Позже в пределах Араратской долины под озерными глинами буровыми скважинами были обнаружены туфовые пески, что исключает предположения П. И. Лебедева. Как известно, эти предположения П. И. Лебедева отвергаются и К. Н. Паффенгольцем (97 стр. 538).

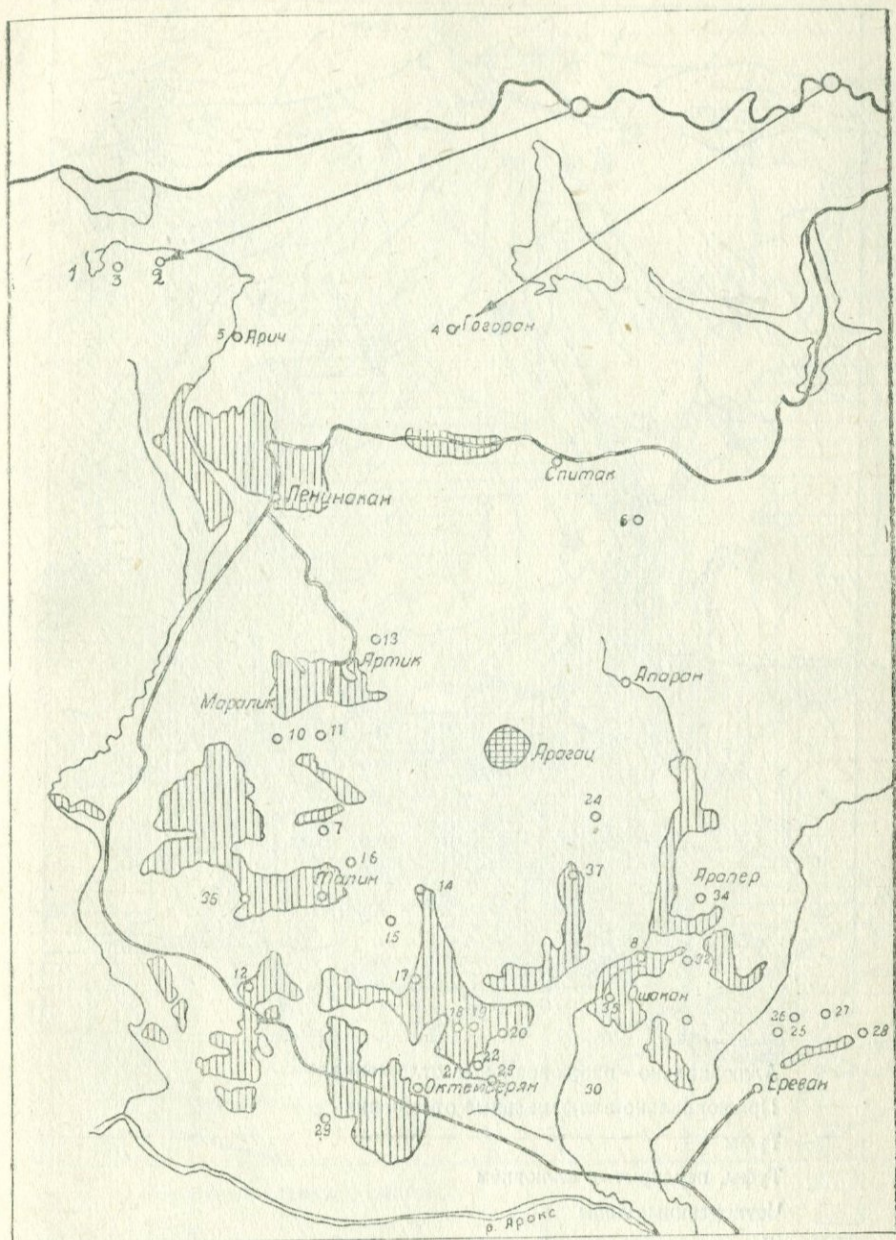
Ниже приводим три карты расположения туфовых полей. Авторами этих карт являются П. И. Лебедев, К. Н. Паффенгольц и А. Т. Асланян. Нетрудно заметить некоторое несовпадение в контурах туфов на этих картах. Но в общем они достаточно близки. Кроме этих карт, приводим перечень вершин извержения туфов, указываемых разными авторами. Этот перечень дается в таблице 2, откуда порядковые номера перенесены на карту А. Т. Асланяна.

Конечно, этот перечень вершин извержения туфов неполный, а возможно, и не совсем точный.

Здесь уместно вспомнить слова А. Н. Заварицкого: «Связь лавовых потоков с вулканическими аппаратами отчетлива, но этого нельзя сказать относительно туфовых отложений. Только в сравнительно немногих местах можно с некоторой долей вероятности связывать отложения туфов с теми или иными центрами извержения и соответственным вулканическим аппаратом» (49 стр. 214).

Тот же автор считал, что дальнейшее изучение деталей структуры основания позволит подметить еще неясные правильности в расположении четвертичных вулканов Армении (46 стр. 86).

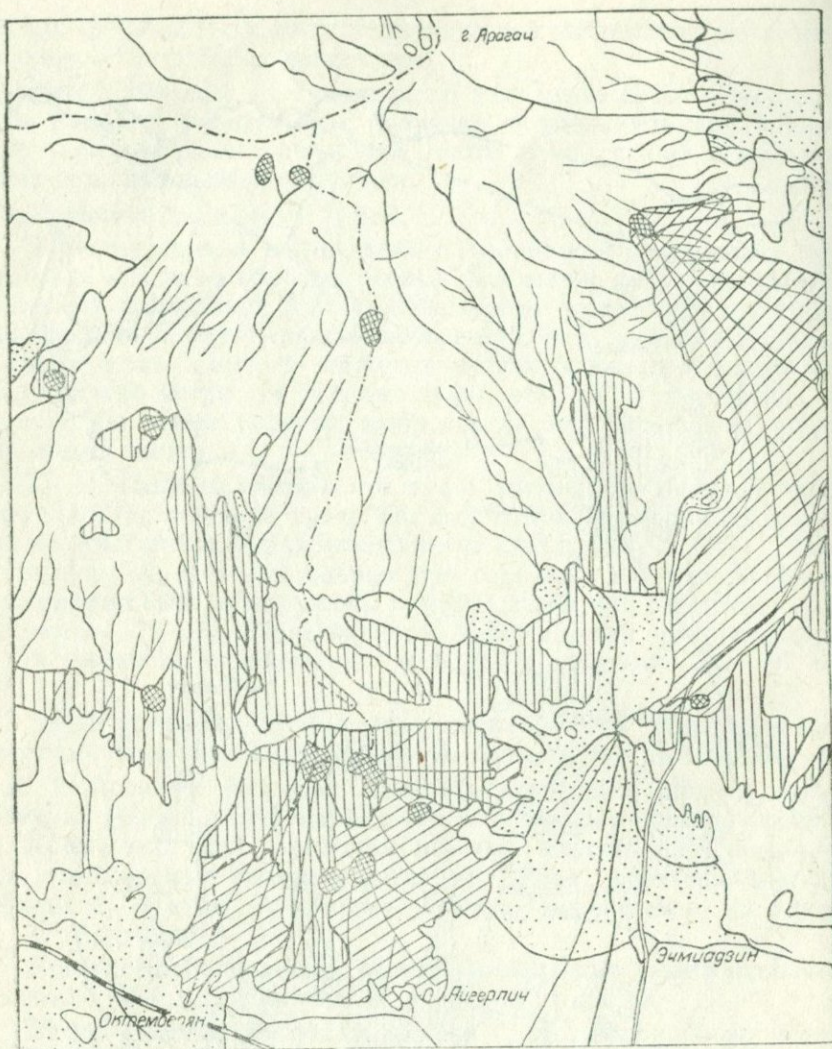
Надеемся, что наша трактовка в некоторой доле отвечает чаяниям А. Н. Заварицкого.



Базальты

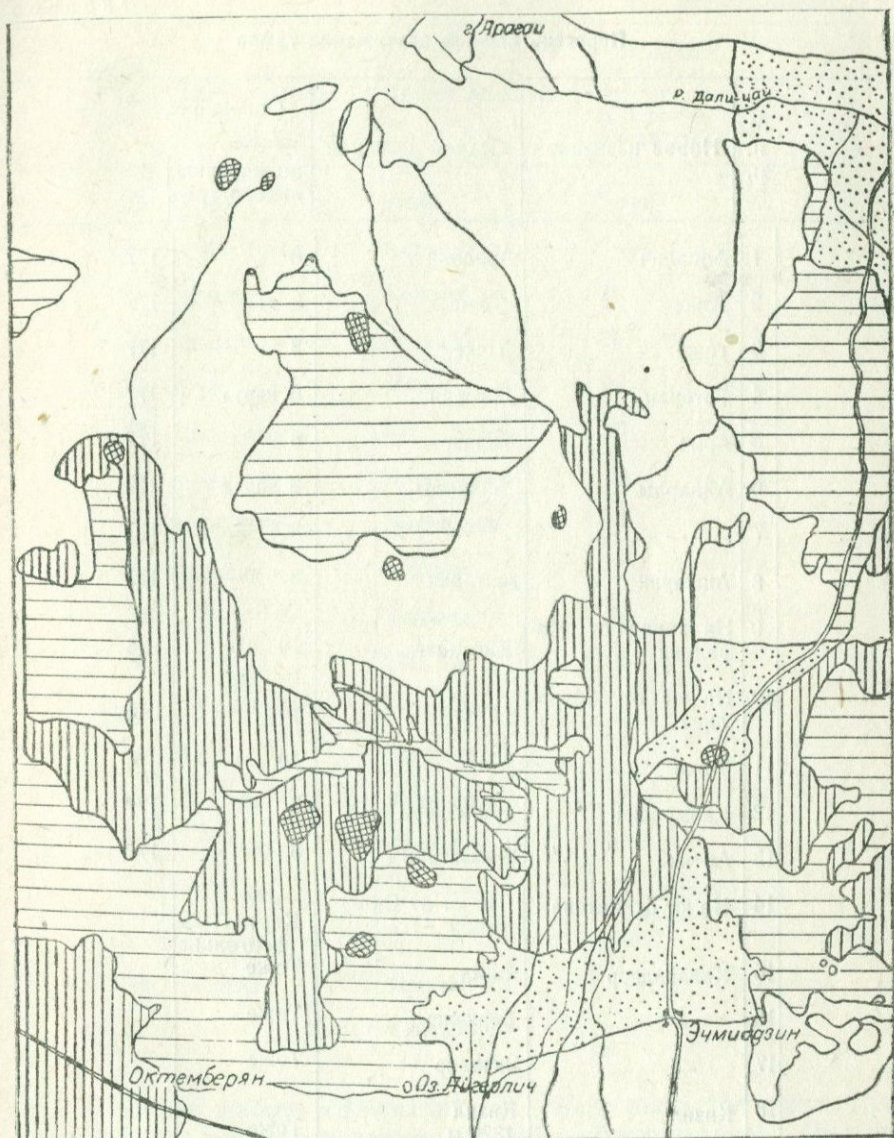
Туфы

Рис. 28. Схема распространения туфов на массиве Арагац по А. Т. Асланяну.



-  Аллювиально—пролювиальные отложения
-  Пролувиально-аллювиальные отложения
-  Туфы
-  Туфы, перекрытые аллювием
-  Четвертичные лавы
-  Дацилы привершинной зоны
-  Вулканические вершины

Рис. 29. Схема распространения туфов на массиве Арагац по К. Н. Паффенгольцу



- Щелочные дациты и дациты
- Туфы
- Андезито-базальты и базальты
- Аллювий и пролювий
- Вулканические вершины.

Рис. 30. Схема распространения туфов на массиве Арагац по работам
Зак. экспедиции АН СССР — 1927-28 гг.

Перечень вершин извержения туфов

№ п. п.	Новое название	Старое название	Основание	
			по перечню литературы	стр.
1	Арпалич	Арпалич	8	177
2	Тоже	Тоже	8	177
3	Тоже	Тоже	8	177
4	Гогоран	Гогоран	8 карта	177
5	Арич	Кипчаг	8	177
6	Айдарлы	Айдарлы	8 карта	177
7	—	—	8	177
8	Аштарах	Аштарах	8	177
9	На запад от Маралика	Кизилдаг	10	4
10	На юг от Маралика	—	10	4
11	Тоже	—	10	4
12	Кармрашен	Карабурун	8	177
13	Артик	Кабахтапа	8	177
14	На юг от Автона	На юг от Си-чанлу	Карта Паф-фенгольца	
15	Какавадзор	Яшил	Тоже	
16	—	Беркелю	Тоже	
17	—	Экзиляр	Тоже	
18	Кизил	Кизил 1329 м	Тоже	
19	Кизил	Кизил	Тоже	
20	Кизил (базальт)	Кизил	Тоже	
21	Кизил	Кизил	Тоже	
22	Кизил (баз.)	1082 м.	Тоже	

№ п. п.	Новое название	Старое название	Основание	
			по перечню литературы	стр.
23	Кизил	Кизил	Тоже	
24	Кизил (баз.)	Кизил	Тоже	
25	Канакер	Канакер	10	4
26	Ариндж	Ариндж	10	4
27	Мгуб	Мгуб	10	4
28	Юж. Арамус	Юж. Арамус	10	4
29	—	Карабукинд	10	4
30	Эчмиадзин	Эчмиадзин	10	4
31	Паракар	Паракар	10	4
32	—	Таналяр	8	176
33	—	1216 м.	8	176
34	—	Нохуттапа	8	177
—	Мастара	Мастара	8	177
	баз.	Курттапа	97	531
	баз.	Сев. от Кучак	97	531
	баз.	—	Карта Паф- фенгольца	
	баз.	—	Тоже	
35	Ошакан	Ошакан	8	137
36	—	Кабахтапа	8	177

В нашей работе «Энергетические факторы в тектонике Ара-
ратской котловины» изложена теория «бисвулканов» (81 стр.
137).

Изучая генезис туфов Арагаца и его окружения, мы будем
пользоваться этой теорией.

Цитированная выше работа, изданная в 1957 г., быстро ра-
зошлась, поэтому считаем нужным дать весьма краткое изложе-
ние этой теории.

На участке вулканической депрессии в связи с крупными про-

гибами под массивом вулкана, в местах значительных механических напряжений, образуются, поддерживая определенную закономерность, сбросы. В пределах поднятого крыла сброса магма производит отрицательную работу (сила тяжести направлена вниз, а перемещение кверху) и в связи с этим закаляется и приобретает способность по прошествии инкубационного периода открыть новый очаг вулканизма.

Магма в пределах территории Армении, и даже далеко за ее пределами, находится в движении.

Имея фигуры дизъюнктивных дислокаций Памбак—Севан—Зангезурского хребтов и сопоставляя их с идентичными фигурами вулканических вершин, расположенных на расстоянии 50—60 км от первых, получаем полную картину движения магмы.

В нашей работе (81) имеется карта, где отдельные фигуры сбросов и соответствующие им линии расположения вулканических вершин соединены стрелками—согласно схеме на рис. 31.

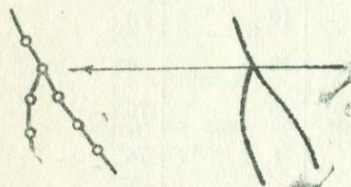


Рис. 31. Связь сбросов с вулканическими вершинами.

Для древних вулканов (Арагат, Арагац) это направление меридиональное, для четвертичных—широтное, западное (Алуджа, Балыкгель). Промежуточное положение, характеризующееся наклонными стрелками, относится к вулканам Гегамского хребта и др.

В цитированной работе даны соображения о причинах переменного направления движения магмы: магма движется от территорий, занятых морем, в сторону суши, нормально общему направлению береговой линии.

Современный Каспий вытянут в меридиональном направлении, поэтому движение магмы должно быть широтное, западное.

Понтическое море омывало М. Кавказ с севера и имело широтное направление, поэтому направление движения магмы в миоцене было меридиональное. Наклонные стрелки, указывающие на движение магмы, относятся к плиоцену, ко времени перехода от Понтического моря к современному Каспию. Ниже дан рисунок 52, иллюстрирующий эту динамику движения магмы.

Мы считаем, что туфовые извержения, расположенные на массиве Арагац, представляют из себя бисвулканы Гегамского хребта. Поэтому сбросы на его территории, перенесенные в западном направлении на 50—60 км, должны дать места туфовых извержений.

На рис. 32 представлена карта расположения туфовых пятен и перенесенных в западном направлении на 64 км сбросов Гегамского хребта.

Предоставляем читателю оценить степень точности совме-

ния мест туфовых извержений с полосами поднятых крыльев сбросов.

Все туфовые извержения и все позднечетвертичные вулканы располагаются на полосах поднятий. Этим подтверждается мысль, что туфы и позднечетвертичные вулканы, одновозрастные с первыми, являются бисвулканами Гегамского хребта.

Необходимо отметить, что на полосах поднятий должны располагаться не отложения туфов, а лишь вершинки, извергавшие туфы и лавы.

Но читатель может поставить вопрос: почему принято перемещение фигуры сбросов на 64 км, откуда такая точность?

Такое перемещение получено методом подбора. При таком перемещении получают наилучшие результаты.

Но в нашей республике имеются туфовые поля и вне пределов рисунка 32, например, Ленинанские, Памбакские и др.

Наличие этих туфов определенно указывает на то, что в строении от Гегамского хребта имеем также одновозрастные сбросы, породившие туфовые извержения.

Надо согласиться с А. Т. Асланяном (вопреки указаниям П. И. Лебедева), что туфовые массивы Ленинанка спустились с высот Арпалича, вокруг которого имеется несколько вершин, извергших туфы (8 стр. 177).

Это предположение считаем правильным, так как на пути по линии р. Ахурян на высоких бортах оврага Чатындара, расположенного на середине между Ленинанком и Арпаличем, имеется слой туфа (37).

Если мы отложим в обратном направлении на северо-восток расстояние в 50 км, мы окажемся на островке верхнеплиоценовых базальтов, расположенных вдоль р. Джилги, на участке Калинино-Степанаван. Эти базальты изолированные, они окружены более древними породами (см. карту А. Т. Асланяна).

Как известно, по р. Чичхан (Памбак) также имеются мощные отложения туфов. По данным К. Г. Шириняна, А. Т. Асланяна и К. А. Мкртчяна, центрами извержений памбакских туфов являются вершинки у сел Гогоран и Айдарлы. (8 стр. 177).

Если в данном случае отложить от вершины Гогоран в северо-восточном направлении 50 км, то мы попадем также на островок верхнеплиоценовых базальтов, извергшихся из центров Сомхетского хребта и стекших в основном по руслам притоков р. Храм (8 стр. 128). И здесь эти базальты располагаются островком в окружении более древних пород (см. карту А. Т. Асланяна).

Отметим, что расположение туфовых центров Ленинанка и р. Памбак указывает на юго-западное направление движения магмы, поэтому их возраст относительно старше возраста арагских туфов, которые характеризуются более поздним западным направлением движения магмы.

При этом намечается такая последовательность появления

туфов: в первую очередь, как было сказано выше, туфы Лени-накана и Памбака, затем туфы вдоль всей р. Ахурян, ориентированные на разломы древнего Арагаца с движением магмы уже в западном направлении и, наконец, арагацкие и приереванские туфы от магмы того же западного направления от разломов Гегамского хребта и Армагана.

Что же касается вершинки близ с. Айдарлы, то мы не находим на указанном выше расстоянии, и вообще на этой полосе каких-либо базальтов. Поэтому или надо исключить вариант Айдарлы в качестве вершинки, извергшей туфы, или имеются сбросы не от депрессий базальтовых вулканов, а от каких-либо других причин. В последнем случае это будет единственный из всех рассмотренных, так как во всех случаях туфовые вершинки представляли собой бисвулканы.

Чем объяснить, что для ленинаканских и памбакских туфов в течение инкубационного периода магма переместилась на 50 км, а от участка Гегамского хребта—на 64 км.

Анализ этого явления показывает, что, во-первых, перемещения на 64 км имеются на участках, точно расположенных на фронте озера Севан; на участках, расположенных севернее и южнее границ озера, имеем те же 50-километровые перемещения. Во-вторых, переход от 50 км на 64—километровое перемещение происходит по узкой полосе заметно резко.

На рисунке 32 часть карты, находящаяся на фронте озера Севан, показана сплошной линией, а за пределом этого фронта—пунктиром. Эта пунктирная часть по сбросам должна получить обратное смещение на величину

$$64 - 50 = 14 \text{ км.}$$

И действительно, если в пределах сплошной линии имеем вполне удовлетворительное совпадение сбросов и пятен туфов, то в пределах пунктирной линии это совпадение обеспечивается лишь при более или менее резком обратном смещении карты сбросов на величину в 14 км.

