

551
5-27

АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
КОМИССИЯ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

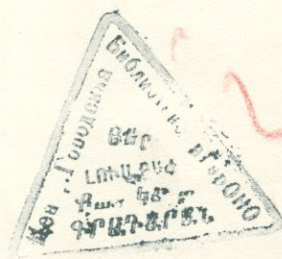
ЗАКАВКАЗСКАЯ КОМИССИЯ

БАССЕЙН ОЗЕРА СЕВАН (ГОКЧА)

Том III, выпуск 1

ПОД РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА
Ф. Ю. ЛЕВИНСОН-ЛЕССИНГА

ИЗДАНИЕ АКАДЕМИИ НАУК СССР
И УПРАВЛЕНИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ССР АРМЕНИИ
ЛЕНИНГРАД
1930



БАССЕЙН ОЗЕРА СЕВАН (ГОКЧА)

Ч. Г. ЗАЛ

100
101
102

ACADÉMIE DES SCIENCES
DE L'UNION DES RÉPUBLIQUES SOVIÉTIQUES SOCIALISTES
COMMISSION DES EXPÉDITIONS DE RECHERCHES

COMMISSION DE TRANSCAUCASIE

LE BASSIN DU LAC SEVAN (GOKTCHA)

Volume III, fascicule 1

SOUS LA RÉDACTION DE F. LOEWINSON-LESSING
MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉ PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS
ET PAR L'ADMINISTRATION DES EAUX DE LA RÉPUBLIQUE D'ARMÉNIE
LENINGRAD

1930

АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
КОМИССИЯ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

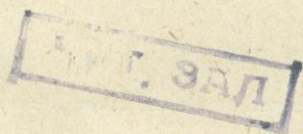
ЗАКАВКАЗСКАЯ КОМИССИЯ

55
Б-27

БАССЕЙН ОЗЕРА СЕВАН
(ГОКЧА)

Том III, выпуск 1

ПОД РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА
Ф. Ю. ЛЕВИНСОН-ЛЕССИНГА



ИЗДАНИЕ АКАДЕМИИ НАУК СССР
И УПРАВЛЕНИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ССР АРМЕНИИ
ЛЕНИНГРАД
1930

4026

7337

7392

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Сентябрь 1930 г.

Непременный Секретарь академик *В. Волин*

• Редактор издания Ф. Ю. Левинсон-Лессинг

Представлено в заседании Президиума Академии Наук 19 марта 1930 г.

Начато набором в апреле 1930 г. — Окончено печатанием в сентябре 1930 г.

106 стр. (15 фиг.) + 3 табл. + 5 карт

Статформат Б₅

Ленинградский Областлит № 62096. — Тираж 1000 экз. — 8 ⁶/₁₆ печ. л. — Заказ № 643

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

С. С. КУЗНЕЦОВ

О ГИДРОГЕОЛОГИИ БАСЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	9
Схема гидрологической характеристики бассейна озера Севан	11
К петрографии севанских побережий	12
Водные свойства пород	13
Геоморфологическое деление побережий Севана и их геоморфологические особенности	15
Особенности выпадения атмосферных осадков в бассейне озера Севан	23
Гидрогеология районов палеотипного рельефа	28
Гидрогеологические особенности районов кайнотипного рельефа	41
Делювиально-аллювиальные воды кайнотипного рельефа	61
О фильтрации из озера	68
О гидрохимических свойствах вод бассейна озера Севан	81
Заключение	92
Цитированная литература	95
Резюме на английском языке	96
Номерация родников и колодцев, осмотренных и зарегистрированных в работах Закавказской экспедиции Академии Наук в 1927, 1928, 1929 гг.	99
Синонимика	106

SOMMAIRE

	Page
Introduction	9
Schéma hydrogéologique du bassin du lac Sevan	11
Sur le caractère pétrographique du littoral du lac Sevan	12
Les propriétés de perméabilité à l'eau des roches	13
Subdivision géomorphologique du littoral du lac Sevan; particularités à signaler . . .	15
Le régime des précipitations atmosphériques dans le bassin du lac Sevan	23
Le caractère hydrogéologique des régions de relief paléotypique	28
Le caractère hydrogéologique des régions de relief cénotypique	41
Les eaux diluviales et alluviales du relief cénotypique	61
De la filtration des eaux hors du lac	68
Sur les propriétés hydrochimiques des eaux du bassin du lac Sevan	81
Conclusion	92
Liste bibliographique	95
Résumé en anglais	96
Dénombrement des sources et des puits visités et enregistrés au cours des travaux de l'Expédition Transcaucasienne de l'Académie des Sciences de l'URSS en 1927, 1928, 1929	99
Synonymes	106

ВВЕДЕНИЕ

Уже давно озеро Севан пробудило глубокий интерес среди исследователей теоретиков и практиков. Внимание теоретиков оказалось прикованным к самому озеру, и они стали искать разгадок его происхождения. В этих поисках в общем выкристаллизовались две точки зрения. Одни относили оз. Севан к типу запрудных, считая, что лавы Ахманганского хребта запрудили существовавшую долину, создав, таким образом, почти безотточную впадину. Другие допускали, что оз. Севан тектонического происхождения: впадина, занятая ныне водой, обусловлена дислокационными сбросовыми процессами. Позднее излившиеся лавы имели второстепенное значение. Высказывалась мысль о возможности вулканического происхождения озерной котловины.

Наряду с вопросом о происхождении озера, огромный интерес вызывает многолетняя устойчивость его уровня.