На рисунке 32 показаны эти обратные смещения сбросов и соответствие их туфовым пятнам.

У читателя невольно возникает вопрос: почему на фронте озера Севан скорость движения магмы повышается до 64 км?

В условиях современной изученности трудно дать исчерпывающий ответ на этот вопрос, но представляется, что если береговая линия Каспийского моря, отдаленная от Гегамского хребта на 370 км, может вызвать в пределах Армении вне фронта озера Севан перемещение магмы в 50 км, то озеро Севан, расположенное в непосредственной близости от Гегамского нагорья, как маленькое море, способно дать дополнительный импульс в 14 км.

Если в этом вопросе и имеются еще какие-либо другие обстоятельства, все же этот факт исключать нельзя.

В этих условиях мы получаем новое подтверждение тому, что движение магмы и направление этого движения в пределах Армении находились в зависимости от Каспийского моря.

Если, начиная от озера Севан, магма приобретает дополнительную скорость, то это означает, что определенное количество магмы уходит из-под чаши озера. Результатом этого явления должно быть самоуглубление чаши озера. Такое самоуглубление озера нужно считать процессом, происходящим вне зависимости от временных процессов, связанных с вертикальными колебаниями: депрессиями и поднятиями.

По причине новизны этой мысли мы не имеем каких-либо наблюдений по самоуглублению оз. Севан. Если эта мысль правильна, то она должна подтвердиться также на давно изучаемом Каспийском море.

Литература дает положительный ответ на этот вопрос. Б. А. Анпилов пишет: «Вертикальные движения котловины Каспия для различных районов геологами принимаются равными от 0,07 до 3 мм в год. Скорость прогибания наиболее подвижной части дна Южного Каспия не превышает 3 мм в год. По данным С. В. Брусевица, на дне моря ежегодно накапливается в среднем слой отложений в 0,5 мм, поэтому фактическое опускание дна не превосходит 2,5 мм в год, а в переводе на всю каспийскую впадину не более 1 мм в год (2 стр. 25).

Такая интенсивность самоуглубления только за четвертичный период могла дать депрессию крупного размера.

Но можно возразить, что на Каспии, возможно, в настоящем имеем обычную депрессию, так часто наблюдаемую на разных участках земли.

На это можно ответить, что на озере Севан это явление имеет границы, точно совпадающие с границами озера. Поэтому его никак нельзя путать ни с какими вертикальными движениями земли (эпейрогеническими); последние не зависят от рельефных условий участка. Эти движения имеют весьма глубокие очаги и появляются в результате работы крупных магматических сил, охватывая значительные участки земли.

Таким образом, подмеченное прогибание Каспийского моря получает свое конкретное объяснение на примере Севана.

Конечно, если процесс самоуглублений для водных бассейнов является процессом постоянным, то на данном отрезке времени он может быть осложнен теми или другими вертикальными перемещениями земной коры.

При этом отметим, что самоуглубление крупного водного бассейна, видимо, погашается на участках, расположенных внутри водоема вдали от берега, так как исключается возможность движения магмы из-за погашения самого градианта, стимулирующего это движение (перепад давления). Поэтому близ берегов самоуглубление должно быть более эффективным.

Опускание дна моря близ берегов должно повлечь за собой переход части земной коры в магматическую зону, ее расплавление и, как следствие — утонение земной коры.

В пределах Армянского нагорья имеется много четвертичных вулканов. К. Н. Паффенгольц все паразитические вулканы Арагаца считает самостоятельными четвертичными вулканами. Он же лавы всей северной половины Гегамского хребта считает четвертичными. Другие авторы, придерживаясь иных взглядов в вопросе возраста лав, выделяют четвертичные лавы по иному признаку.

Все это должно насторожить нас, — нам необходимо выделить вулканы, которые появились одновременно с туфами, иначе говоря, позднечетвертичные вулканы.

Учитывая крайнюю затруднительность определения возраста лав, во избежание ошибок, будем считать позднечетвертичными лишь те вулканы, которые перекрыли своими лавами туфы, а также те вулканы, по которым имеются определенные данные, подтверждающие их поздний возраст.

К числу подобных вулканов надо отнести вулкан на правом берегу р. Касах с отметкой 2432 м, который дал лавы, переслаивающиеся с туфами. На рис. 32 он отмечен № 1 (98 стр. 378). Другими вулканами, вернее цепью вулканов, являются вулканы на Апаранском участке от села Цахкаовит (Хаджи-Халил) до с. Варденут (Ширакала). Они представлены дацитами, излившимися из трещины длиной в 12 км, расположенной полукольцом между горизонталями 2200—2400 м (8 стр. 169). Б. Л. Личков подошел к возрасту вулкана 2432 м с морфологической точки зрения и пришел к заключению, что лавы этого вулкана моложе тех террас, на которых они фактически сидят. К числу подобных лав он относит лавы Апаранского участка, о которых упоминалось выше (70 стр. 67 и 111). Между с. Заринджа и Дзитанков, по данным П. И. Лебедева и К. Г. Шириняна, тоже имеется небольшой вулкан, перекрывший своими лавами туфы (8 стр. 169).

Весьма эффектно объясняется расположение Апаранских вулканов. На рис. 32 и 33 эти вулканы располагаются точно на поднятом крыле сброса по линии экструзий (вдоль пунктирной линии). Сохраняя нижний край хребта почти на своем месте и постепенно наращивая смещение хребта по закону прямой линии до величины в 14 км, получаем точно его фактическое полукольцевое расположение между горизонталями 2200—2400 м.

П. И. Лебедев изучал туфы и туфолавы северо-западного склона Арагаца. Он считал, что туфы изверглись из трещин, на линии которых существовали и центральные вулканы туфов.

В настоящее время укоренилось мнение о



Рис. 33. Схема, объясняющая полукольцевое расположение Апаранских вулканов.

воздушном происхождении туфов, что, конечно, не исключает излияний их из трещин.

Однако П. И. Лебедев считал их дацитовыми лавами, переродившимися после излияния в туфолавы.

Как было сказано выше, на месте очень трудно определять, из каких именно вершин изливались туфы. Обычно их следы исчезают, вершинки часто задерновываются. Несмотря на это, некоторые авторы все же решаются приписывать туфам определенные центры.

Работа П. И. Лебедева ценна для нас тем, что автор, изучая на месте природные условия, определяет не центры извержения, а участки трещинной полосы, откуда поступали туфовые породы. Этого нельзя найти у других авторов.

В качестве линий трещинных излияний, давших туфолавы, автор считает линию, проходящую через сёла Артик, Арич (Кипчах), Туфашен (Армутлу), Маралик (Моллагекча) (63 стр. 192 и 158). Далее линия трещинных излияний направляется в сторону конуса М. Артени (М. Богутлу) (63 стр. 159). Кроме того, туфолавы встречаются на широте В. Талина в Катнахпюрском (Мегрибанском) овраге в виде плотной красной туфолавы, перекрытой буровато-розовой туфовой породой (63 стр. 167). Верхней границей всех этих лав П. И. Лебедев считает горизонталь 2200м. (63 стр. 194/195). На рисунке 32 имеются белые пятна, где совмещаются поднятия и опускания. По этой причине эти участки являются как бы нейтральными. И действительно, на этих участках мы не имеем вулканов, извергавших туфы или разновозрастные базальты.

Замечательно то, что согласно данным А. Т. Асланяна (10 стр. 1), туфовый массив Нор-Артик-Заринджа в отличие от прочих, получил импульс именно со своей западной границы, что вполне соответствует рис. 32.

У читателя может возникнуть и такой вопрос: почему бисвулканы Арарата и Арагаца дали лавы Балыкгеля и Алуджи, а бисвулканы Гегамского нагорья на территории Арагаца дали туфы и лишь в редких случаях лавы?

Для района горы Арагац К. Н. Паффенгольц констатирует наличие кислых образований четвертичного времени наряду с основными; к последним он относит андезито-базальты вулканов Голгат, Кизилы, Курттапа и др. Это дает ему основание утверждать, что под массивом Арагац существуют одновременно на разных участках две магмы — основная и кислая (97 стр. 536).

А. Н. Заварицкий затрудняется согласиться с предположением о существовании двойного рода самостоятельных очагов магмы, указывая, что «... мы знаем во многих вулканических областях земного шара совместное нахождение вулканических продуктов разного состава, несомненно, происходящих из одного и того же очага». Со своей стороны он склонен это явление считать «результатом того процесса, который мы называем общим именем диффе-

ренциация магмы и который может быть вызван различного рода физико-химическими причинами». Тот же автор приводит пример вулкана Везувий, который из одного и того же жерла давал сначала кислые лавы и туфы, а затем основные лавы. «Не может быть никакого сомнения, — говорит А. Н. Заварицкий, — что здесь, на Везувии, эти изменения состава происходили именно в результате магматической дифференциации. С течением времени происходило и общее изменение состава продуктов извержений». (46 стр. 81).

Новый подход, который разработан нами на основе закона вулканического последействия, разрешает нам несколько иначе ответить на этот вопрос.

На основании закона вулканического последействия, после извержения вулкана центрального типа постепенно открываются очаги паразитических вулканов, располагающихся на расходящихся кругах вокруг центрального вулкана. Эруптивная сила их с переходом на круг большего радиуса падает, минералогический состав лав меняется, вулканы с основными лавами сменяются экструзиями и затем интрузиями даек, иначе говоря, основные лавы сменяются более кислыми.

Вывод из этого закона: центральный вулкан дает основную лаву, мелкие паразитические неглубокие вулканы дают кислые лавы. По этому закону, где бы ни появился вулкан, имеем одни и те же условия с небольшими вариациями в составе лав (46 стр. 81). Поэтому, если представить себе разрез магматической толщи, он будет иметь на нижних горизонтах жидкую основную лаву, переходящую на верхних горизонтах во все более и более вязкую, кислую.

Следовательно, если сброс был крупным, глубоким, обеспечивающим большой масштаб вулкана, последний даст основную лаву. Более мелкие сбросы, являясь причиной появления мелких неглубоких вулканов, дадут дацитовую лаву и туфы.

Если вулкан действует периодически, как например Везувий, то вполне закономерно указание А. Н. Заварицкого относительно появления в первую очередь кислой лавы (туфов) и затем, лишь по исчерпанию ее вокруг вулкана, основной лавы.

В Армении в комплексе Гегамских гор имеется вулкан Гутансар (Кетандаг), который дал вначале экструзию дацитовую магмы, а затем андезито-базальтовую (8 стр. 137). Далее на территории кизилов имели извержения, давшие в обильном количестве туфы, а вслед андезиты (97 стр. 537).

У сел. Дзорагюх (Нижний Пиртикян) К. Н. Паффенгольц отмечает слой туфа, перекрытый тонким слоем андезито-базальтов (97 стр. 529).

Все эти примеры подтверждают, что действительно, если небольшой вулкан действует несколько раз и первое извержение было туфовое, то последующие извержения могут дать лавы.

В условиях вулканов центрального типа Арарата и Арагаца вулканическая депрессия была глубокой, резкой; сбросы, вызванные этой депрессией, были соответственно крупные, и поэтому появились бисвулканы достаточно крупного масштаба (Балыкгель и Алуджа), и они дали не туфы, а основную лаву. Депрессия Гегамского нагорья имеет иной характер; здесь нет крупного вулкана центрального типа, здесь налицо множество ареальных вулканов; поэтому депрессия от этих вулканов хотя и достаточно глубокая, но не резкая, она развалистая, широко открытая и как таковая, имеет сравнительно не крупные сбросы. В результате имеем ряд неглубоких бисвулканов, извергших магму верхних кислых слоев и лишь в отдельных случаях перешедших на основную или по причине истощения верхних кислых слоев, или в связи с охватом более глубоких зон магмы.

График продольных скоростей речного потока имеет вид, представленный на рис. 34.

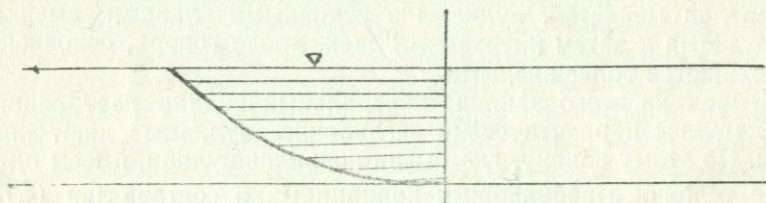


Рис. 34. График распределения скоростей речного потока.

На поверхности потока скорость течения будет максимальной, у дна — минимальной в результате сопротивлений, оказываемых дном реки.

Если такой же график скоростей составить и для подкоровой магмы, вязкой наверху и жидкой в глубине, получим идентичную картину: в глубине большие скорости, а непосредственно под корой в вязкой магме — ничтожные (рис. 35).

Движущаяся магма встречает сопротивление в вязкой части и в связи с этим замедляет скорость своего движения (рис. 35).

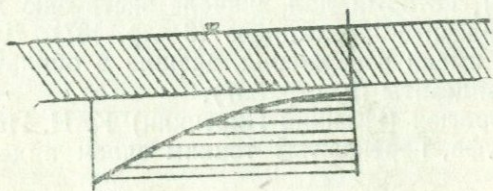


Рис. 35. График распределения скоростей магмы под корой.

Таким образом, и в данном случае имеет место работа сопротивления, отрицательная работа магмы, которая, как нам уже известно, в определенной мере закаляет магму, меняет ее структуру.

Будем считать, что этим самым мы вкладываем дополнительное конкретное содержание в понятие «дифференциация магмы». Пребывающая в статических условиях магма вряд ли способна на какие-либо изменения.

Энергия сопротивления расходуется на повышение радиоактивного потенциала. В результате такого процесса логично ожидать в вязкой магме, в отличие от основной, появления свойств взрывчатости.

И действительно, А. Н. Заварицкий основными отличительными свойствами вязкой магмы считает вязкость и взрывчатость (46 стр. 76).

Факты подтверждают высказанное. Нередко при извержениях туфов, когда участвует вязкая лава, выделение газов происходит с более или менее с шумным взрывом (46 стр. 78), в то время как при исключительно жидкой тяжелой магме, имеющей высокую температуру и содержащей значительное количество газов, «магматические газы выделяются без больших взрывчатых явлений, спокойно, как будто происходит их испарение из лавы» (46 стр. 77).

Нам представляется неоспоримым, что вязкая подкоровая магма обладает взрывчатостью именно по причине радиоактивности, приобретенной на отрицательной работе магмы.

Незначительный масштаб явления может обеспечить при этом не новый очаг вулканизма, как то свойственно сбросам, а всего лишь взрывной эффект.

Кратко резюмируя, считаем, что за период действия вулкана из его жерла может излиться сперва кислая, а затем основная лава. Обратной последовательности извержения лав не может быть.

Неправ поэтому П. И. Лебедев, по мнению которого излилась сперва основная лава, затем кислая дацитовая, и в последнюю очередь — туфы (63 стр. 312, 352).

К. Н. Паффенгольц приводит ряд доводов, отвергающих схему П. И. Лебедева (97 стр. 531, 532); он считает, что ошибка П. И. Лебедева заключалась в том, что последний путал возрасты лав, именно четвертичные лавы путал с олигоценовыми. Мы же считаем за П. И. Лебедевым ошибку не возрастного характера, а более принципиальную.

Ошибка П. И. Лебедева заключалась в том, что он допускал извержение из жерла одного и того же вулкана основных лав, дацитов и туфов.

На самом же деле основные лавы изверглись из центрального вулкана, дациты — из паразитического вулкана (современная вершина) (81 стр. 53), а туфы имели в каждом отдельном случае

свои небольшие вулканы, разбросанные по массиву и вне массива, и не имели никакого отношения к комплексу Арагаца.

Концепция К. Н. Паффенгольца также не соответствует действительности. Весьма искусственно предполагать наличие двух магм в пределах массива Арагац — основной и кислой с неясными, переплетающимися и необъяснимыми границами. Мы уже знаем, что схему П. И. Лебедева отверг К. Н. Паффенгольц, а схему последнего не признал А. Н. Заварицкий.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ПОДОЗЕРНЫХ ТУФОВЫХ ПЕСКОВ АРАРАТСКОЙ ДОЛИНЫ И ПРИЕРЕВАНСКИХ ТУФОВ С ВУЛКАНОМ АРМАГАН

В ряде скважин, пробуренных в Араратской долине, обнаружены отложения туфовых песков.

Нашей задачей является выяснить генезис и места расположения центров их извержений.

С этой целью ниже приводится таблица с указанием сел, где заложенные скважины обнаружили туфовые пески. Мощность этих песков определялась, к сожалению, лишь в редких случаях, так как, получив артезианскую воду из туфовых песков, колхозы не финансировали дальнейшее бурение скважин.

Основанием для составления таблицы служили два документа: 1) Осушение Карасу-Зангибасара том II (87) и 2) Кадастр скважин Геолфонда. В таблице они обозначены цифрами 1 и 2. В последней графе отмечен этап формирования песков согласно нашей работе (83).

Значительное количество скважин, включенных в таблицу 3, представляет изыскательские скважины. Они бурились в удобных местах по преимуществу вне сел; отметки устьев специально не определялись.

Формирование Араратской долины, как это выяснено изысканиями и исследованиями, происходило в три этапа (83).

В запруженной затекшими лавами долине трижды устанавливался озерный режим. Последний этап с озерным режимом получился от поднятия Неграмского участка.

Этапы озерного режима сменялись неозерными, когда почти полностью ликвидировалось озеро.

Время появления озерных режимов в Араратской долине — плиоцен-постплиоцен.

Документация и история формирования Араратской долины приведены в нашей работе «Подземные воды Араратской котловины», том III.