Если теоретики, ища разрешения геолого-гидрологических проблем, не раз посещали Севан, то не меньшую заинтересованность в нем проявили и проявляют практики. К этому понуждает высокое местоположение озера и близость двух больших депрессий: с севера — бассейн р. Кура, с юга — долина р. Аракс. Представляется весьма заманчивым использовать воду оз. Севан для энергетических и мелиорационных целей, спуская ее в область названных депрессий.

Наряду с этим, оз. Севан привлекало внимание возможностью организации рыбопромышленных предприятий. Наконец, в литературе существует ряд указаний на полезные ископаемые, находящиеся в недрах гор, которые окружают озеро.

Но с какой бы целью ни подходили к бассейну оз. Севан, всегда сталкивались с отсутствием более или менее подробных знаний о нем; всегда ощущался недостаток фактического материала, который бы детальнее освещал геологические, гидрогеологические, почвенные, гидрометеорологические черты этого бассейна, а также его водный режим.

В настоящей статье автор задался целью посылить осветить, в виде предварительного очерка, гидрогеологические условия бассейна оз. Севан на основании печатных источников и того материала, который был собран

Закавказской экспедицией Академии Наук за последние три года. Продолжающиеся исследования и неопубликованные еще материалы Севанского гидрометеорологического бюро должны внести новые данные, детализирующие и уточняющие наши сведения. Сказанное в первую очередь относится к присеванским равнинам, более подробное изучение которых намечено на 1930 г., с уделением особенного внимания району с. Ордакю — с. Еленовка — с. Караван-сарай, как имеющему важнейшее техническое значение при осуществлении проектов использования Севана. Здесь намечено добыть некоторые знания более глубокой геологии при помощи шурфования и бурения.

СХЕМА ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАССЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН

ОЗЕРО Севан, или по-прежнему Гокча, лежит в пределах ССР Армении в Закавказьи между $40^{\circ}38'$ и $40^{\circ}09'$ северной широты и $62^{\circ}35'$ и $63^{\circ}20'$ восточной долготы, имея 1413 кв. км поверхности водной и 3574 кв. км материковой части бассейна; следовательно, площадь стока превышает в 2,5 раза площадь самого водоема.

Уровень озера в настоящее время держится около отметок в 1925,15 и 1924,93 абс. м.

По подсчетам проф. И. В. Егиазарова (1), исходявшего из осадков, принятых И. Фигуровским (428 мм), получены следующие данные:

Приход воды в озеро		Расход воды из озера	
Бассейн стока дает . .	1300 млн. куб. м	Испарение при 800 мм .	1130 млн. куб. м
„ самого озера .	570 „ „ „	Расход через р. Занга .	21 340 300 „ „
Всего . 1870 млн. куб. м		Всего . 1 151 340 300 куб. м	

Считая, однако, коэффициент стока для бассейна, питающего озеро, 0,75 вместо 1300 млн. куб. м, получим 975 млн. куб. м; следовательно, окончательно: $975 + 570 = 1545$ млн. куб. м. Баланс: 1545 млн. куб. м — 1151 млн. куб. м = 394 млн. куб. м, что равно 10,4 куб. м в 1 сек.

Акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг (2) дает такие цифры:

Приход воды в озеро		Расход воды из озера	
От рек	638 млн. куб. м	На испарение	1040 млн. куб. м
„ атмосфер. осадков .	545 „ „ „	„ орошение	58 „ „ „
Всего . 1183 млн. куб. м		Всего . 1098 млн. куб. м	

Остаток: 1183 млн. куб. м — 1098 млн. куб. м = 85 млн. куб. м

Такова схема гидрологической характеристики озера. Несмотря на разноречие некоторых цифр, происходящее вследствие слабой аргументации основных коэффициентов, подсчеты показывают превышение

приходных статей над расходными. Однако, уровень озера остается устойчивым. На это уже давно было обращено внимание. Здесь я не буду ни перечислять авторов, ни давать списка литературы: часть таковой имеется в книге Е. С. Маркова „Озеро Гокча. Географическое описание озера“ (3) и с исчерпывающей полнотой в специальной библиографической работе А. П. Сутугина „Библиография бассейна озера Гокча (Севана)“ (4).

Напомню лишь, что неравноценность прихода и расхода вод, неожиданно приводящая к равновесному балансу, отмечается и в концессионном договоре б. русского правительства и инж. Чарльса Стюарта, заключенном в 1912 г. и являющимся документом, который вплотную подошел к оз. Севан, как к некоторой полезной энергетической единице.

Естественно, а при утилитарном взгляде на водные массы Севана совершенно необходимо, выяснить сущность и причину этого явления, исследовав строение и жизнь Севанского бассейна. Здесь не последнее, повидимому, место занимает вопрос о режиме тех подземных вод, которые имеются на территории данного бассейна и которые, несомненно, так или иначе участвуют в его питании. Наряду с этим, существеннейшее значение приобретает вопрос о возможности подземного стока вод озера путем фильтрации через горные породы на север-ли — в бассейн р. Кура, на юг-ли — в бассейн р. Аракс или на восток — в громадную депрессию Тертера.

Сосредоточим же свое внимание на поисках и изучении подземных вод, принадлежащих бассейну оз. Севан, и на выяснении возможности фильтрации его вод через горные породы.

К ПЕТРОГРАФИИ СЕВАНСКИХ ПОБЕРЕЖИЙ

Обратившись к горным породам, совершенно естественно в первую очередь узнать, насколько возможно, водные свойства тех из них, в которых скопляются и по которым циркулируют подземные воды Севанского бассейна. Таковыми породами здесь являются:

- 1) пористые и трещиноватые андезитобазальты;
- 2) пористые, часто пемзовидные андезитобазальтовые шлаки;
- 3) плотные, преимущественно зеленого цвета, слоистые туфогены;
- 4) трещиноватые, часто пластовые порфириты;
- 5) сильно дислоцированные и метаморфизованные известняки;
- 6) массивные, покрытые сетью тонких волосных трещин габбро-змеевики;
- 7) плотные кварциты;
- 8) липариты;
- 9) рыхлые песчано-галечные толщи;
- 10) тонкослоистые и мелкоземистые туфо-пески;
- 11) грубообломочные щебне-галечные отложения делювиально-аллювиального происхождения.

Площади, покрываемые каждой из названных пород, исчисляются по карте следующими цифрами:

1) андезитобазальтов	1819,30 кв. км	63,73%
2) пемзовидных шлаков	23,60 " "	0,82 "
3) туфогенов	177,85 " "	6,22 "
4) порфиристов	491,10 " "	17,20 "
5) известняков	202,70 " "	7,09 "
6) габбро-змеевиков	74,10 " "	2,59 "
7) кварцитов	13,00 " "	0,45 "
8) липаритов	55,60 " "	1,90 "
Всего	2857,25 кв. км	100,00%

Особняком надо поставить:

- 9) песчано-галечные толщи (Мазринская долина);
- 10) туфо-пески под андезитобазальтами (от с. Эффендикинд до с. Адиаман);
- 11) щебне-галечные предозерные отложения пролювиального типа.

О распространении горных пород дает представление „схематическая геологическая карта“ (см. схематическую геологическую карту) и два профиля (табл. I). На карте, вследствие мелкости масштаба, не показаны: 1) палеогеновые известняки, лежащие пятнами на меловых в районе Надеждино — Арданыш и верховьев бассейна р. Кейты-чай; 2) девонские известняки в бассейне р. Айриджа; 3) сравнительно небольшие выходы диабазов среди эффузий Южногочинского района и 4) гранодиориты у горы 943 саж.

ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ПОРОД

По водным свойствам большинство названных пород (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) относится к группе грунтов водоупорных, водонепроницаемых.

Накопление и передвижение воды в недрах этих грунтов может происходить лишь по трещинам и пустотам. Несколько иначе процесс идет в шлаках, но про них скажем дальше.

При такого рода породах нам представляется маловероятной возможность аналитически вычислить количество обращающихся в них подземных вод. Ведь затруднительно применение формулы даже в том упрощенном виде, как ее в свое время дал Дарси:

$$Q = kiF,$$

или в приложении к трещиноватым грунтам:

$$Q = kF\sqrt{i}.$$

Здесь Q — количество протекающей воды в единицу времени через единицу сечения породы; F — площадь поперечного сечения свободного профиля потока; i — напорный градиент; наконец, k — коэффициент водопроницаемости самого грунта.

Однако, и эту упрощенную формулу нет возможности использовать, так как, по вполне понятным причинам, нельзя заменить алгебраические значки сколько-нибудь реальными, приближенными к действительным средним величинами. Очевидно, для учета количества вод, обращающихся в этих породах, не представляется возможным воспользоваться какими либо расчетными гидравлическими формулами, как, например, Дарси, Смрекера, так как нельзя определить входящие в их состав элементы, а потому остается путь некоторых лабораторных изысканий, главным же образом — полевая работа: изучение имеющихся выходов грунтовых вод, суммирование расхода их, изучение условий грунтового питания рек, подсчет величины этого питания по размерам расхода родников и речек в разных сечениях. Такой учет, до известной степени приблизительный, возможно произвести вследствие того, что водосодержащие породы обладают высокой водоупорностью, с одной стороны, и высоким процентом отдачи, с другой. Понятие об этом дает влагоемкость. Многократные испытания показали, что такие породы, как габбро, порфириты, мраморы обладают очень низкой влагоемкостью: количество влаги, могущее содержаться в них, измеряется десятными долями объемных процентов (5,6). Она находится в пустотах и трещинах, значительнейшая часть которых носит характер субкапилляров.

Следовательно, водные свойства пород, слагающих Севанский озерный бассейн, таковы, что на процессы накопления и циркуляции подземных вод особое значение приобретает само сложение каменных массивов. Ведь перед нами по преимуществу скальные грунты; подземные воды находятся не в массе самой породы, а лишь в трещинах и пустотах ее. В таком случае положение массы грунта должно играть второстепенную роль. Все заключается в том, как направлены и ориентированы трещины, как и где расположены пустоты.

Туфогены Гюнея и Мазринского района весьма плотны и обладают минимальной трещиноватостью. Характерная для этих туфогенов слоистость или настолько тонка, или они так основательно спрессованы, что по слоям просветов не наблюдается. Иную трещиноватость несут порфириты. В них на Гюнее она резко выражена по двум азимутам: СЗ 300—310° и СВ 40—50°. Нет сомнения, что это тектонические трещины типа диаклазов. Добре и один ряд их совпадает, повидимому, с направлением давления, другой — ему перпендикулярен. Порфириты Мазринского района обладают той же трещиноватостью, только в районе верховьев бассейна р. Кейты-чай трещины принимают широтное простирание. Просвет трещин в общем незначителен; он становится заметным, достигая нескольких сантиметров лишь в скалах порфирита, наиболее резко отпрепарированных эрозией от общей массы породы. Падение трещин достигает 40—50° и больше.