Туфовые пески и покровные базальты, обнаруженные скважинами в Араратской долине

№ п. п. № 1	по пор. № 2	Наименование села		Глубина кровли туфа		Глубина кровли покровного базальта	Пройдена мощн. туфа	Основание	
		новое	старое	Пески туфовые	Плотный туф			Основание	Этап
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	—	Устье Раздана	Устье Заяги	—	—	—	—	1	3
2	—	Ст. Масис	ст. Улуханлу	—	—	—	—	1	3
6	51	Мехмандар	Шорлу Мехмандар	—	—	—	—	1	3
—	6	Тоже 2 км к югу от села	—	—	—	—	—	2	3
—	30	Между с. Мехмандар и Хатунарх	—	42	—	—	1,15	2	3
—	80	Мехмандар	Шорлу Мехмандар	38	—	—	2,4	2	3
—	35	Тоже	Тоже	—	—	—	—	2	3
8	—	Раимабад	Раимабад	—	—	—	—	1	3
9	—	Каракишлаг	Каракишлаг	37,82	—	—	10,9	1	3
—	8	Геташен	Джафарабад	—	153	29,5	—	2	1
10	—	Аревшат	Вармазьяр	38,15	—	—	11,95	2	3
12	—	Сарванляр	Сарванляр	—	—	—	—	1	3
13	—	Н. Хатунарх	Н. Хатунарх	—	—	—	—	1	3
—	74	Тоже	Тоже	—	—	—	—	2	3
14	31	Чобанкяра	Чобанкяра	—	—	—	—	1	3
	1	»	»	—	—	—	—	2	3
	89	»	»	36/62	—	—	4,6,5	2	3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	90	2,8 км ССЗ от села	—	22,3	—	—	2,2	2	3
	12/91	1,5 км на З. от села	—	—	—	—	—	2	3
	32	Чобанкяра	Чобанкяра	—	—	—	—	2	3
15	—	В. Зейва	Арм. Зейва	45,28	—	—	5,4	1	3
16	—	Апага	В. Туркманлу	59,76	—	—	1,65	2	3
	59	»	»	—	—	—	—	2	3
	16	Мргашат	Гечерлу	—	—	—	—	2	3
17		Варданашен	Чибухчи	112	—	—	1,8	1	3
—	17	Бамбакашат	Бамбакашат	—	—	—	—	2	3
24		ст. Эчмиадзин	ст. Эчмиадзин	23	—	—	3,6	2	3
	62/25	ст. Эчмиадзин	ст. Эчмиадзин	—	28	—	—	2	3
—	—	Джрарат	В. Кархун	—	143,6	—	3,6	2	3
		»	»	—	—	—	—	2	3
	25	Пшатаван	Игдалу	—	296	171	—	2	1
	29	2-ой совхоз	2-ой совхоз	—	—	—	—	2	3
31	69	Аракс	Н. Кархун	115	—	—	2,45	2	3
	68	»	»	—	—	—	—	2	3
32	—	Келанлу	Келанлу	42,7	—	—	3	1	3
33	—	В. Хатунарх	В. Хатунарх	57,7	—	—	1,3	1	3
34	—	Б. Демурчи	Шорлу Демурчи	24	—	—	0,85	1	3
		»	»	—	—	—	—	2	3
35		Захмат	Хачапарах	—	—	—	—	1	3
	35	Аразап	Эвджиляр	—	—	—	—	2	3
	31	Камышлу	Камышлу	—	—	—	—	2	3
37		Сарванляр	Сарванляр	—	—	—	—	1	3
	38	Маркара	Маркара	—	—	—	—	2	—
39	—	В. Зейва	Тат. Зейва	23,75	—	—	9,2	1	3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
42		Н. Ниджерлу	Н. Ниджерлу	—	—	—	—	1	3
43		Каргабазар	Каргабазар	42,7	—	—	3	1	3
	72	»	—	78,87	—	—	1,13	2	3
44		Мугам	Мугамлу	—	—	—	—	1	3
45		Лусагюх	Н. Туркманлу	72,57	—	—	4,7	1,2	3
46	145	Мхчан	Иманшалу	—	—	—	—	1	3
	47	Ерасхаун	Куру-Араз	106	—	—	2	2	3
	48	»	»	—	—	—	—	2	3
50		Зангиляр	Донгузян	35,38	—	—	1,2	1	3
	51 в	Агавнатун	Агавнатун	—	89/95	60	—	2	—
	65	Айгерлич	Айгерлич	—	—	—	—	—	—
	73	Н. Хатунарх	Н. Хатунарх	63,85	—	—	1,65	2	3
	86	Эчмиадзин	Эчмиадзин	—	—	—	—	2	3
	21	Джанфида	Джанфида	—	—	—	—	2	3
	107	Арбат	Арбат	—	—	—	—	2	3
100		Ранчпар	Ранчпар	82,8	—	—	2	2	3
		—	Сараджаляр	—	—	—	—	2	3
		—	Абулькент	56,8	—	—	0,7	2	3
		Келанлу	Хараба Келанлу	—	—	—	—	2	3
		—	Гасанлу	—	—	—	—	2	3
		Вост. Армавир	Вост. Армавир	—	111	—	12,2	2	2
		Зап. Армавир	Зап. Армавир	—	28,2	—	6,8	2	3
	127	—	Шуракенд	127	—	—	3	2	—
		Паракар	Паракар	—	есть	—	—	—	—

Села, где в скважинах пройдены туфовые пески 3-го этапа

№ п. п.	Наименование сел		№ п. п.	Наименование сел	
	новое	старое		новое	старое
1	2	3	4	5	6
1	Аревшат	Вармазяр	12	В. Хатунарх	В. Хатунарх
2	Каракишлаг	Каракишлаг	13	Между Мехмандар и Хатунархом	Тоже
3	Мехмандар	Мехмандар	14	В. Келанлу	В. Келанлу
4	Чобанкяра	Чобанкяра	15	Лусагюх	Н. Туркманлу
5	Демурчи	Б. Демурчи	16	Н. Хатунарх	Н. Хатунарх
6	Зангиляр	Донгузян	17	Ерасхаун	Куру-Араз
7	Абулькенд	—	18	ст. Эчмиадзин	ст. Эчмиадзин
8	—	Шуракенд	19	Аракс	Н. Кархун
9	—	В. Зейва	20	Каргабазар	Каргабазар
10	—	Н. Зейва	21	Ранчпар	—
11	Апага	В. Туркманлу	22	Варданашен	Чибухчи

На основании таблицы 4 составлена карта расположения туфовых песков в пределах Араратской долины. Заложенные буровые скважины показали наличие туфовых песков в основном под верхними озерными глинами, что соответствует III этапу формирования Араратской долины, и лишь в немногих случаях их можно встретить под нижними озерными глинами, относящимися ко II этапу формирования Араратской долины.

Верхние озерные отложения имеют, по определению А. Б. Эберзина, постплиоценовую фауну (81 стр. 80).

На рис. 36 показана граница распространения туфовых песков III этапа в виде двух отдельных туфовых пятен.

В условиях современной изученности этого вопроса не совсем ясно существование двух отдельных пятен, так как на белой полосе между этими пятнами скважины вообще отсутствуют, или их очень мало, что объясняется заболоченностью и засоленностью этой полосы; по той же причине здесь нет и населенных пунктов, поэтому не было надобности и в скважинах. Не исключена возможность, что здесь имеем одно большое пятно.

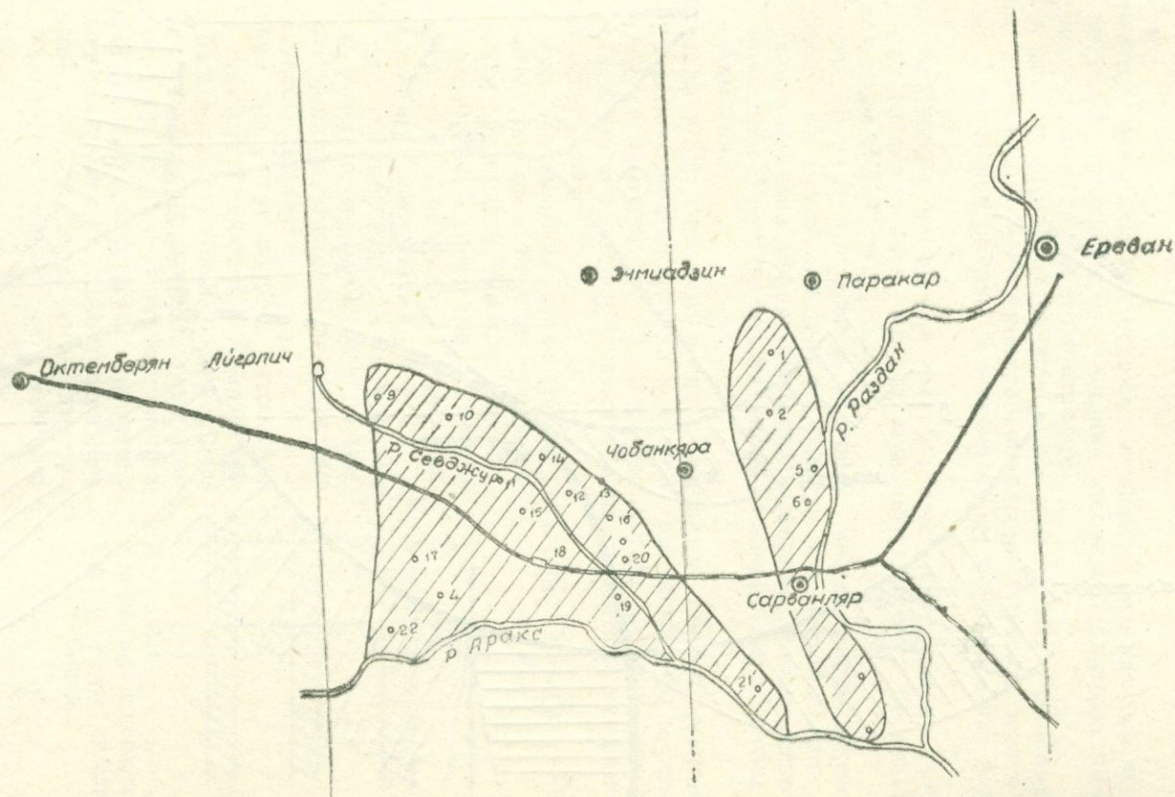


Рис. 36. Схема распространения туфовых песков под озерными глинами III этапа.

Южная граница отложений туфовых песков условно оборвана на р. Аракс, являющейся государственной границей Союза. Данных о распространении туфовых песков по другую сторону р. Аракс не имеем.

Читатель, очевидно, уже освоился с мыслью, что каждый вулкан в пределах Армении с его индивидуальной характеристикой и генезисом находится под его контролем.

И в данном случае он должен знать, какие именно вершинки туфовых извержений были причиной появления туфовых песков в пределах Араратской долины и в связи с чем появились эти вулканы.

Придерживаясь принципов, выработанных нами, мы и в данном случае устанавливаем, что эти вулканы являются бисвулканами какого-то большого вулкана.

По той причине, что полоса туфовых песков располагается ниже фронта оз. Севан, мы должны считать, что месторасположение основного вулкана должно быть на расстоянии 50 км в восточном направлении. Географическая карта приводит нас точно к вулкану Армаган.

Выяснив это и зная, что в числе основных сбросов должны быть сбросы по линии экстрезий и внутри этой линии, мы перенесим последние мысленно на 50 км на запад и на поднятом крыле этих сбросов ищем по затерявшимся следам вероятные вершинки туфовых извержений.

На рис. 37 показаны линии ореола затухания Армагана. Мы сочли более удобным перенос осуществить, как и прежде, на 64 км, а те части ореола затухания Армагана, которые приходятся ниже фронта оз. Севан, подать на рисунке обратно на 14 км.

Но где эти неясные следы туфовых вулканов, которые, можно сказать, дважды стерты долгим временем и существовавшим здесь озером?

Отвечая на этот вопрос, учтем, что еще до туфовых вулканов в Араратской долине был долгий озерный режим. Здесь было несколько слоев озерных глин, создающих напор. В настоящее время пробуренные скважины вскрывают артезианские воды нескольких самостоятельных горизонтов. Эти изолированные друг от друга горизонты были и при извержении туфов.

Нам представляется, что туфовый вулкан, пробившись сквозь все озерные отложения, своим жерлом создал «окно» для выхода напорных вод (рис. 38). При наличии крупных артезианских на-

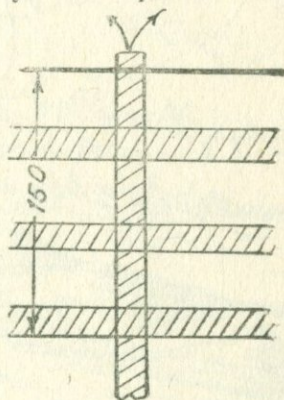


Рис. 38. Выход напорных вод по жерлу вулкана. Гейгель.

жоров это жерло не могло уже затянуться илом и должно было остаться постоянно действующим восходящим родником.

В Араратской долине и именно на участке отложения туфовых песков имеется несколько подобных участков: 1) участок в низовье р. Раздан — озерко Гейгель, 2) крупный родник в с. Сарванляр и 3) участок Чобанкяра-Мехмандар.

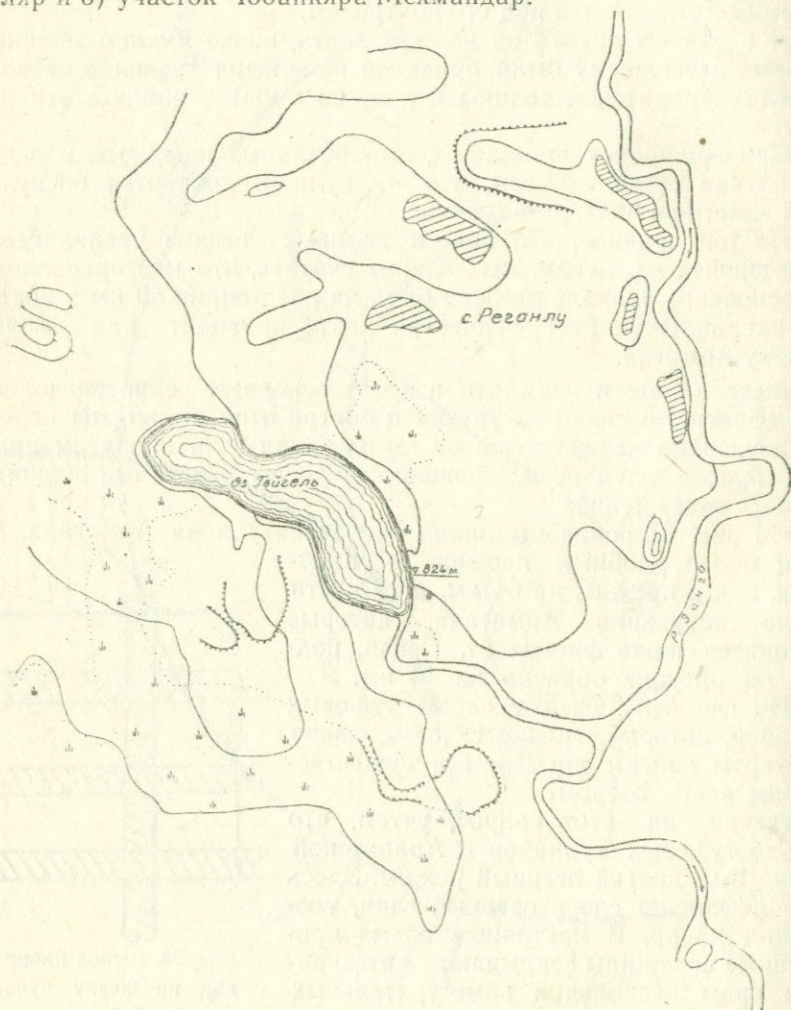


Рис. 39. Участок выхода напорных вод в озере Гейгель.

На рис. 39 показан участок выхода напорных вод — «Гейгель» (Архив МВХ № 524). Он расположен в низовье р. Раздан. В третьем томе «Подземных вод Араратской котловины» даны показатели по этому озеру, именно: отметка озера, площадь, занятая озером, расход воды, равный нескольким кубическим метрам в

секунду. Выход подземных вод здесь имеет место не только по площади озера, но и по непрерывной линии до бывшего тут села Абулькенд и даже еще дальше.

Близ пересечения железнодорожного полотна с р. Раздан имеется с. Сарванляр с родником, дебит которого довольно велик.

На всей территории Араратской долины ниже полотна железной дороги нигде нет точки с таким большим дебитом. Отметим, что этот родник действует не в пойме реки, а на сравнительно высоком берегу р. Раздан, близко от берегового обрыва.

Можно полагать поэтому, что этот родник занял жерло туфового вулкана. Такое предположение будем считать не вполне обоснованным.

Участок Чобанкяра-Мехмандар заметно отличается от своего окружения. На ровном болотистом участке, широким полем простирающимся на десятки километров, неожиданно встречаем Чобанкяринскую возвышенность, имеющую линейное расположение, и на продолжении — отдельные бугры, тоже линейно расположенные. Этот участок показан на рис. 40. Вряд ли можно найти какое-либо другое объяснение, чем то, что эта линия бугров и возвышен-

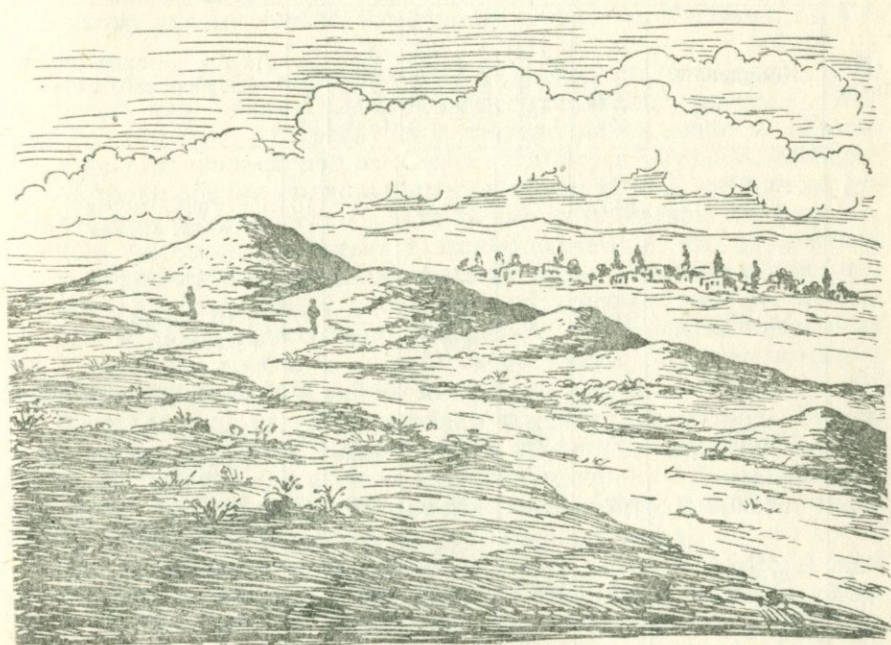


Рис. 40. Возвышенности Чобанкяра-Мехмандар, образованные трещинным излиянием туфов.

ность в несколько километров длиной являются линией трещинного излияния туфов.

Попутно отметим, что появлению тут локальной возвышенности способствовало нахождение ее на полосе эоловых песков, пересекающих сравнительно узкой полосой в косом направлении Араратскую долину. Эти пески, как известно, засыпали доверху и древний храм «Звартноц» (В. Ф. Захаров).

На этом участке много лет назад было заложено несколько скважин, прорезавших верхний слой озерных глин. Несмотря на то, что Чобанкяра не находится на периферии бывшего Араксинского озера, все же не все скважины перерезали озерные глины. Имеется скважина № 5, которая, несмотря на 108-метровую глубину, не перерезала ни одного слоя озерных глин, в то время как другие смежные скважины показали нормальный озерный разрез. Разрезы этих скважин представлены в таблице 5.

Мы считаем логичным принять, что скважина № 5, расположенная на самом высоком участке, пришлась на линию трещинных выбросов и поэтому не отразила в разрезе ни одного слоя озерных глин.

Таблица 5

Основные показатели, изыскательских скважин, заложенных на участке
Чобанкяра-Мехмандар

№ п. п.	Координаты	Отметка устья	Глубина скважин	Отметка кровли водонос. горизонта	Уровень воды	Дебит л/с	Литологический состав водоносного слоя
1	д. 44° ш. 40°	843,5	72	808,5	—	10	I туфовый песок II песок, галька
2	д. 44° ш. 40°	843,4	50	821,1 815,4 808,4	— — —	40 12	I туфовый песок II, III песок, галька
3	д. 44° ш. 40°	843	40	827,4 820 808,4	— — 845	10 18 —	I песок мелкозернистый II тоже III песок крупнозерн.
4	д. 44° ш. 40°	832	44,25	788,8	836	23	I водоносн. напорный горизонт; песок, гравий.
5	д. 44° ш. 40°	848	108	813 774,5	846,5 846	— —	Безнапорн. водонос- ный горизонт; песок, галька
6	д. 44° ш. 40°	833	40,4	827,9 795,0	—	0,3	I песок II туфовый песок

Приведенные два признака могут сильно расположить нас считать Чобанкяринский бугор за участок трещинных выбросов туфов. В прошлом, когда Араратская долина не была еще так сильно нанесена, Чобанкяринский бугор имел относительно большую высоту.

На рис. 37 показаны сбросы ореола затухания Армагана, перемещенные в западном направлении на 64 км.

Считая озеро Гейгель, родник с. Сарванляр и участок Мехмандар-Чобанкяра вершинками туфовых извержений, мы на ореоле затухания получим их места, переместив указанные точки в западном направлении на 14 км. Выполнив это, находим, что перенесенные точки Гейгеля, Сарванляра и Чобанкяры довольно правильно ложатся на поднятых крыльях основного сброса ореола.

Так же довольно удачно оправдываются туфовые участки г. Еревана и его окрестностей, а также туфы Аринджа, Авана и др.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ ГЛУБИННЫХ ЗОН ГЕГАМСКОГО НАГОРЬЯ

Как известно, гидрогеологией Гегамского хребта занимались многие исследователи. Особенно большое внимание было уделено восточному склону хребта, входящему в пределы бассейна оз. Севан.

Но никто из исследователей не дал гидрогеологической схемы глубинных зон. Такая тема здесь рассматривается впервые. Объясняется это тем, что республику интересовали вопросы, связанные с использованием вод оз. Севан, поэтому и изучения проводились с точки зрения водного баланса озера. И так как для облегчения схемы предполагалось, что гидрогеологическая граница Севанского бассейна совпадает с топографической, то не считали нужным рассматривать гидрогеологию всего Гегамского хребта.

Мы придерживаемся иного взгляда: считаем, что не целесообразно и даже недопустимо говорить о взаимосвязи подземных вод Гегамского хребта с водами озера Севан без рассмотрения гидрогеологических условий всего хребта в целом.

Свою задачу мы ограничиваем рассмотрением лишь Гегамского хребта, оставляя Варденисский хребет вне нашего рассмотрения. Включение последнего излишне расширило бы рамки нашей темы. Такой подход считаем целесообразным, так как в нашу задачу не входит определение водного баланса озера.