Отмеченная система трещин обуславливает прямоугольную отдельность порфиристов.

В габбро-змеевиковом эллипсоидальном теле, протянувшемся километров на 25 по оси Шах-дага, наблюдается также тектонического происхождения трещиноватость. Однако здесь наряду с трещинами, азимутально близкими падению и простираию облекающих интрузию пород, обнаруживаются трещины диагональные, т. е. такие, которые, пересекаясь, дают прямой угол, делящийся пополам вероятной линией направления давления. Вследствие этого густота сети трещин, разбивающих габбро-змеевиковую массу, сильно увеличивается, но, надо отметить, просвет трещин здесь весьма мал: они очень часто сводятся к волосным.

В облекающем габбро-змеевиковую интрузию и разорванном денудацией значительно метаморфизованном известняке наблюдается, как кажется, две системы трещин: одна совпадает с грубой слоистостью, другая — ей перпендикулярна и нередко совпадает с направлением СЗ или ЮЗ. Последняя имеет крутое, почти вертикальное падение. Трещины в известняках нередко отличаются большим зияющим просветом.

Несмотря на наличие сбросовых явлений (бассейн рр. Арданыш, Шиш-кая и др.), гидрогеологического проявления трещин типа параклазов в Шахдагском районе подметить не удалось.

Что касается андезитобазальтов, развитых на восточном, южном, югозападном и западном побережьях, то сильнейшая трещиноватость этих пород является в основном производной процессов застывания лавы. Кроме участков, где выражена столбчатая отдельность, трещины в андезитобазальтах не имеют какого-либо преимущественного направления. О трещиноватости андезитобазальтов скажем подробнее в одной из следующих глав, теперь же обратимся к вопросам, связанным с инфильтрацией выпадающих осадков в толщу перечисленных пород.

Если трещины, как отмечено, имеют преимущественное, можно сказать исключительное значение в передвижении и циркуляции подземных вод в скальных грунтах, то в процессе инфильтрации и вообще проникании осадков внутрь горных массивов первенствующая роль принадлежит степени обнаженности и внешним формам этих массивов, т. е. их рельефу.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЛЕНИЕ ПОБЕРЕЖИЙ СЕВАНА И ИХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

В отношении пластики, морфологии поверхностей весь материковый бассейн питания озера делится на четыре района (фиг. 1).

Перед тем как приступить к характеристике каждой части, заметим, что в присеванских хребтах совершенно отчетливо выражено два типа рельефа. Один несет на себе следы длительной моделирующей работы

экзогенных агентов, действовавших в различные моменты с неодинаковой силой. В этом типе рельефа часто встречаются законченные, сnivelированные формы. Такой рельеф удобно назвать палеотипным. Другой тип рельефа, выраженный на прибрежных площадях оз. Севан, несет все черты свежести, молодости, недавнего образования. Возникший исключительно в результате эндогенных процессов, а именно, излияний большого количества андезитобазальтовых лав, этот рельеф еще слабо моделирован. Та первозданная хаотическая поверхность, которая присуща массовым лавовым потокам, осталась почти нетронутой, если не считать дезинтеграционной работы резких температурных колебаний. Но эта работа пока привела только к увеличению первобытной хаотичности рельефа. Здесь наблюдается почти полная обнаженность коренных пород и крайне слабое развитие наносов. Весьма логично этот тип рельефа назвать кайнотипным.

Каковы же наиболее заметные черты морфологии каждого из намеченных выше четырех районов?

Область прилежащего к озеру Памбакского хребта, затем Гюнейский и Шахдагский хребты, обрамляющие Севан с северо-востока, представляют один район. Назовем его Шахдагским. Хотя этот район надо относить к палеотипному (фиг. 2), все же отличительными чертами пластики его являются все особенности, свойственные типичным горным хребтам: рельеф достаточно расчленен, склоны долин, многократно секущих хребет, круты, множество скальных обнажений, местами резкие и трудные подъемы, речные долины завалены часто огромными обломками горных пород. Вследствие такой морфологии, всякое изобилие дождевой или талой снеговой влаги вызывает здесь потоки типа селей громадной энергии, которые способны перемещать большие массы крупного обломочного материала (фиг. 3) и производить в такие моменты значительную эрозионную работу.

Совершенно иными чертами пластики обладает другой район, охватывающий западное и южное побережье озера. Назовем этот второй район Ахманганским. Территория от меридиана с. Еленовка до меридиана с. Эранос имеет относительно довольно пологую поверхность. Об этом может говорить уже простое сравнение следующих цифр: расстояние от берега до водораздела в Шахдагском районе колеблется между 1,5 и 6 км, тогда как в Ахманганском районе это же расстояние 22—25 км. Средние же высоты водораздельных линий в обоих районах почти одинаковы.

Наклонная плоскость Ахманганского района, залитого андезитобазальтовым покровом недавнего излияния, обладает бугристой, изрытой поверхностью. Здесь большое количество бессточных ям и котловин, размером иногда до 1 кв. км. Подобный рельеф обуславливает то, что лишь незначительная доля, колеблющаяся около 25%, всех выпадающих осадков стекает в озеро поверхностным стоком. Значительнейшая часть их уходит на испарение и инфильтрацию. Последнему процессу в высокой

степени благоприятствует сильнейшая трещиноватость андезитобазальтового покрова.

Справедливость сказанного ярко подчеркивается ничтожным количеством имеющихся здесь рек: на пространстве от меридиана с. Еленовка до меридиана с. Эранос (около 887 кв. км) стекает всего одна речка — Кявар-чай, секундный расход воды которой колеблется около 2—3 куб. м.



Фиг. 1.

3) Третий, Южнококчинский, район имеет свои особенности. Протянувшись от с. Эранос до с. Гедак-булак, он обладает довольно развитой гидрографической сетью. Здесь протекает 6 рек, круглый год несущих воду в оз. Севан:

Айриджа с бассейном	387 кв. км ¹
Куру-чай с бассейном около	130 " "
Аликрых " "	55 " "
Кизил-дара " "	125 " "
Алучалу " "	95 " "
Гедак-булак " "	140 " "

¹ Цифры взяты из отчета работавшего там М. П. Казакова.
Бассейн оз. Севан (Гокча), т. III, в. 1



М. П. Казаков, производивший работы в этом районе, в своем отчете указывает: „Два основных орографических элемента являются наиболее характерными для южного берега оз. Севан: высокие, конусообразные, вулканические вершины и глубокие ущелья долин. Они идут почти сразу от водораздельного хребта в сторону озера. Склоны их очень крутые, местами обрывистые. Сравнительно ровные водораздельные пространства почти сплошь задернованы. К озеру они обычно выступают террасовидными уступами. Наиболее отчетливо выделяются два террасовидных плато, приподнятых над уровнем оз. Севан — нижнее на 200 м, верхнее до 300—320 м. Поверхность этих плато покрыта почвой и суглинистым делювием“.

Наконец, на территории от меридиана с. Гедак-булак до бассейна р. Урумбосар-чай намечается четвертый морфологический район, который удобно назвать Мазринским. Его весьма пологий рельеф представляет все же некоторое среднее переходное звено между рельефом Шахдагского и Ахманганского районов (фиг. 4). В пластике Мазринского района преобладают плоские палеотипные формы. Южная половина, в которой развит андезитобазальтовый покров, имеет ту же бугристую, с массой бессточных западин поверхность, которая так характерна для Ахманганского района. Понятно почти полное отсутствие здесь поверхностных потоков: выпадающие осадки в главной массе инфильтруются в лавовый покров.

Северная часть Мазринского района сложена по преимуществу палеотипными породами. На этой территории, наряду с плоскими элементами рельефа, находим кряжевые формы типа шахдагской пластики. Естественно, здесь существует довольно обильная гидрографическая сеть, но равнинность и слабый наклон водосборных плоскостей обуславливают большую нормальность и равномерность стока. Селевые потоки в восточных частях Мазринского района возможны, но их энергию нельзя даже и сравнивать с селями Шахдагского хребта. Несомненно, это одна из существенных причин чистоты речных долин, не загроможденных наносными обломками горных пород.

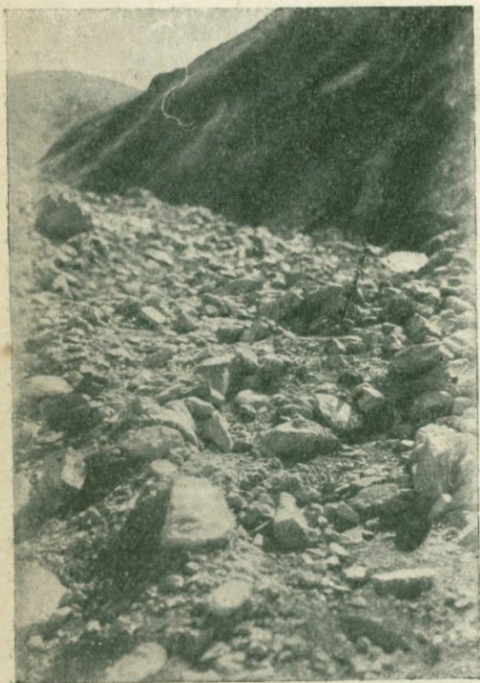
Площади, занятые всеми четырьмя районами, таковы:

Площадь Шахдагского района (р. Урумбосар-чай — с. Еленовка) .	684 кв. км
„ Ахманганского района (с. Еленовка — с. Эранос)	887 „ „
„ Южноокчинского района (с. Эранос — с. Гедак-булак) .	1113 „ „
„ Мазринского района (с. Гедак-булак — р. Урумбосар-чай, без Мазринской долины и басс. оз. Ала-гель) .	576 „ „
„ Мазринской долины.	314 „ „
Всего	3574 кв. км

Этой цифрой измеряется площадь всей материковой части бассейна оз. Севан, водная площадь которого равна 1411—1413 кв. км.



Фиг. 2. Долина р. Арданыш в области палеотипного рельефа.



Фиг. 3. Наносы селей в долине р. Шампырт.

Несмотря на видимую разнохарактерность пластики севанских побережий, при внимательном изучении, однако, открываются некоторые общие и замечательные черты. Прежде всего, здесь оспаривают друг друга два основных, уже отмеченных выше, начала: рельеф палеотипный и рельеф кайнотипный.

Палеотипный рельеф наблюдается в Шахдагском районе, и существенными чертами его являются: неравносность продольных профилей речных долин, нередко наблюдаемая обращенность рельефа этих долин и, наконец, террасовидные образования, развитые как на Гюнее, так и на собственно Шах-даге.

Более или менее подробно все эти черты описаны (7), поэтому для избежания повторений приведем здесь лишь наиболее характерные черты (фиг. 5 и 6).