При рассмотрении гидрогеологических условий факторы климатического характера будут приняты по нашим прежним работам; в вопросе осадков будем исходить из разработок Института энергетики и гидравлики АН Арм. ССР (разработка Г. А. Александряна). Геологические условия будем базировать на данных

К. Н. Паффенгольца, так как у него принято более подробное расчленение лав по отдельным типам. Одновременно будут учтены широкие геологические изыскания, выполненные Геологическим управлением Арм. ССР в 1957 и 1958 гг. Гидрологические элементы будем учитывать по данным Севанского гидрометеорологического бюро и Гидрометслужбы.

В гидрогеологическом отношении для нас имеет существенное значение тот факт, что южная часть Гегамского хребта сложена древними андезитами, практически водонепроницаемыми (95 стр. 65). И действительно, в то время как на склонах Гегамского хребта, покрытых лавами типа Е, нет речных систем, даже небольших, на участке, сложенном древними андезитами, имеем крупные речные системы Гаварагета, Валиагалу, Бахтака, Цаккара и множество весьма мелких склоновых родников (рис. 41).

Весь западный склон Гегамского хребта покрыт лавами типа Е; на восточном склоне древние андезиты занимают площадь до высоты 40°20'.

Под лавами типа Е, вопреки общему мнению геологов, изучавших этот район, не будем предполагать никакого хребта, разделяющего подземные воды на два склона.

При рассмотрении вопроса о палеорельефе были даны факторы, указывающие на поперечные для Гегамского хребта гребни, а отнюдь не продольные.

Древние базальты в районе г. Еревана, согласно К. Н. Паффенгольцу и другим, поступили со стороны Гегамского нагорья, но не с хребта, а с Инакдага и Гутансара (Кетандаг).

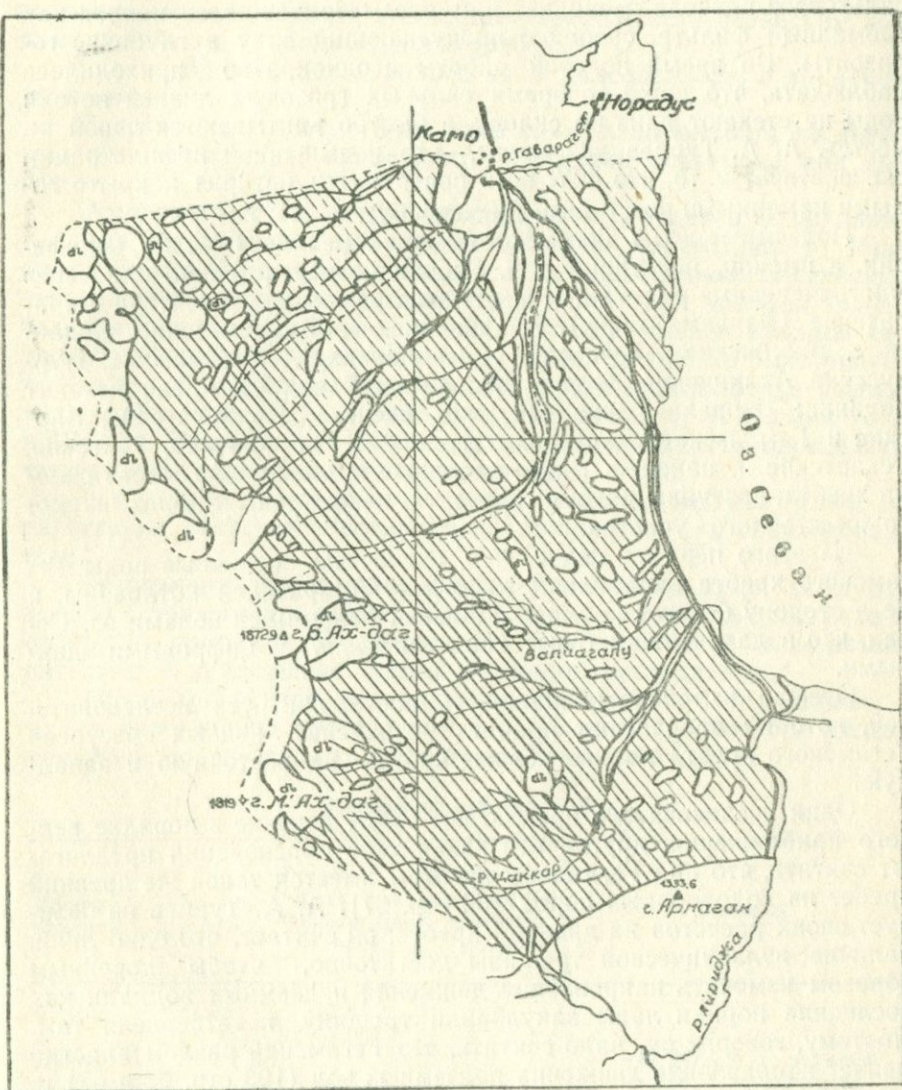
Закключаем поэтому, что под лавами типа Е имеется на древнем фундаменте из порфиринов и туфобрекчия (по К. Н. Паффенгольцу) лавы типов В, С, Д.

Каков бы ни был этот палеорельеф, ныне он опущен вулканической депрессией, поэтому под лавами Гегамского хребта имеем низкие отметки палеорельефа.

Другим существенным обстоятельством, характеризующим Гегамское нагорье, является отсутствие в пределах лав типа Е каких-либо изолирующих слоев в виде туфов, столь характерных и осложняющих движение подземных вод массива Арагац.

Исключение, как мы видели выше, представляет береговая полоса озера, где в условиях многократных излияний краевые полосы лав перекрылись озерными глинами и изолировали отдельные слои лав (рис. 7 и 49).

Во всех лавовых районах наблюдаются водоупорные прослойки, создаваемые самими лавами. Не исключено, что в условиях Гегамских гор имеются подобные прослойки, но, видимо, их роль здесь небольшая. Это можно подтвердить тем, что на Гегамском хребте, сложенном лавами типа Е, склоновые родники почти не встречаются. Поэтому и инфильтрационные воды здесь срав-



Андезито-базальты

Рис. 41. Участок практически водоупорных древних андезито-базальтов Гегамского нагорья (50).

нительно легко проникают вглубь, чему способствуют и сбросы, которых, как мы видели выше, немало в пределах нагорья.

По этому поводу А. А. Турцев (108, стр. 7), описывая Гегамский хребет, пишет: «Прекрасная трещиноватость андезито-базальтового покрова позволяет нам рассматривать весь покров как громадный фильтр, свободно пропускающий воду в глубокие горизонты. Во время полевой работы неоднократно приходилось наблюдать, что даже во время сильных грозовых ливней потоки воды не стекают вниз по склону, а быстро впитываются лавой на месте». А. А. Турцев указывает, что повышенной инфильтрации способствует и то, что 40% всей поверхности нагорья покрыто голыми каменными россыпями (108 стр. 60).

Подземные воды Гегамского хребта реализуются на периферии, а именно, поступают в р. Раздан непосредственно или через многочисленные родники. К числу этих родников относятся: Джаратские (Рандамальские), Атарбекянские, Макраванские, Солакские, Бжнинские, Авазанские (Озанлярские), Гюмушские, Нурнусские, Арзнинские, Кетранские. В бассейне той же реки выходят родники: Дзорахпорские (Тетджабакские), Крхбулагские, Зарские и Гямризские. Далее идут родники: Гарнинские, Гохтские, Гехартские и, наконец, многочисленные родники восточного склона хребта, поступающие в оз. Севан, а также воды так называемого «бессточного» участка.

Из этого перечня видно, что, к счастью, основные воды Гегамского хребта направлены в сторону Араратской котловины, а не в сторону богатого атмосферными и наземными водами оз. Севан, что в дальнейшем будет подтверждено и цифровыми данными.

Отсюда вытекает ошибочность построения тех исследователей, которые предлагают принять разделение водных ресурсов Гегамского хребта на две равные части — на восточную и западную.

Одни исследователи предлагают такое деление в порядке первого приближения, другие без каких-либо обоснований предлагают считать, что под Гегамским хребтом имеется такой же древний хребет из водоупорных пород (80 стр. 97). А. А. Турцев не базирует своих расчетов на древнем хребте; он считает, что одно лишь наличие вулканической трещины достаточно, чтобы коренным образом изменить направление движения подземных вод, так как последние порции лавы закупорили трещину и затвердели там. Поэтому, говорит он, надо считать, что Гегамский разлом властно меняет направление движения подземных вод (108 стр. 63 и 67) и, кроме того, препятствует проникновению севанских вод в Араратскую долину.

Мы далеки от такого упрощенного взгляда, никаких хребтов палеорельефа, никаких пробок вдоль надуманной трещины; все эти искусственные предположения должны быть отброшены. Ни-

же покажем, что если просачивающиеся севанские воды не появляются в родниках Крхбулага и в других крупных родниках, то только потому, что инфильтрующиеся атмосферные осадки, повышенные в зоне хребтовой полосы, образуют бугор в гидро рельефе подземного озера; именно это не дает возможности севанским водам пробиться на западный склос хребта.

Таким образом, здесь вопрос не в палеорельефе, а в гидродинамике.

Перейдем к вопросу о том, где и какие воды выходят на дневную поверхность, где происходит разгрузка подземных вод нагорья.

Основным местом разгрузки является р. Раздан и ее родники.

Для проведения необходимых замеров современная р. Раздан не может быть использована, так как невозможно определить небольшие поступления грунтовых вод в реку при наличии значительных попусковых севанских вод. Поэтому считаем нужным использовать документацию того времени, когда еще не было попусковых вод в р. Раздан. Нам удалось найти в гидрофонде Гидрометслужбы Арм. ССР данные двух экспедиций по р. Раздан 1931 и 1932 гг. Эти важные документы дают возможность определить естественное нарастание расхода по реке.

Так как число гидрометрических постов незначительно, то нарастание расходов получается не постепенным, а скачкообразным.

Экспедиционные данные фиксировали поступления воды отдельно с правого и с левого берегов, а также расходы родников и отборы на орошение. Последние для верхних отметок были незначительны. В приложении даются экспедиционные данные.

Ниже приводится дополнительная обработка этих данных с целью определения поступлений в р. Раздан грунтовых и родниковых вод исключительно со стороны Гегамского хребта.

Экспедиция декабря 1932 г.

Места замеров	Замеренные расходы	Расходы попусков и правых притоков	Расходы со стороны Гегамского хребта	Расчеты
Исток	2,44	2,44	0	
Джрарат (Ранда-мал)	2,193	—	—0,247	—0,247 из-за неучета расхода мельничной канавы.
		1,109		р. Мисхана
Дарачи-чаг	4,107	—	0,805	$4,107 - 2,193 - 1,109 = 0,805$ ирригац. отбор

1	2	3	4	5
Ахта	4,398	—	2,404	$4,398 + 1,308 - 2,193 =$ $-1,109 - 2,404$
		-1,308		Ирригационный сброс
Кахсы	7,325	—	4,021	$7,325 - 2,193 - 1,109 +$ $+ 1,308 - 1,308 = 4,021$
		0,011 0,412 0,322		
Гюмуш	11,835	—	7,788	$11,835 - 2,193 - 1,109 =$ $-0,745 = 7,788$
Арзни	14,00	—	9,702	См. ниже справку
Кетран	14,408	—	10,361	$14,408 - 2,193 - 1,109 =$ $-0,745 = 10,361$

Справка. Экспедиционный замер по Арзни был признан дефективным. Поэтому базируемся на данных постовых замеров за декабрь 1932 г. (14,2—14,0—13,9) в среднем 14,0.

Исчисленный расход: $14,0 - 2,44 - 0,004 - 1,109 - 0,745 = 9,702 \text{ м}^3/\text{с}$.

Согласно данным этой таблицы, в декабрьские дни со стороны Гегамского хребта в реку поступало у Кетрана $10,36 \text{ м}^3/\text{с}$. В наших расчетах мы должны исходить из среднегодовых поступлений воды в р. Раздан, что, очевидно, составит несколько большую величину, чем то было в декабрьские дни.

Переход на среднегодовые показатели выполним по соотношению расходов на посту Кетран за вычетом попусковых вод из озера Севан, т. е. по соотношению:

Расходы по данным декабрьской экспедиции 1932 г. со стороны Гегамских гор

Расходы по данным экспедиции 1932 г. с обоих берегов р. Раздан

Расходы среднемноголетние со стороны Гегамских гор

Расходы среднемноголетние с обоих берегов реки.

Вследствие общности климатических условий бассейна увеличение или уменьшение поступлений воды с одного берега сопровождается такими же изменениями и с другого берега, что в условиях продолжительного срока наблюдений не может вызвать возмущений.

Подставляя имеющиеся в нашем распоряжении, по данным Гидрометслужбы, цифровые показатели, получим:

$$\frac{10,36}{X} = \frac{14,41 - 2,44}{17,90 - 2,55} = \frac{11,97}{15,35}$$

или $X = 13,3 \text{ м}^3/\text{с}$, представляющий среднемноголетний расход р. Раздан, поступающий со стороны Гегамского хребта у гидрпоста Кетран.

В створе Канакер подобный же расчет дает $X = 13,05 \text{ м}^3/\text{с}$.

Ниже приводим расходы вод, выклинивающих на разных участках бассейнов рек с Гегамского нагорья. Таблица 6

Воды, выклинивавшиеся в каньоне р. Раздан

№ п. п.	Наименования участков	Отметка в м	Частные замеры л/с	Принято л/с	Всего	Примечания
1	2	3	4	5	6	7
1	Рандамал — Макраван-Еленовка	1715	3700	3700	3700	ВЭНИ. Армгидэл АрмНИИГ и М
2	Ахпаринский	А 1700	10,5 6,4	8,4		
		Б 1700	13,3 3,4 3,5	6,7	15,1	
3	Ахтинский	1900	8	8	8	
4	Солакский	А 1620	3	3		
		Б 1580	4,2			
		В 1625	2	2		
		Г 1560	3	3		
		Д 1600	128 200	164	178,6	
5	Бжнинский	А 1510	3	3	3	
6	Арзаканский	А 1460	37,2	37,2		
		Б 1460	105 128	116,5		
		В 1470	117 158 220	132		
		Г 1400	62 80	71		
		Д 1460	166 133,9	150		
		Е 1450	5	5	511,7	
7	Алапарский	А 1575	81 83 73,7 63 95,3 81,7	80		
		Б 1560	0,48			
		В 1560	0,51	0,51		
		Г 1500	0,05	0,05	81	

1	2	3	4	5	6	7
8	Авазанский	А	1445	0,32 0,20	0,26	
		Б	1445	0,25 0,45		
		В	1445	0,8 1,15	1,0	
		Г	1445	4,3 1,74	3,0	
		Д	1420	5,4 6,0	5,7	
		Е	1420	21	21	31,3
9	Гюмушский	А	1460	493 557	525	
		Б	1465	47,1	47,1	
		В	1465	15,2		
		Г	1425	20 27,5		
		Д	1450	2,4 6,1	4,3	
		Е	1405	2,3 9,9	6,1	611,5
10	Нурнусский	А	1475	71	71	
		Б	1480	46 67,2	56,6	
		В	1480	1,35	1,35	
		Г	1435	5,75	5,75	
		Д	1470	4,0	4,0	138,7
11	Арзинский	А	1300	0,44	0,44	
		Б	1260	83,4	83,4	
		В	1290	988	988	
		Г	1250	170	170	1242
12	Кетранский	А	1355	18,4 44,0	31,2	31,2
13	Итого Поверхностный сток у Канакера		—	—	—	6552 1830
14	Греванский участок		980	—	—	467
	Всего					8850

Справка. Расход р. Раздан м/п Ереван
 $14,90 - 5,3 - 0,745 = 8,85 \text{ м}^3/\text{с}$, где
 $5,3 \text{ м}^3/\text{с}$ — расход р. Мирмарик
 $0,745$ — согласно таб. 6.
Поверхностный сток: $8,85 - 6,55 - 0,47 = 1,83 \text{ м}^3/\text{с}$

*Воды, выклинивающиеся в бассейне р. Раздан, не
попадающие в реку*

1	2	3	4	5	6	7
15	Крхбулагский	1440	1943		1943	
16	Зарский	А 1705	5,3 4,8	5,0		
	Б 1705		2,6 0,0	1,3		
	В 1340		37,6	37,6		
	Г 1350		79	79	123	
17	Кемалский	А 1920	5,7	5,7	5,7	
18	Гямризский	А 1580	22,7 41 0 40			
	Б 1405		31,4 125	33,7		
	В 1400		160,5 38,6	143 38,6		
	Г 1295		24,2	24,2		
	Д 1520		3,1	3,1		
	Е 1530		27	27		
	Ж 1515		11,5	11,5		
	З 1400		7,4	7,4	288,5	
19	Безаклинский	А 2140	39,9 50 46 53 43 56	48		
	Б 2110		45 36 36,6	39,2	87,2	
20	Теджирабакский	А 1545	35 38,1	36,6		
	Б 1535		2 2 1,3			
	В 1535		0,66	0,6		
	Г 1530		0,57	0,57		
	Д 1540		2,4 2,45	2,4		
	Е 1530		43,8 40,9	42,3		
	Ж 1615		1,0	1,0	85,3	
	З				200	
	всего				2733	

1	2	3	4	5	6	7
<i>Воды бассейна р. Азат</i>						
1	Кохтский А	1540	375	375	375	(72)
2	Соцгюхский А	1560	10	8,3		
	Б	1440	1,1	1,1	9,4	
3	р. Азат-Зовашен	1430	550	550	550	
4	Итого				935	
	Приток Милидара					
	поверхностный и внут-	2000			2260	(101)
5	ренний					
	Азат-Зовашен				3040	
	поверх-					
	ностный					

Всего р. Азат-Зовашен 6240 (18 стр. 146)

Воды Севанского бассейна

1	Кяварагет				3510	(38 стр. 153)
2	Валиагалу с Цакка-				870	"
	ром					
3	Бахтак				730	"
	Итого				4950	
4	Бессточный бассейн				250	38 стр. 29
5	грунтовое питание озе-				500	(105)
	ра					
	Всего для Севанского				5700	
	бассейна					

Суммируя все воды с Гегамского нагорья, получим:

$$8,85 + 2,73 + 6,24 + 5,70 = 23,52 \text{ м}^3/\text{с}.$$

В расходах Рандамального участка — 3,0 м³/с озерных, поэтому с Гегамского хребта будет 23,52 — 3,0 = 20,5 м³/с, из коих в сторону оз. Севан — 5,70 м³/с или 24%, остальная часть направлена в Араратскую долину.

Модуль стока для Гегамского нагорья определяется на основании этих данных величиной

$$\frac{23520}{2240} = 10,5 \text{ л/с с км}^2,$$

а с учетом лишь Гегамских вод $\frac{20520}{2240} = 9.2 \text{ л/с с км}^2$.

Эти показатели впервые появляются в нашей литературе. Они базируются на гидрометрических наблюдениях, поэтому имеют определенную достоверность; одновременно они же являются убедительным опровержением утверждениям некоторых исследователей о том, что под Гегамским хребтом имеется якобы или осадочный или нековый заслон, «властно, как картинно выража-

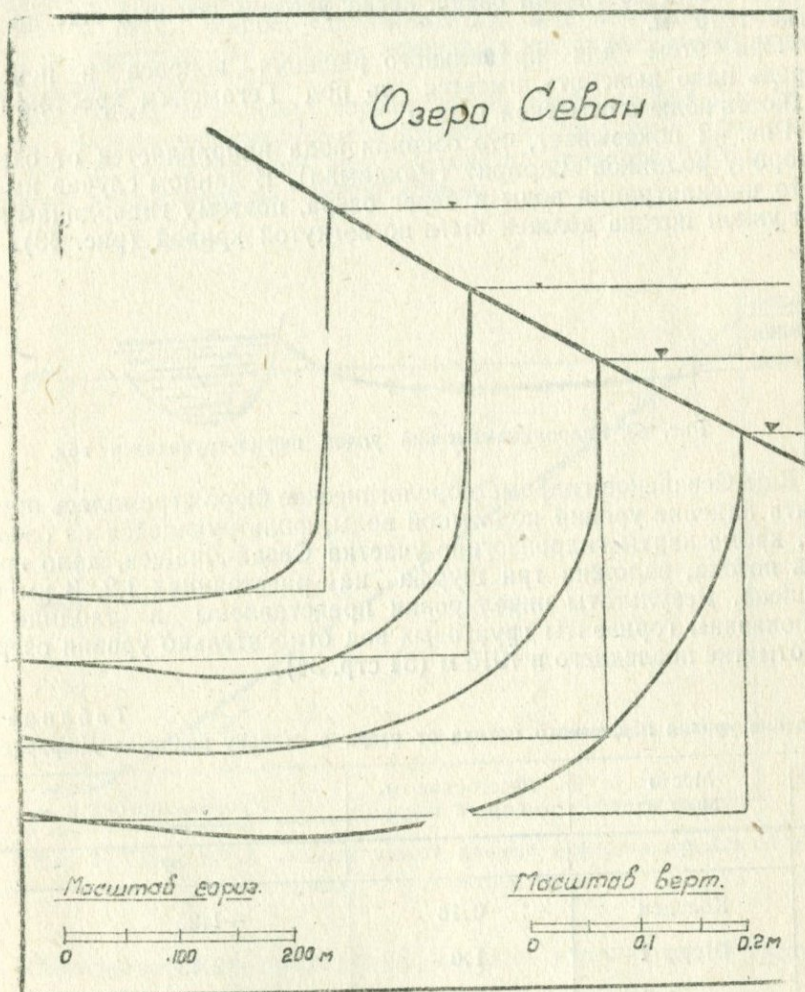


Рис. 42. Депрессия озерной воды на одном из характерных участков береговой полосы.