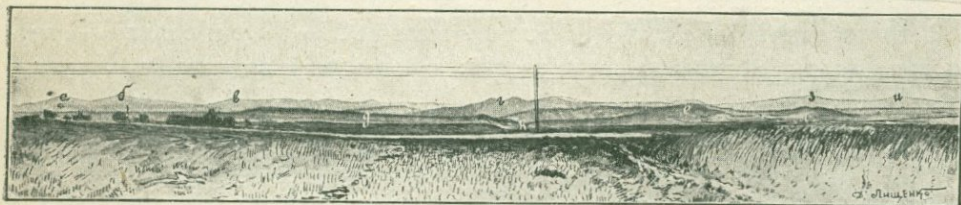
Особенно хорошо выраженными террасовидными образованиями являются уступы, наблюдаемые на склонах Гюнея, обращенных к озеру, а также на бортах долин рр. Тохлуджа, Ардачай, Арданыш, Джил и др. Эти уступы имеют отметки 940, 980, 1030, 1080, 1100 саж.,¹ что соответствует 85, 170, 280, 380, 450 м над современным уровнем оз. Севан.

В Южноокчинском районе с сильно развитым лавовым покровом, согласно описанию М. П. Казакова, также прослеживаются террасовидные уступы. Особенно „отчетливо выделяются два террасовидных плато, приподнятых над уровнем Севана до 200 и до 300—320 м“. Кроме того читаем у М. П. Казакова: „В долинах рек, над поймой, в некоторых местах выступают останцы древней террасы, высотой 3—5 м“. „...Выше с. В. Каранлуг и у кочевки Н. Каранлуг у правого и левого берега р. Каранлуг выделяются останцы древней террасы, сложенные галечником, мощностью до 3—4 м. На террасовом уступе Н. Каранлуга, приподнятом над уровнем реки до 20 м, также обнажается галечник. Между с. В. Гезельдара и Н. Гезельдара водораздельное плато левого берега р. Кизил-дара понижается к озеру двумя террасовидными уступами, приподнятыми над Севаном на 320 и на 200 м. Н. Гезельдара стоит на уступе еще более низком, возвышающемся над уровнем озера всего лишь на 60 м. В разрывах его, ближе к оз. Севан, вскрывается галечник. Ниже с. В. Алучалу водораздел между р. Кизил-хараба и р. Алучалу — в виде террасового плато“.

Описанные в работе по геоморфологии (7) равнинность, плоскодонность и обширность верховий, построенных циркуобразно, все эти черты, так характеризующие бассейны рек Шахдагского района, наблюдаются и в Южноокчинском, особенно, конечно, там, где выступает не залитый

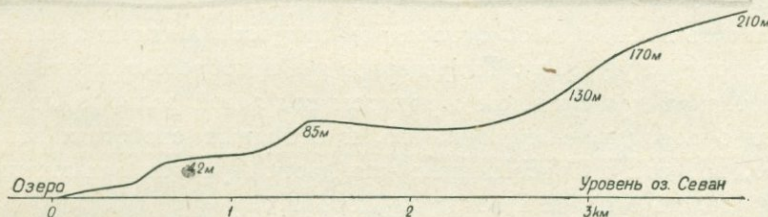
¹ В дальнейшем будут иногда употребляться старые, саженные меры, так как в них даны топографические карты.

лавами палеотипный рельеф. В цитированном уже отчете М. П. Казакова встречаем ряд важных указаний: „Несколько иную картину мы имеем в участке между с. Сачанлу и с. Атташ, включающем бассейны Средней и Западной Айридж, и в бассейне р. Гедак-булак. Отсутствие высоких

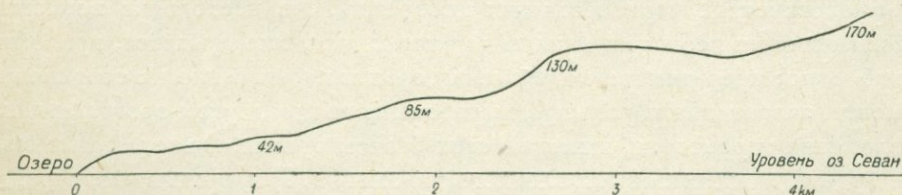


Фиг. 4. Мазринский район. Сочетание палеотипного и кайнотипного рельефов: а — гора Кяльваджар, б — гора Елиджа, в — гора Кейты-даг, г — гора Зиарат-тапа, д — андезитобазальтовый поток, е — вершина 976, з — гора Тик-пиякен, и — гора Гезальдара, к — родники с. Кырх-булак, л — родники с. Кизил-булак.

вершин (за исключением верховий), сравнительно низкие водораздельные пространства и широкие, выработанные долины характеризуют первый участок. Протекающие здесь реки медленно несут свои воды, выделяясь извилистой полосой среди широких, зеленых, пойменных участков“.



Фиг. 5. Профиль р. Тохлуджа (отношение вертикального масштаба к горизонтальному 5 : 1).



Фиг. 6. Профиль р. Ардачай (отношение вертикального масштаба к горизонтальному 5 : 1).

Относительно строения речных долин в описаниях М. П. Казакова встречаем следующее: „Собственно Айриджа, севернее с. Караван-сарай, протекает по узкому, глубокому ущелью, местами непроходимому. Течение реки здесь быстрое. В русле — округлая галька размером до 3 см. Совсем иной характер реки южнее с. Атташ. Здесь она выработала широкие долины (Южная и Восточная Айриджи) с обширными пойменными участками. Медленно, почти незаметно скатываются воды по извилистым руслам,

откладывая по пути иловато-глинистый материал. Широкие поймы, высотой до 1 м, сложены тяжелым суглинком и обычно заболочены. Таким образом, верхняя половина течения реки резко отличается от низовой. Река Кизил-дара почти на всем протяжении течет в глубоком ущельи, торопливо передвигая водную массу к озеру. Крутые, местами обрывистые, обычно обнаженные склоны достигают высоты 50—60 м и больше. К верховьям долина несколько расширяется: склоны чаще задернованы, с уклоном до 30—50°.

Читая приведенные описания и вглядываясь в вычерченные по карте профили р. Айриджа, приходишь к совершенно определенному заключению: отмеченные черты рельефа Южногокчинского района в точности повторяют таковые в Шагдагском и Мазринском районах, подробно описанные в статье „О некоторых геоморфологических чертах побережий озера Севан“ (7).

Неравновесные профили в Мазринском районе видны из всего профиля, проложенного от Алагельского плато до с. Басаргечар. На них же отчетливо отразились и террасовидные образования, поверхность которых по преимуществу закрыта андезитобазальтовой лавой (табл. II).

Вот те замечательные геоморфологические черты, которые общи всем севанским побережьям и которые сближают их генетически, давая возможность заключить об однородном процессе, шедшем здесь в некоторую геологическую фазу. Гидрогеолог же приобретает важный фактический материал для суждения о скрытом под лавой рельефе, до известной степени о породах, слагающих его, и о водных свойствах этих пород. Однако, все эти первостепенные для данной работы заключения поставлены сделать в одной из следующих глав.

Большой интерес возбуждает вопрос о генезисе отмеченных геоморфологических черт севанских побережий. Из нескольких возможных объяснений их происхождения в данном случае, мне думается, приложимо лишь одно: прерывистое поднятие нагорья и перенесение на современные высоты палеотипного рельефа, выработанного при другом орографическом положении территории, имевшей свои базисы эрозии. В настоящий момент не будем доказывать выставленного положения (7) и, приняв его, перейдем к обсуждению той роли и значения, которые приобретают описанные геоморфологические черты для жизни подземных вод севанских побережий. Котловинные, цирковые образования в изголовьях речных долин, плоскодонность последних в верховьях, изобилие плоских вершин, развитие равнинного рельефа в Мазринском и Южногокчинском районах — все это в высокой степени благоприятные факторы для процессов инфильтрации атмосферных осадков, особенно в условиях трещиноватых пород. Этот процесс должен протекать с тем более ярким эффектом, чем большие абсолютные высотные отметки имеют плоские элементы рельефа.

ОСОБЕННОСТИ ВЫПАДЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ
В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА СЕВАН

На высотах свыше 2000 м над уровнем моря в значительном количестве выпадают твердые осадки. Помимо долгого (с ноября по май) периода снегопада, здесь и в летние месяцы атмосферные осадки нередко выпадают в твердом состоянии, в виде града. Само собой понятно, что, скопясь на ровных площадях, и снег и град, медленно стаявая и тем сильно понижая открытый сток, обеспечивают время для инфильтрации. Количество инфильтрующейся воды еще более увеличивается вследствие выпадения влаги путем конденсации — процесса, столь свойственного высоким нагорьям.

Если сказанное справедливо в отношении участков с определенной морфологией в областях палеотипного рельефа, то инфильтрация в еще большей степени должна осуществляться на площадях кайнотипного рельефа с развитым андезитобазальтовым покровом, почти сплошь усеянным трещинами, каменными россыпями и безотточными впадинами.

Необходимо, конечно, отметить и то обстоятельство, что на плоских высотах Мазринского, Южногочинского и Ахманганского районов значительные по площади снежники лежат до августа месяца, некоторые же, повидимому, остаются до нового снегопада. Малая квадратура равнинных площадок в Шагдагском районе не благоприятствует образованию снежников. Небольшие снежные поля в бассейнах Шиш-кая, Сарынара, Гейсу стаявают ко второй половине июня. Но на дне глубоких котловин и каньонов здесь скопляются обильные снега, которые местами (напр., долина р. Сарынар) задерживаются до сентября.

Небольшое увеличение общей годовой влажности, несомненно, всякий раз значительно сказывается на замедлении таяния как горных, так и долинных снегов.

Только что нарисованная картина жизни атмосферных осадков, выпадающих на севанские побережья, приводит к тому, что инфильтрация может выражаться заметными величинами. К сожалению, мы не располагаем объективными данными для выражения этих величин сколько-нибудь точными цифрами. Однако, можно произвести некоторые более или менее приближенные к действительности подсчеты. Для этого используем данные Гидрометеорологического исследовательского бюро на Севане, с одной стороны, и некоторые личные наблюдения метеорологического характера, с другой.

На основании наблюдений Еленовского гидрометеорологического бюро (8) получаем данные, приведенные в табл. 1 и 2.

Выбор был остановлен на наблюдениях этих двух станций, хотя одна из них находится на границе бассейна озера, вследствие того, что они лежат на разных высотах: Семеновская на 200 м выше Еленовской.

Громаднейшее значение в накоплении подземных вод в горных областях приобретают процессы конденсации водяных паров атмосферы. Роль конденсационных вод в жизни высокогорных источников уже давно отмечена. Туманы, как состояние избыточного увлажнения атмосферы, особенно благоприятствуют явлению конденсации. Следовательно, увеличение числа туманных дней есть положительный фактор в жизни подземных вод бассейна Севана. Роль этого фактора становится тем значительнее, чем больше гипсометрические высоты, так как рост их стоит в прямо пропорциональной связи с увеличением числа туманных дней.