ется А. А. Турцев, направляющий подземные воды на восток и на запад».

Эти же показатели подтверждают высказанную выше мысль о том, что само озеро и Гегамский хребет образовались на древнем рельефе, имевшем наклон в сторону Араратской долины (рис. 4).

Уточнив количество вод, стекающих с Гегамского нагорья, определим места скоплений этих вод под хребтом и скатерть подземного озера.

При изучении этого вопроса будем рассматривать условия, которые были до спуска озера, когда уровень его был еще на отметке 1916 м.

При этом для правильного решения вопроса в первую очередь надо выяснить, имеется ли под Гегамским хребтом поверхность воды с отметкой 1916 м.

Рис. 42 показывает, что озерная вода направляется от озера в сторону родников Джрарат (Рандамал). В данном случае имеет место инфильтрация воды в берег озера, поэтому гидродинамический уклон потока должен быть по вогнутой кривой (рис. 43).

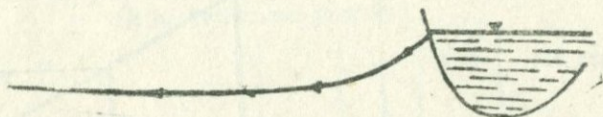


Рис. 43. Гидродинамический уклон инфилирующих вод.

Еще Севанское гидрометеорологическое бюро стремилось определить падение уровня подземной воды, фильтрующейся из озера. Оно, кроме карты гидроизогипс участка Севан-Лчашен, дало профиль потока, заложив три шурфа на расстояниях 1,2, 3 км от Лчашена. Результаты нивелировки представлены в таблице 7, где показаны горизонты грунтовых вод относительно уровня озера при отметке последнего в 1916 м (54 стр. 34).

Таблица 7

Падение уровня подземного потока от озера в сторону родников Джрарат

	Место замера	Расстояние от берега в км	Уровень потока в м.
1	2	3	4
	Колодец	0,16	—1,26
	Шурф 1	1,0	—2,13
	— 2	2,0	—2,88
	— 3	3,0	—8,0 (воды нет)

Автор этой таблицы, выполнивший нивелировку шурфов и в другой срок, нашел неувязки, искажающие картину, и пришел к заключению, что на основании этой таблицы можно говорить лишь о наличии подземного потока от озера в сторону родников Джрарат и нельзя пользоваться данными таблицы для установления гидравлического уклона (54 стр. 35).

Поэтому в дальнейшем будем пользоваться данными буровых скважин.

В 1957 г. Геологическое управление провело бурение в районе Лчашен-Севан. Была заложена скважина № 65 в 1,5 км на юго-восток от с. Варсер глубиною 256 м с отметкой устья в 1918,6 м, прорезавшая лавы и дошедшая до туфобрекчий и порфиритов на глубине 163 м.

Вода появилась с двух горизонтов на глубине: 22,4 м и 18 м. На рис. 44 показан продольный профиль потока до спуска озера и по 1957 г., когда уровень озера стоял на отметке 1906 м, а в скважине вода стояла на отметке 1896 м.

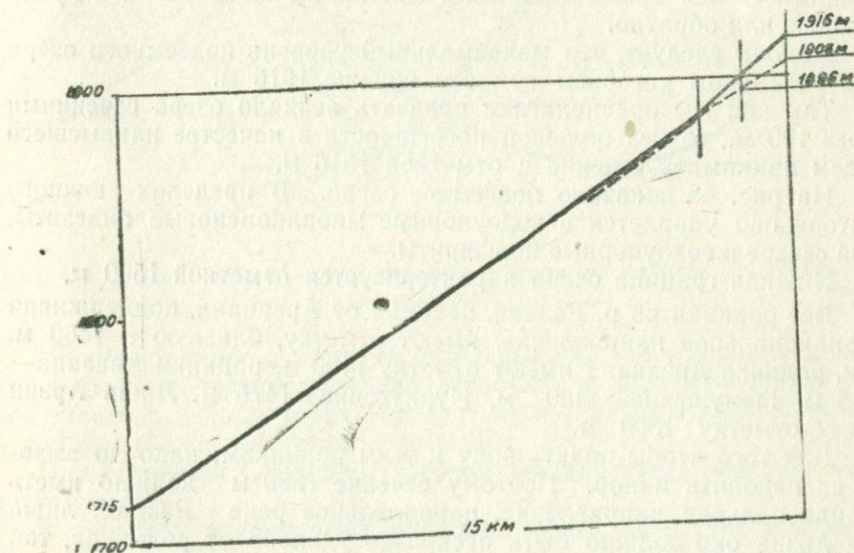


Рис. 44. Продольный профиль уровня озерной инфильтрующейся воды на участке Лчашен-Джрарат.

Первоначальный продольный профиль имел средний уклон

$$\frac{1916 - 1715}{15000} = 0.0133,$$

а в условиях 1957 г., когда уровень озера был на отметке 1906 м,

$$\frac{1906-1715}{15000}=0,0127.$$

Этим условиям не противоречит глубина стояния воды в скважине 1957 года.

Наше изучение движения подземных вод, проведенное в других районах, дает для гидравлического уклона подземного потока, протекающего без какого-либо подпора, величину 0,01.

Поэтому полученную для Гегамского нагорья величину гидравлического уклона можем считать вполне приемлемой.

Конечно, этот расчет ориентировочный, но он дает основание считать, что от уреза озера до родника Джрарат (Рандамал) имеется общее зеркало подземных вод с плавным движением потока, без каких-либо разрывов, перекатов и пр.

Из дальнейшего будет видно, что с этим потоком Севан-Лчашен-Джрарат увязывается и общий уровень подземных вод Гегамского нагорья.

Таким образом, уровень подземных вод всего Гегамского нагорья увязывается с уровнем оз. Севан без каких-либо необычных сложных связей вроде подземных водопадов из озера в сторону нагорья, или обратно.

Отсюда следует, что максимальный уровень подземного озера под Гегамским нагорьем немного больше 1916 м.

Так как мы предполагаем показать зеркало озера сечениями через 100 м., то без большой погрешности в качестве наивысшего будем принимать сечение с отметкой 1916 м.

На рис. 45 показано подземное озеро. В пределах южного сектора оно упирается в водоупорные миоценовые андезиты, а на севере в водоупорные порфиры.

Нижняя граница озера характеризуется отметкой 1500 м.

Все родники по р. Раздан, начиная от Арзакана, поддерживая меридиональное направление, имеют отметку, близкую к 1460 м. Так, родники Арзакана имеют отметку 1460 м, родники Авазана—1445 м, Гюмушские—1460 м, Нурнуские—1475 м. Лишь Арзни имеет отметку 1300 м.

Для того чтобы подать воду к этим родникам, надо до выхода их накопить напор. Поэтому сечение 1500 м должно иметь меридиональное направление, параллельное реке Раздан; лишь для Арзни оно должно быть несколько удалено от родников, так как эти выходы уже на 150 м ниже предыдущих.

Для правильного направления сечений 1600 и 1700 м учитываем, что Солакские родники имеют отметку выхода 1600 м, а родники Ахпара, находясь на близком расстоянии от первых,—1700 м. Поэтому если в предыдущем случае сечение 1500 м должно было иметь направление, параллельное родникам, здесь, наоборот, они должны проходить через указанные пункты наклонно к направлению реки.

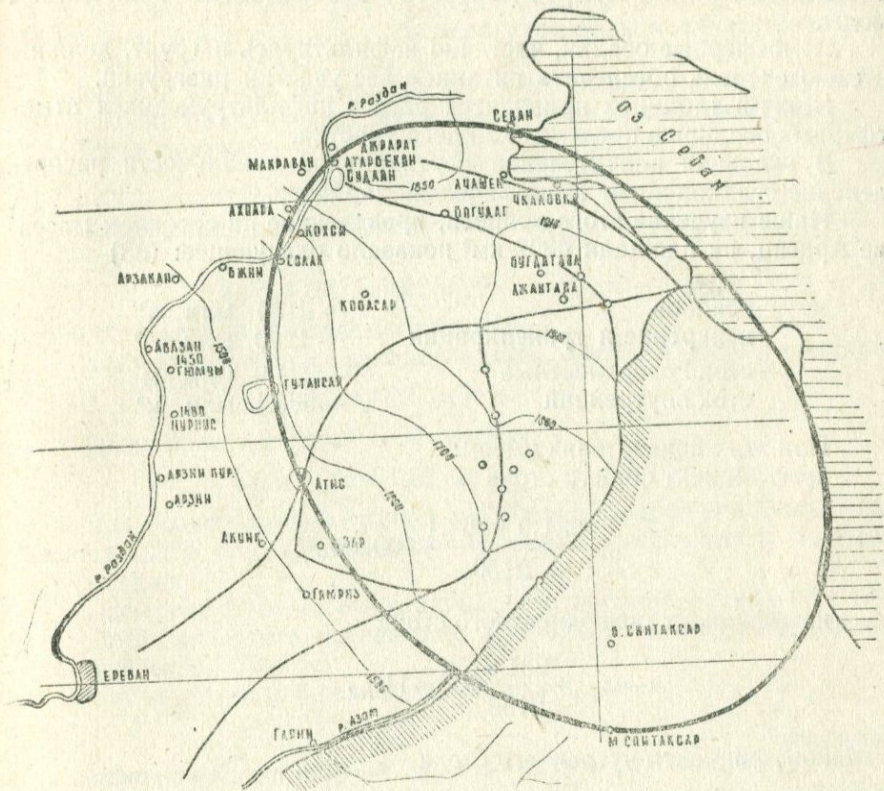


Рис. 45. Принципиальная схема подземного озера на глубине до 1,5 км. под горой.

Подземное озеро делится на отдельные участки, направляющие свои воды в сторону рек Раздан, Крхбулаг и Азат. На границах этих участков зеркало озера образует бугры, а между последними на каждом указанном потоке — выгибы.

Под основным Гегамским хребтом зеркало озера образует водяной бугор.

В пределах водоупорных миоплиоценовых андезитов подземное озеро практически отсутствует. Эти водоупорные породы выходят на дневную поверхность на высоких отметках.

Вследствие незначительной инфильтрации осадков вглубь породы по всей южной части восточного склона Гегамского хребта развита речная система (рис. 41).

В пределах подземного озера нами выделено четыре участка: Разданский, Крхбулагский, Азатский и Бессточный.

Показанное на рис. 45 подземное озеро должно удовлетворять не только указанным выше условиям, но также условию полного

обеспечения всех четырех потоков необходимым количеством воды.

Атмосферные осадки, частично инфильтруясь в грунт, должны в свою очередь обеспечить питанием все участки разгрузки.

Ниже в таблицах приводится расчет инфильтрующихся атмосферных осадков в пределах каждого участка.

В условиях значительной вертикальной зональности распределение осадков носит специфический характер.

Наше изучение этого вопроса, проведенное на соседнем массиве Арагац, на площади 4357 км² показало следующее: (83)

осадков	-- 2150	млн	м ³
испарение и транспирация	-- 1250	млн	м ³
сток поверхностный	-- 231,9	млн	м
сток внутренний	-- 668,1	млн	м ³

При этих показателях имеем:
коэффициент общего стока

$$\frac{231,9 + 668,1}{2150} 100 = 42\%,$$

коэффициент поверхностного стока

$$\frac{231,9}{2150} 100 = 11\%,$$

коэффициент внутреннего стока

$$\frac{668,1}{2150} 100 = 31\%.$$

Нам хорошо известны инфильтрационные условия на Гегамском нагорье и на массиве Арагац. Учитывая сильное развитие **каменных россыпей (чингилей)** в определенных частях Гегамского нагорья, их повышенную инфильтрационную способность в период таяния снега, считаем более правильным коэффициент подземного стока на Разданском и Крхбулагском участках принять в размере 40%, а на Азатском участке по аналогии с массивом Арагац — в 31% и коэффициент поверхностного стока для всех участков — в размере 11%.

Для участка, занятого реками Гаварагет, Валинагалу, Бахтак и Цаккар, где лавы в определенной степени водоупорны, коэффициент общего стока примем в размере 0,51. Отметим, что В. П. Валесян для всего Севанского бассейна дает среднюю величину стока 0,50 (18 стр. 94).

Наблюдаемые расходы берем из таблицы 6. Для участка р. Раздан в створе Ереван имеем среднегодовой расход 8,85 м³/с. В

этом расходе числится расход родника Джжарата (Рандамал) и Макравана в $3,7 \text{ м}^3/\text{с}$, где доля севанской воды исчисляется в размере $3,0 \text{ м}^3/\text{с}$ (71 стр. 112).

Так как эти три кубометра не имеют отношения к стоку с Гегамского нагорья, следует их исключить из общего расхода.

Тогда получим

$$8,85 - 3,0 = 5,85 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Чисто родниковый расход по той же таблице определяется в размере

$$6,55 + 0,47 = 7,02 \text{ м}^3/\text{с},$$

где $0,47$ — расход Ереванских родников.

Исключив и отсюда севанские воды, получим расход родников

$$7,02 - 3,0 = 4,02 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Тогда поверхностный сток составит

$$5,85 - 4,02 = 1,83 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для Крхбулагской группы по таблице 6 имеем наблюдаемый расход — $2,73 \text{ м}^3/\text{с}$. Поверхностный сток с этого участка попадает в р. Раздан.

Для реки Азат та же таблица дает средний расход $6,24 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для Гаварагета, Валиагалу, Бахтак и Цаккара по таблице имеем расход $5,70 \text{ м}^3/\text{с}$.

Сведя все эти показатели в таблицу 8, имеем:

Таблица 8

Среднегодовые наблюдаемые расходы потоков с Гегамского нагорья

Участки	Среднегодовые расходы			Примечания
	общие	поверхн.	подземн.	
Разданский	5,85	1,83	4,02	Со включением Ереванских родников
Крхбулагский	2,73	—	2,73	
Азатский	6,24	—	—	
Гаварагет, Валиагалу, Бахтак, Цаккар	4,95	—	—	
Прочие	0,75	—	—	
Итого	20,52	—	—	—

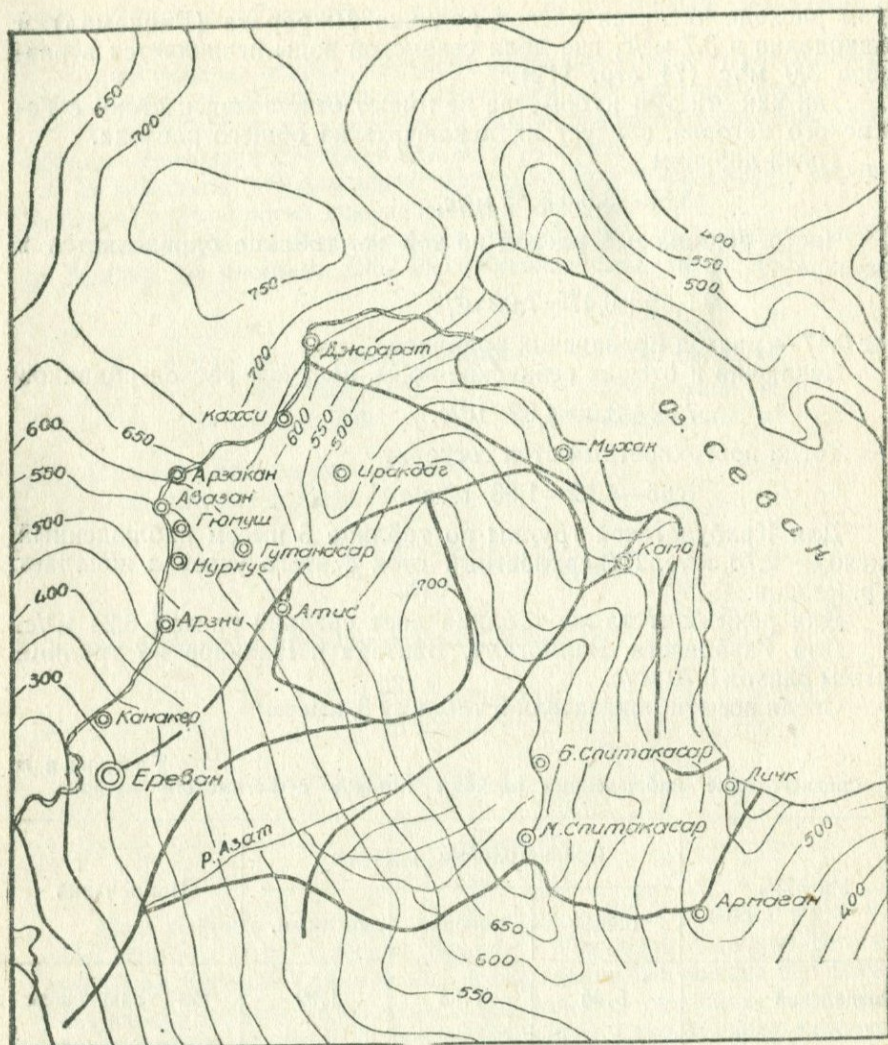


Рис. 46. Карта распределения годовых осадков по отдельным участкам Гегамского нагорья.

Среднегодовые наблюдаемые расходы, представленные в предыдущей таблице, в свою очередь должны быть подтверждены атмосферными осадками, выпадающими в пределах контуров каждого из четырех участков Гегамского нагорья.

Этот расчет надлежит выполнить в качестве поверочного, для установления степени точности наших расчетов и принятых границ участков.

Определение суммы годовых осадков на отдельных участках Гегамского нагорья

Изолинии	Площадь км ²	Количество осадков млн м ³	Примечание
1	2	3	4
<i>1. Джараратский (Рандамальский) участок.</i>			
550/500	5	2,75	
450/400	6	2,5	
450/500	20	9,5	
500/550	20	10,5	
550/600	30	17,25	
600/650	40	25,0	
Итого	120	67,5	
<i>2. Разданский участок</i>			
650/600	30	18,75	
600/550	40	23,0	
550/500	60	31,5	
500/500	40	20,0	
550/500	50	26,25	
500/450	30	13,25	
450/400	20	8,5	
400/350	20	7,5	
350/300	20	6,5	
300/250	20	5,5	
550/600	40	23,0	
600/600	90	54,0	
650/700	30	19,25	
600/550	50	28,75	
Итого	540	285,75	
<i>3. Крхбулагский участок</i>			
300/350	6	2,0	
350/400	14	5,25	
400/450	16	6,8	
450/500	20	9,5	
500/550	40	21,0	
550/600	70	40,25	
600/650	80	50,0	
650/700	80	54,0	
700/700	50	35,0	
Итого	376	223,8	

4. Азатский участок

а) Подземный сток

600/550	110	63.25
600/650	110	68.75
650/700	70	47.25
700/700	60	42.0
550/500	60	31.5
500/450	50	23.75
450/400	40	17.0
400/350	40	15
350/300	20	6.5
Итого	560	315.0

б) Наземный исключаемый

600/550	60	34.5
600/650	80	50.0
650/700	50	33.75
700/700	20	14.0
Итого	210	132.25

в) Наземный дополнительный

700/700	90	63.0
700/650	20	13.5
650/600	40	25.0
600/550	40	23.0
550/500	30	15.75
Итого	220	140.25

5. Гаварагетский, Валиагалунский, Бахтакский, Цаккарский участки

700/700	20	14.0
700/650	60	40.5
650/600	80	50.0
600/550	110	63.25
550/500	110	52.5
500/450	25	9.5
500/400	40	19.0
450/400	30	12.75
400/берег	10	3.5
Итого	485	272.6

Имея показатели по сумме осадков и коэффициенты стока, определяем средние расходы и сопоставляем их с наблюдаемыми.

Наблюдаемые

а) Подземный сток

1. Джраратский

$$\frac{67,5 \cdot 0,31}{31} = 0,675 \text{ м}^3/\text{с} \quad 0,70$$

2. Разданский участок

$$\frac{(285,75 + 67,5) 0,4}{31} = 4,5 \text{ м}^3/\text{с} \quad 4,2$$

3. Крхбулагский участок

$$\frac{223,8 \cdot 0,4}{31} = 2,88 \text{ м}^3/\text{с} \quad 2,73$$

4. Азатский

$$\frac{315 \cdot 0,31}{31} = 3,15 \text{ м}^3/\text{с} \quad —$$

б) Поверхностный сток

1. Раздан-Крхбулагский

$$\frac{(67,5 + 285,75 + 223,8) 0,11}{31} = 2,04 \quad 1,83$$

2. Азатский

$$\frac{(315 - 132,25) 0,11}{31} = 0,65 \text{ м}^3/\text{с} \text{ (сев. часть)}$$

$$\frac{140,25 \cdot 0,49}{31} = 2,22 \text{ (южн. часть)}$$

Всего 2,87 м³/с

в) Общий сток

1. Раздан-Крхбулагский

$$4,5 + 2,04 + 2,88 = 9,42 \text{ м}^3/\text{с} \quad 8,58$$

2. Азатский

$$3,15 + 2,87 = 6,02 \text{ м}^3/\text{с} \quad 6,24$$

3. Гаварагетский и др.

$$\frac{272,6 \cdot 0,51}{31} = 4,54 \text{ м}^3/\text{с} \quad 4,95$$

В гидрогеологии Гегамского хребта большое значение имеет линия экстрוזий. Сбросы на полосе экстрוזий, подобно прочим сбросам, являются аккумуляторами подземных вод. Одновременно они самые крайние на склоне горы, что еще больше увеличивает их значение.

Направляясь по склону хребта, воды улавливаются сбросами на полосе экстрוזий. Однако линия сброса здесь не сквозная, она часто прерывается экстрюзиями видимыми и невидимыми. При этом собирающаяся на этих сбросах вода, встретив препятствие со стороны экстрוזий, сбрасывается в сторону и дает начало крупному роднику.

Так, сбрасываются воды для Джарратских (Рандамальских) родников (рис. 47). Гюмушские и Нурнуские родники получают воду от сброса у Гутансара (Кетандага), Арзнинские родники — от сброса у Атиса.

Оригинальные условия создаются для Атарбемянских и Макраванских родников.

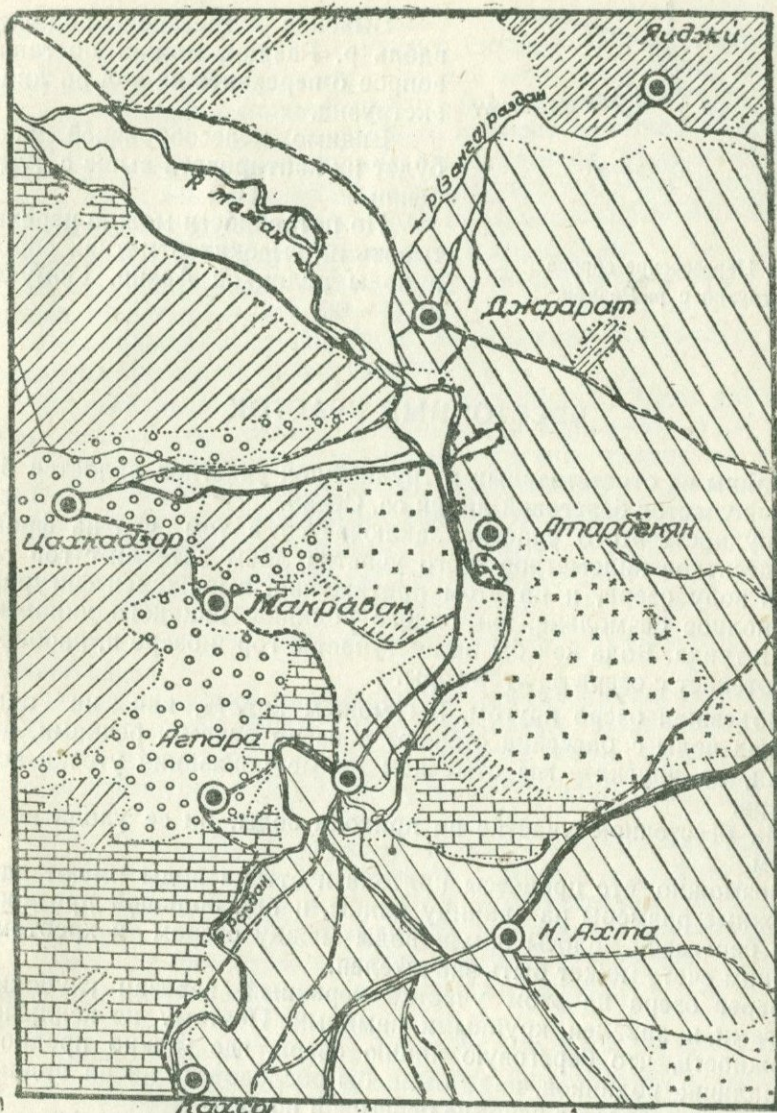
Атарбемянская группа родников выходит большей частью в самом русле р. Раздан (45, стр. 95), Макраванские родники выходят на правом берегу р. Раздан. Линия экстрוזий, начинаясь от озера Севан, проходит сначала по левой стороне реки, у Атарбемяна пересекает реку и далее, проходя мимо Макравана, направляется по правой стороне вплоть до Солака, где, вновь пересекая реку, идет по левому берегу (рис. 48).

Таким образом, приписывая линии экстрוזий роль коллектора подземных вод, весьма легко объяснить, почему Атарбемянская (Каравансарайская) группа родников выходит в русле реки, а Макраванская на правом берегу. Далее, если у Атарбемяна накопленный напор заставляет родники выходить в самом русле реки, то у Солака, наоборот, недостаток напора способствует попаданию речной воды в полосу сброса, что в свою очередь меняет химический состав воды. Это видно из таблицы 10.

Таблица 10

Химический состав воды родников на участке пересечения сброса экстрוזий с рекой Раздан (по С. Я. Лянти)

Родники	Сухой остаток	Хлор
I. Родники без примеси речной воды		
Ахпара № 35	243	27,0
Солак, верхний № 37	324	31,2
II. Родники с примесью речной воды		
Солак, нижний № 36	552,0	123,8



- | | | | |
|--|-------------------|--|-------------------------|
| | Обсидианы и пемзы | | Порфиритовые формации |
| | Андезито-базальты | | Известняки и мергеля |
| | Трахиандезиты | | Гранодиориты и роговики |
| | Хлоритовые сланцы | | Аллювий |

Рис. 47. Распределение пород на участке выхода родников
Джарат (104)

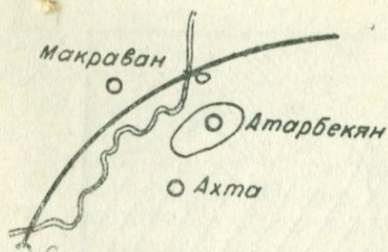


Рис. 48. Пересечение сброса экструзий с р. Раздан.

Выяснив генезис родников вдоль р. Раздан, можно поставить вопрос о перехвате их вод по линии экструзий.

Видимо, целесообразней всего будет их каптировать выше с. Атарбекян.

По потребности можно перехватывать на высоких отметках сброса и воды родников Арзни, Гюмуш и др.

БЕССТОЧНЫЙ УЧАСТОК

Одним из ответственных и труднейших участков является бессточный участок береговой линии оз. Севан.

Трудность этого участка заключается в том, что на фронте двух десятков километров этого участка лавы затекли с гор глубоко в воду озера, и на этом протяжении, выражаясь фигурально, — полное безмолвие: ни одного родника, никакого динамического штриха. Вода как бы не поступает с гор в озеро и, наоборот, не протекает с озера в глубь горы.

Объезжая озеро кругом, мы можем видеть, как на одних участках воды с бассейна стекают в озеро реками, речками, родниками, на других — мы отмечаем явные показания утечки воды из озера.

На бессточном участке ни прихода воды, ни ее ухода не замечаем.

Возможно, что процессы притока и оттока воды имеют здесь ничтожные размеры на единицу длины, и при большой протяженности береговой полосы обмен воды между озером и хребтом в конечном счете может быть значителен.

Берег озера на этом участке неровный, изрезан глубокими зигзагами и завален крупными камнями. Поэтому не исключена возможность, что береговую линию озера, где можно предполагать наличие родников, надо было бы обследовать не на видимой поверхности озера, а в глубине береговой полосы.

Искусственно спуская уровень озера, мы тем самым можем ухудшить положение на этом участке, так как эти воды, по существу высокого качества, поступив в фонд озера, станут водами менее ценными, годными лишь для нужд промышленности и сельского хозяйства.

Этот участок в силу своей неразгаданности привлекал и до сих пор привлекает внимание исследователей.

Армянское геологическое управление имело от директивных

органов задание изучить и выявить будущий режим озера, когда оно будет частично или полностью спущено. Но оно не развило работ на этом участке, и мы и по сей день остаемся без конкретных показателей, которые помогли бы раскрыть нам тайну этого участка. Более того, до настоящего времени не выявлена наиболее вероятная схема формирования этого участка, на основе которой можно было бы составить программу необходимых изысканий и исследований. Без такого подхода большие затраты на изыскания и исследования не будут обоснованы и оправданы.

К настоящему времени по этому участку имеем схему А. П. Соколова 1928 г. (104, стр. 30—40).

Все побережье от Норадуса до Лчашена (Ордаклю) он разбивает на три характерных участка.

Первый участок от Норадуса до с. Мухан. Здесь распространены андезито-базальты, и лишь между Норадусом и Айриваном на дневную поверхность выступают древние третичные туфопесчаники. При этом береговая полоса изобилует котловинами с плоским дном или береговыми валами из песка и гравия.

Уровни воды наблюдались в колодцах. Химизм вод указывал на направление движения подземных вод от гор в сторону озера. Нивелировка показала, что уровень воды в колодцах, отдаленных от береговой линии озера на 150 и 450 м, лишь на 4—5 см выше уровня озера.

Эти результаты указывают на ничтожность гидравлического уклона в сторону озера. Такое заключение, данное по январским замерам, несколько изменилось в июле, когда направление движения опять-таки с ничтожным гидравлическим уклоном было уже обратное.

Подведя итог по первому участку, можем отметить, что он обладает подвижным равновесием. Порой вода идет в сторону озера, порой в берега и все это в незначительном масштабе.

Второй участок от Мухана до Чкаловки (Александровка).

Этот участок сложен также андезито-базальтами, здесь также много котловин, но более значительных размеров, чем на первом участке.

Нивелировка уровней показала, что воды во всех колодцах строго поддерживают уровень озера, иначе говоря, здесь имеем сравнительно глубокое до полукилометра, а возможно и более, продолжение уровня озера в глубь горы. Химический анализ воды показал, что чем дальше от берега, тем больше метеорная составляющая, тем меньше хлора и других элементов озерной воды.

Поэтому второй участок—это участок статического равновесия.

На этом спокойном ровном водяном поле многочисленными нивелировками выявлена была водяная ложбинка, которая проходит вдоль линии берега по всему участку; ее начальный участок захватывает и конечную часть первого участка. Глубина этой лож-

бины постепенно увеличивается в сторону Лчашена. Так, в Лчапе (Агзибире) она едва заметна — 1 см, в Мухане имеем глубину 8 см, в Чкаловке уже 18 см (104, стр. 38).

Третий участок, сложенный андезито-базальтами, представляя непосредственное продолжение предыдущего второго участка. Депрессия озерной воды продолжается, и если в Чкаловке имели понижение уровня воды в 18 см, то здесь в заложенных шурфах глубина воды была отмечена в 50 см. Эта глубина еще больше увеличивается в сторону Лчашена. Химизм вод показывает, что даже близ самого берега вода неозерного происхождения, имеет малую минерализацию.

М. А. Сунцов несколько подробнее разъясняет эту картину: он дает схему направления струй воды (105).

Предположение о движении воды от с. Мухан до Лчашена вдоль берега, на протяжении 10 км, до последнего времени геологами отвергалось. Так, А. А. Турцев пишет: «Нет никаких оснований допускать какое-то береговое движение воды по линии Мухан-Ордаклю (Лчашен)» (108, стр. 68).

М. А. Сунцов считает, что «... А. П. Соколов не дал хоть сколько-нибудь удовлетворительного объяснения им же обнаруженному фактору депрессии подземных вод в районе бессточного бассейна и признал районом фильтрации лишь Ордаклинскую и Еленовскую бухты». (105, стр. 141).

Таким образом, М. А. Сунцов признает береговое движение подземной воды, но не дает объяснений, которые могли бы изменить отношение к этому явлению прежних исследователей.

Используя принцип вулканической депрессии, мы приобретаем много дополнительных факторов, исчерпывающе объясняющих наблюдаемое явление.

Мы привлекаем внимание читателя к сбросу Камо-Гехаркуник (Баикенд). Этот сброс известен в нашей литературе, о нем говорят все исследователи этого района. Однако ни у одного исследователя нет представления о закономерности планового расположения этого сброса. Так, Б. М. Куплетский, описывая этот сброс, подчеркивает, что этот сброс меридионального направления, что он параллелен береговой линии озера (62, стр. 4). Получается впечатление, что меридиональное направление, параллельное берегу, — законное направление этого сброса.

Е. Е. Милановский считает, что Гегамский хребет весь поднялся, дал меридиональный разрыв по оси хребта, и при этом восточный склон был разорван системой меридиональных сбросов. Он также делает предположение, что на продолжении этого сброса на севере располагается разлом от Учтапалярских вулканов (76, стр. 138), но, во-первых, последние не имеют линейного расположения, и во-вторых, при мысленном продолжении этого сброс-

са получается заметное отклонение от меридионального направления.

Наш подход иной. Согласно принципу вулканической депрессии, сбросы могут быть лишь параллельны линиям ореола затухания. На наших рисунках проведена линия крупных экстрוזий. Это одна из линий ореола затухания вулканов Гегамского хребта. Поэтому линия сброса, не имея никакой связи с меридиональным направлением, должна быть концентрична линии экстрוזий.

Мы считаем, что сбросы, имеющиеся южнее г. Камо, должны быть продолжены на север, но не в сторону группы вулканов Учтапаляра или в меридиональном направлении, а строго параллельно линии ореола затухания.

На рис. 20 показана эта линия сброса, она проходит близко от береговой линии бессточного участка, имея максимальное приближение у Лчашена. Далее линия сброса направляется в сторону родников Джрарата и, видимо, не доходя до них, затухает.

Если рассматривать условия, имевшие место до спуска озера, когда отметка его была равна 1916 м, то идея гидроложбины, обнаруженной А. П. Соколовым и правильно поддерживаемая вопреки мнениям других геологов, М. А. Сунцовым, пролегает именно по линии этого сброса; здесь для продвижения воды созданы весьма благоприятные условия, без которых мы не имели бы тут продольного течения.

На рис. 45 изолиния 1916 м дает резкое колено, характеризующее ложбину.

Отметка Джраратских (Рандамальских) родников—1715 м, отметка озера Севан 1916 м., что дает падение между ними в раз-
мере 200 м.

Выше мы определили гидравлический уклон подземного потока от Лчашена до Джрарата в 0,0133. Поэтому отметка потока на сбросе против Лчашена должна быть

$$1715 + 0,0133 \cdot 12 \cdot 10^3 = 1715 + 160 = 1875 \text{ м.}$$

Считая, что гидроложбина от Мухана до Лчашена имеет протяжение в 10 км, получим средний гидравлический уклон на начальном участке

$$\frac{1916 - 1875}{10.000} = 0,004,$$

что почти втрое меньше уклона концевой участка.

Отметим, что сброс начинается не от Мухана; он проходит мимо него уже оформившимся сбросом и затухает у Джрарата. Поэтому, хотя гидравлический уклон на начальном участке и втрое меньше, все же пропускная способность не может считаться заметно малой.

На бессточном участке так же, как и на южногегамском, излилось несколько порций лав, но севанские воды получили пер-

воначально подпор не от лав типа Е, а от более древних лав типа А. Это означает, что воды озера при высоких горизонтах его омывали последовательно все порции лав типа Е на бессточном участке и на склонах их откладывали озерный ил и озерный аллювий (рис. 49).

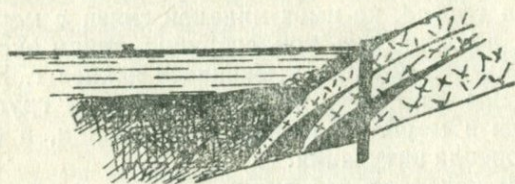


Рис. 49. Схема сбросов на бессточном участке.

Это также означает, что лавы вдоль всего берега бессточного участка в современных условиях скольматированы почти по всему разрезу, чему дополнительно способствовало погружение береговой полосы от вулканической депрессии, поэтому картину, описанную А. П. Соколовым, можно отнести и к каждой порции лав в отдельности. Следовательно, фильтрационная способность лав береговой полосы бессточного участка должна считаться невысокой; исключения составляют верхние части склона, до глубины 18 м, где последние порции лав не могли покрыться озерным илом.

Выше говорилось о продольном береговом течении воды по линии сброса от Мухана до Лчашена. По причине закольматированности нижних горизонтов такое течение может происходить лишь в верхних слоях сброса. Поэтому понижение уровня озера в связи со спуском его может вовсе исключить участок питания Джаратских родников на всем протяжении Мухан-Лчашен.

И в то время как до спуска озера этот сброс дренировал и метеорные и озерные воды, после спуска поступление воды со стороны озера прекратится, и сброс будет работать как дрена одностороннего действия на одну лишь метеорную воду.

Но одновременно эта сброс-дрена будет фильтровать метеорную воду и в сторону озера, и притом по тем же путям, по которым раньше она получала воду из озера, но лишь в обратном направлении.

Процесс инфильтрации в сторону озера может быть более интенсивным, чем раньше, так как со спуском озера для сброс-дрены открывается интенсивно действующий участок высачивания, чего при обратном движении, возможно, и не было.

Это поперечное течение для сброс-дрены может заглушить продольное течение, так как для продольного течения участок высачивания (Джаратские родники) располагается очень далеко.

Если изыскания выявят заметный сброс высококачественной воды в озеро, то в целях хозяйственного использования этих вод

необходимо будет параллельно сбросу на береговой полосе иметь захватную дрена или шахтные колодцы.

Известно, что со спуском уровня озера на 12—14 м Джаратские (Рандамальские) родники сильно уменьшили свой дебит, но химический состав воды мало изменился. Это надо объяснить тем, что Мухан-Лчашенский участок в современных условиях уже не подает смешанную озернометеорную воду, и химический состав этой, ныне отключенной воды был близок к таковому Джаратских родников.

В настоящем вызывает недоумение, почему Макраванские родники ведут себя иначе, почему там со спуском озера озерная составляющая (хлор) повышается (71, стр. 118).

Известно, что Атарбежские родники выходят в основном в русле реки (45, стр. 95), эти родники подавали воду озерно-метеорного состава. В настоящем, после некоторого спуска озера, озерная составляющая резко уменьшилась, и Атарбежские родники, надо полагать, потеряли свой напор.

Причина повышения хлорного числа в родниках Солака, расположенных за пересечением р. Раздан со сбросом экструзий, объясняется попаданием речной воды в полосу сброса.

Так как и Атарбежские родники находятся на пересечении сброса с р. Раздан, то возможно, что и здесь, как и в Солаке, озерная вода из р. Раздан попадает в сброс-дрену и, направляясь в сторону Макраванских родников, повышает их хлорное число.

Отметим при этом, что почти полное иссякание к настоящему времени Атарбежских родников способствует поступлению озерной воды из р. Раздан в сброс-дрену.

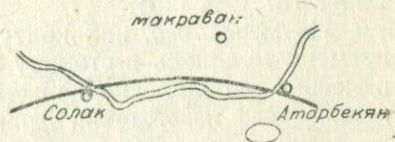


Рис. 50. Схема, объясняющая причину повышения хлора в Макраванских родниках.

Как влияет высота уровня озера на максимальный уровень подземного озера?

Высокая отметка озера, с одной стороны, поднимет отметку верхней площади гидрорельефа подземного озера, с другой — уменьшит размеры этой же площади (на рис. 45 эта площадь имеет отметку 1916 м). С понижением уровня озера произойдет обратный процесс: понизится отметка площади и соответственно увеличатся ее размеры. Конечно, такое положение будет иметь место, если при понижении уровня озера оно не будет изолировано озерными глинами; последнее обстоятельство весьма возможно с отметки 1900 м.

Все это вытекает из условия сохранения гидравлического уклона подземными потоками, направляющимися к выходам родников.

С понижением уровня озера создаются условия для сброса метеорных вод в озеро; эти воды до спуска озера, встречая подпор со стороны озера, устремлялись в сторону р. Раздан.

Выше мы определили, что для сброса метеорных вод в озеро геологические условия более благоприятны, чем для поступления озерной воды в массив Гегамского хребта. Наличие участка высачивания в качестве открытого озера, а также движение подземных вод в направлении контактов лав весьма способствует быстрому продвижению инфильтровавшихся метеорных вод в озеро. Обратное направление затруднено значительным удалением участка высачивания (Джраратские родники) и движением воды в направлении, обратном затекам лав.

О ВОЗРАСТЕ ЛАВ ГЕГАМСКОГО НАГОРЬЯ

Еще в прежней нашей работе (81, стр. 124) мы установили связь вулканизма с дизъюнктивными дислокациями и считали, что на дислокациях магма получает закалку, затем, участвуя в общем магматическом течении, относится в сторону и по прошествии инкубационного периода дает начало вулканизму. Вулкан Арагац имеет миоплиоценовый возраст. В то время территория М. Кавказа с севера омывалась водами Понтического моря (рис. 51).

Дуговое окаймление моря предопределило появление Арагаца, вулкана центрального типа. Движение магмы было тогда с севера на юг (81, стр. 115).

По мере того, как контуры Понтического моря с течением времени менялись в сторону современного Каспия, постепенно менялось и направление движения магмы. Так, по завершении вулканического извержения Арагаца появляется Аралер, затем Варденисские горы, Гегамский хребет и, наконец, туфы на массиве Арагац.

На рис. 52 показана динамика в направлении движения магмы в разное время. Эти направления взяты из нашей прежней работы (81 карта).

Вертикальное направление на этом рисунке соответствует миоплиоцену, горизонтальное — постплиоцену. Все промежуточные направления стрелок (рис. 52) соответствуют разным векам плиоцена.

При отсчете времени на диаграмме (рис. 52) по дуге круга от миоплиоцена до постплиоцена надо учесть, что масштаб времени по этой дуге переменный.

Этот рисунок одновременно указывает, что при переходе от Понтического моря к современному Каспию границы моря были весьма нестойки и принимали часто причудливые формы.

В подтверждение этой мысли мы даем рисунок 51, где воспроизведены границы акчагыльского и апшеронского морей, по

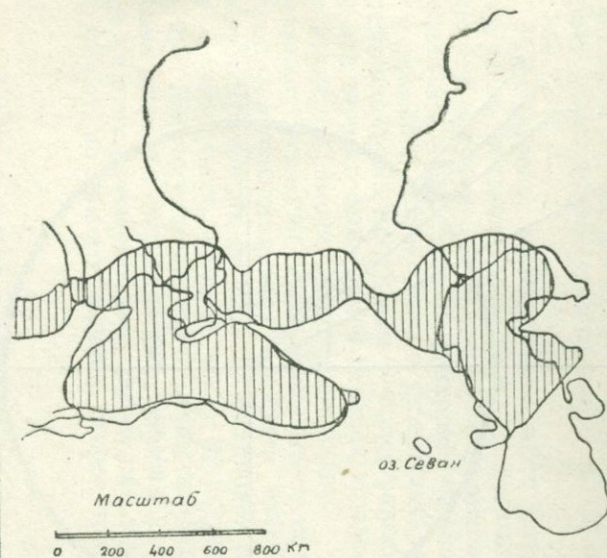
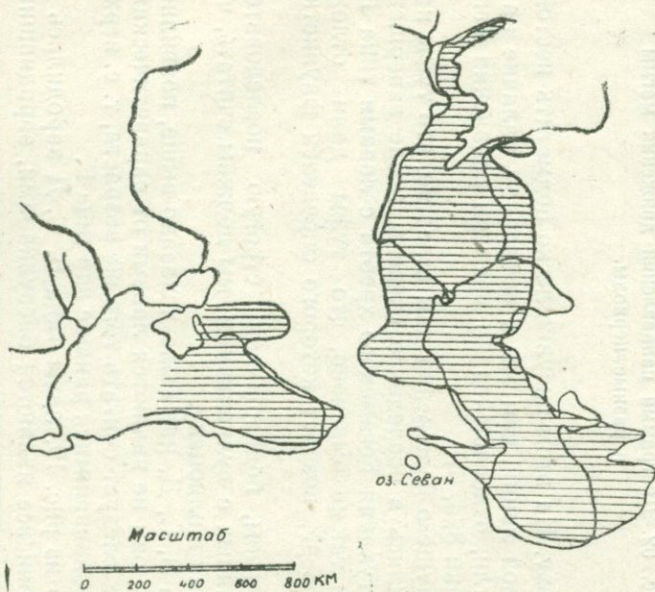


Рис. 51. Понтическое море в ашшеронский (справа) и акчагыльский века, по Н. И. Андрусову.

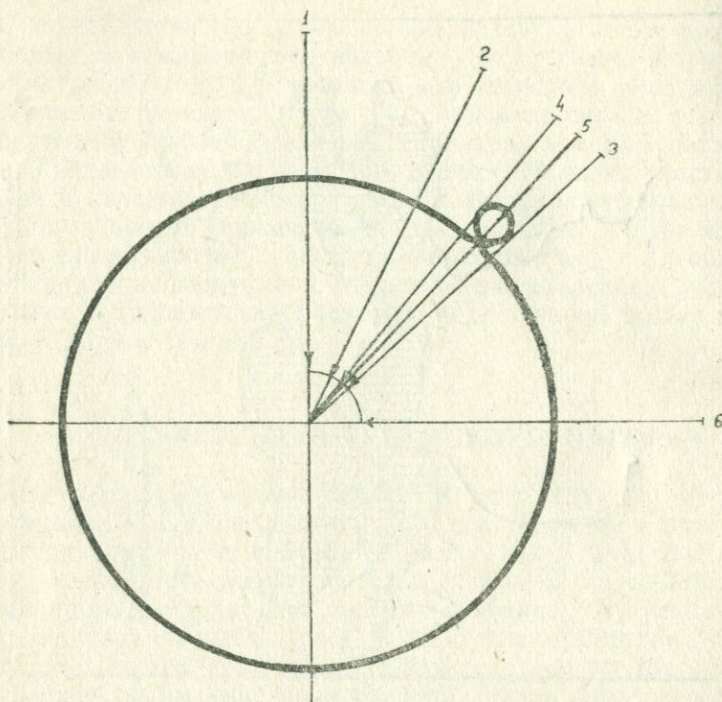


Рис. 52. Диаграмма направлений движения магмы в разные периоды.

Н. И. Андрусову. На этом рисунке легко подметить нестойкий характер береговой линии, чем мы и объясняем наличие на рис. 52 небольшой петли, относящейся ко времени появления Гегамского нагорья (стрелки 3, 4, 5).

Из предыдущего изложения нам известно, что туфы на склоне Арагаца появились в последнюю очередь, после завершения полного цикла затухания Гегамского хребта с лавами типа Е. Одновременно нами также выяснено, что туфы дали отложения в Араксинском озере, возраст которого определен фаунистически — постплиоцен.

Таким образом, поддерживая строгую последовательность явлений, связанных с вулканизмом, мы должны считать, что лавы типа Е относятся к плиоцену.

Лавы типа В, С, Д, как было доказано выше, появились раньше лав типа Е; они не являются лавами от паразитических вулканов, поэтому их следует считать того же возраста, т. е. верхнеплиоценовыми, но появившимися раньше лав типа Е.

Как видно из рис. 19, лавы типа В, С, Д зародились в одной единой фазе; они все являются бисвулканами, зародившимися на

сбросах Б. Севана; и если они литологически и различаются, все же генетически они едины.

Лавы же типа А генетически сильно отличаются от лав В, С, Д; по возрасту лавы типа А старше лав В, С, Д, но моложе Варденисских лав.

К. Н. Паффенгольц, выдвинувший идею разделения Гегамских лав на типы, поставил лавы типа А первыми в ряде остальных лав. На основании рис. 52 их возраст плиоценовый.

Как известно, лавы типа А синхронизированы по возрасту с верхней террасой р. Арпа. Трудно утверждать, что эта терраса была четвертичной; она могла быть и более раннего возраста, тем более, что эта терраса была самой верхней, и данный участок реки уже с давнего времени представлял сушу.

Современная геология установила более или менее определенную продолжительность эпох. Миоцен вместе с плиоценом имеет продолжительность до 25—30 миллионов лет, а продолжительность четвертичного времени всего лишь один миллион лет (113, стр. 20). Поэтому нужно иметь очень сильные доводы, чтобы отнести лавы именно к четвертичному времени.

В связи с этим изменения в возрастах лав, которые нами предлагаются, имеют, по нашему мнению, скорее принципиальный характер.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Декабрьская экспедиция по р. Раздан 1932 г.

Данные этой таблицы в настоящем искажены крупными попусками из озера Севан и фильтрацией из деривационных каналов.

Таблица необходима для восстановления естественного режима реки Раздан, ныне в корне нарушенного.

№ п. п.	Место определения расхода	Расход реки м ³ /с	Приток		Расход л/с	Итого м ³ /с
			прав.	лев.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздан — исток	0,85	—	—	—	—
2	» — исток ст. канал	1,59	—	—	—	2,44
3	Источник с. Цахкунк	—	пр.	—	0,33	—
4	» Тотмашен	—	пр.	—	0,42	—
5	» »	—	пр.	—	0,46	—
6	» Яйджа	—	пр.	—	1,67	—
7	» »	—	пр.	—	0,83	0,004
8	Раздан-Рандамал	2,193	—	лев.	—	2,193
9	Источник с. Рандамал	—	—	лев.	1,37	—
10	» »	—	—	лев.	2,299	—
11	» »	—	—	лев.	0,976	—
12	» »	—	—	лев.	0,976	—
13	» »	—	—	лев.	0,299	—
14	» »	—	—	лев.	0,817	—
15	» »	—	—	лев.	0,45	—
16	» »	—	—	лев.	1,11	—
17	» »	—	—	лев.	11,59	—
18	р. Маманчай с. Рандамал	—	пр.	—	1,109	1,109
19	Раздан — Дарачичак	4,107	—	—	—	4,107
20	Источник Рандамал	—	—	лев.	0,534	—
21	» »	—	—	лев.	0,033	—
22	Источник с. Рандамал Кара-вансарай	—	—	лев.	0,796	—
23	» »	—	—	лев.	0,83	—
24	» »	—	—	лев.	0,71	—
25	» »	—	—	лев.	0,83	—
26	» »	—	—	лев.	1,25	—
27	» »	—	—	лев.	1,00	—
28	» »	—	—	лев.	0,62	—
29	» »	—	—	лев.	0,10	—

1	2	3	4	5	6	7
30	Источник с. Рандамал Кара- вансарай	—	—	лев.	0,19	
31	» »	—	—	лев.	3,33	
32	» »	—	—	лев.	5,00	
33	» »	—	—	лев.	2,00	
34	» »	—	—	лев.	1,25	
35	» »	—	—	лев.	1,25	
36	» »	—	—	лев.	1,25	
37	Источник с. Макраван	—	пр.	(лев.)	613	
38	» »	—	пр.	(лев.)	349	
39	» »	—	пр.	(лев.)	177	
40	р. Ахтинка с. Ахты			лев.	4	
41	р. Раздан с. Ахты	4,398	—	—		4,39
42	Мельничная канава с. Ахты	—	—	лев.	756	
43	Канава гидростанций с. Ахты	—	—	лев.	552	1,30
44	р. Раздан с. Кахси	7,325	—	—	—	7,32
45	Источник с. Солак	—	—	лев.	4,032	
46	» »	—	—	лев.	23,562	
47	» »	—	—	лев.	1,37	
48	» »	—	—	лев.	0,62	
49	» »	—	—	лев.	8,818	
50	» »	—	—	лев.	0,62	
51	» »	—	пр.	—	0,62	
52	» »	—	пр.	—	3,365	
53	» »	—	пр.	—	6,428	
54	» »	—	пр.	—	0,62	
55	Источник с. Бжни	—	пр.	—	0,62	0,011
56	» »	—	—	лев.	0,62	
57	» »	—	—	лев.	3,365	
58	» »	—	—	лев.	2,299	
59	» »	—	—	лев.	8,818	
60	» »	—	—	лев.	1,37	
61	» »	—	—	лев.	1,37	
62	» »	—	—	лев.	23,562	
63	» »	—	—	лев.	2,299	
64	» »	—	—	лев.	2,299	
65	» »	—	—	лев.	1,37	
66	» »	—	—	лев.	1,37	
67	» »	—	—	лев.	1,37	
68	» »	—	—	лев.	4,032	
69	» »	—	—	лев.	3,365	
70	» »	—	—	лев.	2,299	
71	» »	—	—	лев.	0,62	
72	» »	—	—	лев.	0,62	
73	» »	—	—	лев.	1,37	
74	» »	—	—	лев.	1,37	
75	Источник с. Арзакенд	—	—	лев.	2,299	
76	» »	—	—	лев.	2,299	
77	» »	—	пр.	—	174	
78	» »	—	пр.	—	238	0,412
79	» »	—	—	лев.	57	
80	» »	—	—	лев.	26	
81	» »	—	—	лев.	64	
82	» »	—	—	лев.	23	
83	» »	—	—	лев.	1,37	

1	2	3	4	5	6	7
84	И.точник с. Арзакенд	—	—	лев.	0,62	
85	» »	—	—	лев.	0,62	
86	» »	—	—	лев.	1,37	
87	» »	—	—	лев.	1,37	
88	» »	—	—	лев.	3,365	
89	» »	—	—	лев.	1,37	
90	» »	—	—	лев.	1,37	
91	» »	—	—	лев.	1,37	
92	» »	—	—	лев.	0,62	
93	» »	—	—	лев.	3,365	
94	» »	—	—	лев.	1,37	
95	» »	—	—	лев.	1,37	
96	» »	—	—	лев.	0,62	
97	» »	—	—	лев.	3,365	
98	» »	—	—	лев.	3,365	
99	» »	—	—	лев.	1,37	
100	» »	—	—	лев.	0,62	
101	» »	—	—	лев.	1,37	
102	» »	—	—	лев.	1,37	
103	» »	—	—	лев.	0,62	
104	» »	—	—	лев.	2,299	
105	» »	—	—	лев.	2,299	
106	» »	—	—	лев.	0,62	
107	» »	—	—	лев.	1,37	
108	» »	—	—	лев.	0,62	
109	» »	—	—	лев.	0,62	
110	» »	—	—	лев.	1,37	
111	» »	—	—	лев.	0,62	
112	» »	—	—	лев.	0,62	
113	» »	—	—	лев.	2,299	
114	» »	—	—	лев.	1,37	
115	р. Караджоранка с. Караджоран	—	пр.	—	145	
116	Егвардский канал	—	пр.	—	177	0,322
117	Источник с. Озанляр	—	—	лев.	1,37	
118	» »	—	—	лев.	1,37	
119	» »	—	—	лев.	23,562	
120	» »	—	—	лев.	2,299	
121	» »	—	—	лев.	0,62	
122	» »	—	—	лев.	0,62	
123	» »	—	—	лев.	8,818	
124	» »	—	—	лев.	0,62	
125	» »	—	—	лев.	1,37	
126	» »	—	—	лев.	2,299	
127	» »	—	—	лев.	1,37	
128	» »	—	—	лев.	2,299	
129	» »	—	—	лев.	3,365	
130	» »	—	—	лев.	6,428	
131	» »	—	—	лев.	3,365	
132	» »	—	—	лев.	3,365	
133	» »	—	—	лев.	23,562	
134	» »	—	—	лев.	23,562	
135	» »	—	—	лев.	2,299	
136	» »	—	—	лев.	3,365	
137	» »	—	—	лев.	23,562	

1	2	3	4	5	6	7
138	Источник с. Озанляр	—	—	лев.	23,562	
139	»	—	—	лев.	23,562	
140	»	—	—	лев.	23,562	
141	»	—	—	лев.	2,299	
142	»	—	—	лев.	1,37	
143	»	—	—	лев.	2,299	
144	»	—	—	лев.	8,818	
145	»	—	—	лев.	2,299	
146	»	—	—	лев.	8,818	
147	»	—	—	лев.	23,562	
148	»	—	—	лев.	1,37	
149	»	—	—	лев.	1,37	
150	»	—	—	лев.	1,37	
151	»	—	—	лев.	1,817	
152	»	—	—	лев.	0,62	
153	»	—	—	лев.	3,365	
154	»	—	—	лев.	23,562	
155	»	—	—	лев.	23,562	
156	»	—	—	лев.	0,62	
157	»	—	—	лев.	1,37	
158	»	—	—	лев.	0,62	
159	»	—	—	лев.	23,562	
160	Источник с. Гюмуш	—	—	лев.	2,299	
161	»	—	—	лев.	23,562	
162	»	—	—	лев.	23,562	
163	»	—	—	лев.	23,562	
164	»	—	—	лев.	23,562	
165	»	—	—	лев.	23,562	
166	»	—	—	лев.	23,562	
167	»	—	—	лев.	23,562	
168	»	—	—	лев.	23,562	
169	»	—	—	лев.	23,562	
170	»	—	—	лев.	23,562	
171	»	—	—	лев.	23,562	
172	»	—	—	лев.	23,562	
173	»	—	—	лев.	23,562	
174	»	—	—	лев.	23,562	
175	»	—	—	лев.	23,562	
176	р. Занга с. Гюмуш	11,835м ³ /с	—	лев.	1,37	11,835м ³ /с
177	»	—	—	лев.	2,299	
178	»	—	—	лев.	2,299	
179	»	—	—	лев.	3,365	
180	»	—	—	лев.	0,62	
181	»	—	—	лев.	2,299	
182	Источник с. Гюмуш	—	—	лев.	2,299	
183	»	—	—	лев.	2,299	
184	»	—	—	лев.	2,299	
185	»	—	—	лев.	4,032	
186	»	—	—	лев.	2,299	
187	»	—	—	лев.	2,299	
188	»	—	—	лев.	0,62	
189	»	—	—	лев.	1,37	
190	»	—	—	лев.	2,299	
191	»	—	—	лев.	1,817	
192	»	—	—	лев.	1,37	

1	2	3	4	5	6	7
193	Источник с. Гюмуш	—	—	лев.	3,365	
194	» »	—	—	лев.	1,817	
195	» »	—	—	лев.	1,37	
196	» »	—	—	лев.	1,817	
197	» »	—	—	лев.	1,37	
198	» »	—	—	лев.	0,62	
199	» »	—	—	лев.	1,37	
200	» »	—	—	лев.	0,62	
201	» »	—	—	лев.	23,562	
202	» »	—	—	лев.	1,37	
203	» »	—	—	лев.	0,62	
204	» »	—	—	лев.	0,62	
205	» »	—	—	лев.	1,37	
206	» »	—	—	лев.	23,562	
207	» »	—	—	лев.	23,562	
208	» »	—	—	лев.	0,62	
209	» »	—	—	лев.	0,62	
210	» »	—	—	лев.	3,365	
211	Источник с. Аракел	—	—	лев.	23,562	
212	» »	—	—	лев.	0,62	
213	» »	—	—	лев.	23,562	
214	» »	—	—	лев.	0,62	
215	» »	—	—	лев.	23,562	
216	» »	—	—	лев.	3,365	
217	» »	—	—	лев.	1,37	
218	» »	—	—	лев.	6,428	
219	» »	—	—	лев.	1,37	
220	» »	—	—	лев.	2,299	
221	» »	—	—	лев.	1,817	
222	» »	—	—	лев.	3,365	
223	» »	—	—	лев.	2,299	
224	» »	—	—	лев.	3,365	
225	» »	—	—	лев.	2,299	
226	» »	—	—	лев.	1,37	
227	» »	—	—	лев.	2,299	
228	» »	—	—	лев.	1,37	
229	» »	—	—	лев.	3,365	
230	р. Раздан с. Арзни	8,18*	—			8,18*
231	р. Раздан с. Канакер	14,408	—			14,41

* Расход дефективный

РАЗДАН—КАНАКЕР
Среднемесячные и годовые расходы

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	X	XII	Год
1924	—	—	—	—	—	—	—	11,1	13,7	9,89	10,3	9,7	—
1925	9,62	9,65	14,9	18,6	24,4	13,9	10,2	12,9	11,3	11,5	10,2	11,0	13,2
1926	9,70	10,4	12,5	27,4	49,3	24,7	12,1	11,1	10,8	10,4	10,4	10,2	16,5
1927	10,4	10,6	11,5	23,0	37,1	17,2	11,0	10,4	10,3	10,4	11,8	10,1	14,5
1928	10,4	10,7	10,7	47,7	36,1	22,1	15,2	12,6	12,6	12,3	12,7	12,2	17,9
1929	11,0	11,0	11,8	41,0	53,2	28,1	17,5	12,6	12,9	12,4	12,0	11,3	19,6
1930	11,0	10,9	12,7	22,7	23,3	19,3	13,4	11,6	11,2	12,5	12,4	11,4	14,4
1931	11,0	11,0	16,2	34,8	54,7	37,2	18,9	14,5	11,3	10,9	12,1	11,2	20,3
1932	11,6	13,4	17,8	39,4	41,7	24,2	12,1	12,7	15,3	14,3	14,9	13,6	19,2
1933	13,1	13,5	13,9	21,5	43,6	34,2	20,9	22,8	28,1	19,3	18,5	17,4	22,2
1934	16,8	16,7	20,8	28,1	39,5	22,3	23,0	22,4	17,3	16,2	15,9	14,6	21,1
1935	15,2	15,4	15,7	35,6	—	—	—	24,3	19,7	14,8	15,6		
Средние							15,43					12,07	17,9

Полные среднеемесячные расходы по источнику Крхбулаг

Месяц, год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	—	—	—	—	—	—	1,76	1,76	1,78	—	1,88	1,90
1955	1,89	1,90	1,90	1,85	1,91	1,92	1,92	1,92	—	1,94	1,88	1,87
1956	1,79	1,78	1,87	1,87	1,88	1,91	1,88	1,88	1,89	1,84	1,85	1,87
1957	1,83	1,83	1,79	1,86	1,80	1,78	1,76	1,76	1,74	1,72	1,71	1,72
1958	1,76	1,74	1,78	1,79	1,88	1,86	1,86	1,83	1,87	1,80	1,79	1,80

Попуски из озера Севан в м³/с

Годы	VII	XII	Среднегодовой
1926	1,32	0,85	1,11
1927	1,56	0,60	0,95
1928	1,62	1,46	1,16
1929	3,19	1,57	1,90
1930	1,95	1,09	1,61
1931	0,58	0,74	1,06
1932	1,15	2,33	1,33
1933	10,9	4,39	5,24
1934	10,7	3,78	4,96
1935	13,3	3,99	6,13
Сумма	46,27	20,80	25,45
Средние	4,63	2,08	2,55

ЛИТЕРАТУРА

1. Абих Г. Геология Армянского нагорья. Зап. Кавк. отд. географического об-ва. Книга XXI, 1899.
2. Апполов Б. А. Каспийское море и его бассейн, 1956.
3. Александрян Г. А. Распределение осадков в бассейне оз. Севан и прилегающих районах. Результат компл. исследований по Сев. проб., т. 1. 1961.
4. Аслanian А. Т. К вопросу о происхождении озера Севан. Изв. АН Арм. ССР, № 8, 1947.
5. Аслanian А. Т. О природе вулканических явлений. ДАН Арм. ССР, т. VIII, № 5, 1951.
6. Аслanian А. Т. и Бальян С. П. Следы древнечетвертичного оледенения в Армении. Бюллетень. МОИП. Отд. геологии, т. XXVIII (6), 1953.
7. Аслanian А. Т. Исследования по теории тектонической деформации земли, 1955.
8. Аслanian А. Т. Региональная геология Армении, 1958.
9. Аслanian А. Т. Глубинный разлом у г. Еревана. Сборник аннотаций докладов VI н.-т. конференции проф.-преподавательского состава втузов Закавказья, 1955.
10. Аслanian А. Т. О центрах извержений туфов Армянского нагорья. Сборник научн. трудов ЕрПИ № 13, 1956.
11. Аслanian А. Т. Стратиграфия вулканогенных пород приереванского района (Армянская ССР). ДАН АН Арм. ССР, т. 9, № 5, 1950.
12. Афанасьев Г. Д. О происхождении оз. Севан, Изв. АН СССР, сер. геолог., № 3, 1950.
13. Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники, 1954.
14. Баженов Б. П. Общая геология. Земля в мировом пространстве и ее происхождение, 1954.
15. Бальян С. П. О методах морфологического анализа четвертичных движений южной части Армянской ССР. Труды геоморфологической конференции по изучению Кавказа и Закавказья, 1957.
16. Bleich H. Über die Bemessung st-unb. strahltragwerke unter Berücksichtigung des elastisch-plastischen verhaltens des Baustoffes. Bauingenieur, 1932, № 19/20.

17. Billings M. Structural Geology N-I. 1946. Биллингс М. Структурная геология, 1949.
18. Валесян В. П. Исследование стока горных рек Арм. ССР. Изд. АН СССР, 1955.
19. Варданян Л. А. Развитие рельефа Большого и Малого Кавказа в плиоцен-четвертичное время. Труды IV геоморфологической конференции по изучению Кавказа и Закавказья, 1957.
20. Варданян Л. А. О происхождении озера Севан. Изв. АН Арм. ССР, 1948.
21. Вегуни А. Т. Об олигоцене Южной Армении Сб. научн. трудов ЕрПИ, 1956.
22. Великовская Е. М., Леонтьев Л. Н., Милановский Е. Е. К вопросу о четвертичных лавах М. Кавказа. Бюллетень МОИП. Отд. геол, 1952.
23. Габриелян А. А. Палеоген и неоген Армении. Труды конференции по вопросам региональной геологии Закавказья, 1952.
24. Габриелян А. А. К истории тектонического развития Армении в третичное время. ДАН СССР, т. VIII, № 2, 1946.
25. Габриелян А. А. О возрасте вулканогенной толщи разреза горы Дали-даг (Аз. ССР), ДАН Арм. ССР, № 2, 1947.
26. Габриелян А. А. Третичные отложения Котайкского района Арм. ССР, 1947.
27. Габриелян А. А. Новые данные по колебаниям уровня оз. Севан. Изв. АН Арм. ССР, № 5—6, 1944.
28. Габриелян А. А. О тектонике Араратской котловины. ДАН Арм. ССР. т. IX, № 3, 1948.
29. Габриелян А. А. О стратиграфическом положении и возрасте долеритовых базальтов приереванского района. ДАН Арм. ССР, т. IX, № 1, 1948.
30. Габриелян А. А. О границе плиоцена и постплиоцена в Армении. Труды Ереванского Госунта. Сер. геол., том XXXVII, 1952.
31. Габриелян А. А. Основные этапы геологического развития Армении в третичное время в связи с формированием ее рельефа. Труды IV геоморфологической конференции по изучению Кавказа и Закавказья, 1957.
32. Гамбарян П. П. Геолого-петрографический очерк района Средней Занги. Бассейн р. Занга, ч. 2. Труды Совета по изучению ресурсов (СОПС). Серия Закавказская, вып. 10, 1934.
33. Гинзберг А. С. Геолого-петрографическое описание правобережья р. Занги к западу от с. Гомадзор до долины р. Мармарик. Бассейн оз. Севан, АН СССР, т. III, вып. 2, 1929.
34. Гинзберг А. С. Геолого-петрографическое описание южного побережья оз. Севан, АН СССР, т. II, вып. I, 1930.
35. Гинзберг А. С. Геолого-петрографическое описание северо-восточного побережья озера Гокча. Бас. оз. Севан. АН СССР, т. I, 1929.
36. Грабовников В. А. Гидрогеология бассейна оз. Севан и вопросы прогноза изменения геологических условий после осушения Б. Севана. Лаборатория геологических проблем, 1961.
37. Добровольский Д. И. Заключение об инженерно-геологических условиях района Чатындарынского водохранилища Арм. ССР, 1934.
38. Давыдов В. К. Водный бассейн оз. Севан. Материалы по исследованию оз. Севан и его бассейна, ч. VI, 1938.

39. Давыдов В. К. и Владимиров Л. А. Основные контуры водного баланса Армении, Записки ГГИ, Том X, 1933.
40. Демехин А. П. Минеральные воды Арм. ССР (тезисы доклада), Ереван, 1945.
41. Думитрашко Н. В. О древних оледенениях Малого Кавказа. Труды Института географии АН СССР, 1949.
42. Думитрашко Н. В. Основные этапы развития рельефа Юго-восточной части Малого Кавказа. Труды IV геоморфологической конференции по изучению Кавказа и Закавказья, 1957.
43. Дьяконова-Савельева Е. Н. и Афанасьев Г. Д. Геологические исследования в окрестностях Ново-Баязета в 1930 г. Бассейн оз. Севан, т. III, вып. 2, 1933.
44. Дьяконова-Савельева Е. Н. Геологические исследования в окрестностях Дилижана. Бассейн оз. Севан, т. I, 1929.
45. Зайков Б. Д. Гидрологический очерк бассейна оз. Севан. Материалы по исследованию оз. Севан и его бассейна, ч. I, вып. 3, 1933.
46. Заварицкий А. Н. Некоторые черты четвертичного вулканизма Армении. Изв. АН Арм. ССР, № 5—6, 1944.
47. Заварицкий А. Н. Некоторые черты новейшего вулканизма Армении. Изв. АН СССР, Сер. геол., № 1, 1945.
48. Заварицкий А. Н. Игнимбриты Армении. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1947.
49. Заварицкий А. Н. Введение в петрохимию изверженных пород, 1950.
50. Казаков М. П. Отчет о гидрогеологических исследованиях в районе западного берега оз. Гокча. Бассейн оз. Севан, 1929.
51. Казаков М. П. К гидрогеологии Крхбулагской группы родников. АН СССР Труды Совета по изучению природных ресурсов (СОПС) Серия Закавказья, вып. 10, 1934.
52. Казаков М. П. Гидрогеологический очерк Южного берега оз. Севан. Бассейн оз. Севан, том II, вып. I, 1930.
53. Казаков М. П. Гидрогеологические условия в низовьях Занги и Апарана. АН СССР, Труды по изучению природных ресурсов (СОПС). Сер. Закав., вып. 10, 1934.
54. Киреев И. А. Гидрографические работы на оз. Севан. Материалы по исследованию оз. Севан, ч. V, 1933.
55. Котляр В. Н. и Соколов П. Н. Геологический очерк района Памбакского и Мисханского хребтов, 1932.
56. Кузнецов С. С. Происхождение оз. Гокча. «Природа», № 78, 1928.
57. Кузнецов С. С. О некоторых геоморфологических чертах побережья оз. Севан. Изв. АН СССР, т. VII, № 4, 1930.
58. Кузнецов С. С. О гидрогеологии бассейна оз. Севан. Бассейн оз. Севан, т. III, вып. I, 1930.
59. Кузнецов С. С. Материалы по гидрогеологии бассейна оз. Севан, т. III, вып. 2, 1933.
60. Кузнецов С. С. Гидрогеология северо-западного побережья оз. Севан. Бассейн оз. Севан, т. III, вып. 2, 1933.
61. Кузнецов С. С. Геология северо-западного побережья оз. Севан. Бассейн оз. Севан, т. II, 1929.

62. Куллетский Б. М. Геолого-петрографический очерк восточной части Ахманганского вулканического плато. Труды Зак. Ком. АН СССР. Изд. АН СССР и Управления водного хоз. Армении, 1929.
63. Лебедев П. И. Вулкан Алагез и его лавы. Алагез — потухший вулкан Армянского нагорья, т. I, вып. 3, 1931.
64. Лебедев П. И. К вопросу о природе туфовых лав вулкана Алагез. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1947.
65. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Андезито-базальтовые формации центральной части Армении. Бассейн оз. Севан, т. I, 1929.
66. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Армянское вулканическое нагорье. «Природа», № 5, 1928.
67. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Избранные труды, т. 1, 1949.
68. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Бассейн оз. Севан. Научные результаты экспедиции 1927 г. Бассейн оз. Севан, т. I, 1929.
69. Личков Б. Л. Тезисы доклада о структуре земного шара и больших формах земной коры. Труды IV геоморфологической конференции по изучению Кавказа и Закавказья, 1957.
70. Личков Б. Л. К характеристике геоморфологии и стратиграфии Алагеза. Алагез—потухший вулкан Армянского нагорья, 1931.
71. Манукян Э. А. Водные ресурсы р. Раздан и их связь со снижением уровня оз. Севан, Арм. НИИГ и М., 1959.
72. Мартиросян А. А. Гидрогеологический очерк бассейнов рек. Гарни-Ведж. 1946.
73. Малхасян Э. Г. О Джермукской и Кушинской группах интрузий в Армении, Вестн. МГУ, № 3, 1952.
74. Малхасян Э. Г. Гамзинский комплекс интрузий в Армении, Сб. ЕрПИ, № 8, 1954.
75. Месроbian А. И. О генезисе четвертичных туфов Армении. Изв. АН Арм. ССР, № 4, 1951.
76. Милановский Е. Е. История формирования Севанской впадины в свете представлений о неотектонике Малого Кавказа. Труды IV геоморфологической конференции по изучению Кавказа и Закавказья, 1957.
77. Милановский Е. Е. История формирования впадины оз. Севан, БОИМП, отд. геол., т. XXXVII, вып. 3, 1952.
78. Милановский Е. Е. О неогеновсм и антропогеновом вулканизме Малого Кавказа. Изв. АН СССР, сер. геол., № 10, 1956.
79. Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел, 1954.
80. Нефедьева Е. А. Ахманганское вулканическое нагорье. Труды Института геофизики АН СССР, № 4, 1950.
81. Оганезов Г. Г. Энергетические факторы в тектонике Араратской котловины. Подземные воды Араратской котловины, т. I, 1957.
82. Оганезов Г. Г. Озеро Айгерлич. Подземные воды Араратской котловины, т. II, 1958.
83. Оганезов Г. Г. Водный баланс массива Арагац. Подземные воды Араратской котловины, т. III, 1962.
84. Оганезов Г. Г. Насосное осушение Араздаинской степи. Подземные воды Араратской котловины, т. IV, 1957.

85. Оганезов Г. Г. Использование подземных вод на склонах массива Арагац. Подземные воды Араратской котловины, т. V, 1962.
86. Оганезов Г. Г. Осушение земель Карасу-Зангibasара. Книга I, 1935.
87. Оганезов Г. Г. Осушение земель Карасу-Зангibasара. Книга II, 1935.
88. Оганезов Г. Г. Осушение земель Северной степи, 1956.
89. Оганезов Г. Г. Артезианские воды Карасу-Зангibasара. 1934.
90. Оганезов Г. Г. Река Занга в условиях попусков из оз. Севан, 1935.
91. Огнев С. И. Наша пемза. Эконом. вестн. ССР Армении, № 2/10, 1925.
92. Освальд Ф. К истории тектонического развития Армянского нагорья. Записки Кавк. отд. Русского геогр. общества, кн. XXIX, вып. II, 1916.
93. Осипов Г. А. Подземный сток из оз. Севан и родники Араратской котловины. Изв. АН Арм. ССР, том II, № 4, 1949.
94. Паффенгольц К. Н. Стратиграфия четвертичных лав, Вест. Армении, Зап. Рос. мин. общ. LX, № 2, 1931.
95. Паффенгольц К. Н. Бассейн оз. Севан. Геологический очерк. Труды Всесоюзного геол.-разв. объединения, вып. 219, 1934.
96. Паффенгольц К. Н. Бассейн р. Восточный Арпачай. Геологический очерк. Труды Всесоюзного геолого-разведочного объединения, вып. 328, 1933.
97. Паффенгольц К. Н. К вопросу о возрасте и генезисе туфолав Армении. Записки Всес. минерал. общества, ч. XVII, № 3, 1938.
98. Паффенгольц К. Н. Геология Армении (на армянском яз.), 1947.
99. Паффенгольц К. Н. О происхождении озер Севан, Ван и Урмия. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1950.
100. Рабинович И. М. Строительная механика стержневых систем, 1946.
101. Сводная водохозяйственная схема, т. I, «Армводпроект», 1957.
102. Соколов А. П. К вопросу о фильтрации озерной воды в Еленовском районе. Бюллетень гидрогеологических исследований на оз. Севан, № 4, 1928.
103. Соколов А. П. Новые данные о фильтрации вод из оз. Севан. Бюллетень бюро гидрометеорологических исследований на оз. Севан, № 7—8, 1929.
104. Соколов А. П. Подземный сток воды из оз. Севан. Материалы по исследованию оз. Севан и его бассейна, ч. I, вып. 4, 1934.
105. Сунцов М. А. Гидрогеология бассейна и подземный сток воды из оз. Севан. Лаборатория гидрогеол. проблем им. Ф. П. Саваренского, АН СССР, 1959.
106. Тахтаджян А. А., Габриелян А. А. Опыт стратиграфической корреляции вулканических толщ и пресноводных отложений плиоцена и плейстоцена Малого Кавказа. ДАН Арм СССР, т. 8, № 5, 1948.
107. Турцев А. А. Геологический очерк восточных цепей Памбакского хребта. Бассейн оз. Севан, т. I, 1929.
108. Турцев А. А. Гидрогеологический очерк бассейна р. Занги, ч. I, АН СССР. Совет по изучению производительных сил. Серия Закавказская, вып. 1, 1931.
109. Турцев А. А. Гидрогеологический очерк северо-западного берега оз. Гокча. Бассейн оз. Севан, т. I, 1929.
110. Ширинян К. Г. Стратиграфическое расчленение четвертичной туфолавова

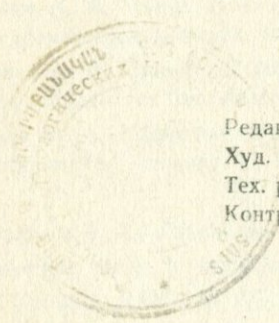
толщи области г. Арагац. Вопросы геологии и гидрогеологии Арм. ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1956.

111. **Шелковников А. Б.** Работы Севанского геоботанического отряда Зак. экспедиции, 1927. Бассейн оз. Севан, т. I, 1929.
112. **Хаин В. Е. и Леонтьев Л. Н.** К вопросу о происхождении оз. Севан. «Земледелие», № 4, 1957.
113. **Чарыгин М. М.** Общая геология, 1959.
114. **Труды** Полтавской гравиметрической обсерватории. Том II, 1948.

Введение	3
Состояние геологической изученности Гегамского нагорья и озера Севан	7
Геологическое строение Гегамского хребта	8
История формирования Севанской впадины в свете наших представлений	14
Разломы в пределах Гегамского хребта	21
Вулканическая депрессия и ореол затухания вулканов Гегамского нагорья	31
Соображения о размере прогиба вулканической депрессии Гегамского нагорья	42
Генетическая связь туфов, туфолав и одновозрастных лавовых вулканов на массиве Арагац с вулканами Гегамского хребта	44
Генетическая связь подозерных туфовых песков Араратской долины и при- ереванских туфов с вулканом Армаган	66
Гидрогеология глубинных зон Гегамского нагорья	77
Бессточный участок	109
О возрасте лав Гегамского нагорья	106
Приложение	110
Литература	118

Оганезов Гурген Гаврилович

Севан и Гегамский хребет



Редактор А. М. Азатян
Худ. редактор А. Мамаджанян
Тех. редактор В. Халатян
Контрольный корректор А. Азарян

ВФ 07620

Заказ 487

Тираж 1000

Сдано в набор 1/1—1962 г. Подписано к печати 24/XI 1962 г.
Формат 60×92¹/₁₆. Печати. 7,75 листов. Издат. 7,2 листа.
Цена 30 коп.

Типография № 1 Главного управления издательств и полиграфической промышленности Министерства культуры Арм. ССР, Ереван, ул. Алавердяна, 65.

ЦЕНА 30 К.

13797