Вот некоторые выводы из анализа метеорологических данных Севанского гидрометеорологического бюро.

Три недели работ в верховьях бассейна р. Кейты-чай при более или менее однородных условиях позволили вести срочные наблюдения над

Таблица 2

1 9 2 8 г.																Сумма мм за 9 месяцев		Число дней за 9 месяцев со						
II				III				IV				V									VI			
Осадки в мм Снегом Градом Туманом				Осадки в мм Снегом Градом Туманом				Осадки в мм Снегом Градом Туманом				Осадки в мм Снегом Градом Туманом									Осадки в мм Снегом Градом Туманом			
42	21	4	3	8	12	1	6	48	2	1	2	85	2	4	1	113	—	4	1	392	65	16	36	
42	20	1	5	24	13	2	7	58	3	3	5	106	3	12	11	124	1	5	17	468	68	26	63	

влажностью с психрометром Асмана и гигрометром. Полученные результаты приведены в табл. 3.

Здесь на восточном побережье опять наблюдается тот высокий процент влажности, который так характерен для северозападного участка Севана. При такой влажности естественно ожидать значительной величины упругости водяных паров в атмосфере, что создает благоприятные условия для передвижения их в трещины и пустоты горных пород, где и происходит конденсация. Освобождающаяся при этом скрытая теплота парообразования регулирует самый процесс и количественно ограничивает его.

Чтобы кончить с особенностями режима атмосферных осадков в бассейне Севана, необходимо подчеркнуть следующее. Разница в количестве

Влажность, температура и давление (1929 г.)

Таблица 3

26

	17 VII	18 VII			19 VII			20 VII			21 VII			22 VII			
	21 ч.	7 ч.	13 ч.	21 ч.	7 ч.	13 ч.	21 ч.	7 ч.	13 ч.	21 ч.	7 ч.	13 ч.	21 ч.	7 ч.	13 ч.	21 ч.	
Относительная влажность . . .	76 ⁰ / ₀	76 ⁰ / ₀	60 ⁰ / ₀	99 ⁰ / ₀	95 ⁰ / ₀	49,5 ⁰ / ₀	98 ⁰ / ₀	92 ⁰ / ₀	62,5 ⁰ / ₀	100 ⁰ / ₀	75,5 ⁰ / ₀	62 ⁰ / ₀	92 ⁰ / ₀	65 ⁰ / ₀	54,5 ⁰ / ₀	97 ⁰ / ₀	
Температура воздуха	13,5°	13,5°	18,3°	13°	10,5°	13,8°	10°	9,8°	13,5°	9°	8,3°	14°	11°	9°	12,5°	5,5°	
Давление	562,0	560,0	561,0	561,0	561,0	561,0	562,0	561,0	562,0	563,0	563,0	559,0	557,0	558,0	558,0	559,0	
23 VII			24 VII			25 VII			26 VII			27 VII			28 VII		
7 ч.	13 ч.	21 ч.	7 ч.	13 ч.	21 ч.	7 ч.	13 ч.	21 ч.	7 ч.	13 ч.	21 ч.	7 ч.	13 ч.	21 ч.	7 ч.	13 ч.	21 ч.
63 ⁰ / ₀	76 ⁰ / ₀	91 ⁰ / ₀	64,5 ⁰ / ₀	55 ⁰ / ₀	96,5 ⁰ / ₀	75,5 ⁰ / ₀	55 ⁰ / ₀	98 ⁰ / ₀	48 ⁰ / ₀	41 ⁰ / ₀	100 ⁰ / ₀	58 ⁰ / ₀	31 ⁰ / ₀	93 ⁰ / ₀	57,5 ⁰ / ₀	36 ⁰ / ₀	86 ⁰ / ₀
—	9°	6,5°	9,5°	11,5°	7,5°	8°	15,5°	8°	9,8°	16°	9,5°	15,5°	20°	11°	12,5°	19,5°	13,5°
557,0	558,0	558,5	558,0	558,0	558,0	557,0	557,0	558,0	556,0	552,0	552,0	552,0	552,0	552,5	551,0	551,0	550,0
С 17 VII по 21 VII; район кочевки Басаргечар; высота 2510 м																	
С 13 ч. 21 VII по утро 26 VII; район кочевки Ак-таш; высота 2570 м																	
С 13 ч. 26 VII по утро 29 VII; кочевка Гейдөж; высота 2650 м																	

С. С. КУЗНЕЦОВ

выпадающей влаги в Еленовке и Семеновке равна, как выше указано, 76 мм, что дает 3,8 мм нарастания на каждую вертикаль в 10 м.

Точно так же, поднимаясь из Тифлиса через Гори и Сурам к расположенной на Месхийском хребте ст. Пони, можно наблюдать такие изменения хода годовых осадков:

Местность	Высота над уровнем моря в м	Осадки за год в мм	Прирост осадков на 10 м в мм
Тифлис	404	496	3,7
Пони	932	692	

Экстраполируя этой величиной и приняв за среднюю годовую на уровне озера 400 мм осадков, можно ожидать следующие их количества на разных горизонталях материковой части Севанского бассейна:

На уровне озера	1920 м годовых осадков	400 мм
На высоте "	2020 " "	438 "
" " "	2120 " "	476 "
" " "	2220 " "	514 "
" " "	2320 " "	552 "
" " "	2420 " "	590 "
" " "	2520 " "	628 "
" " "	2620 " "	666 "
" " "	2720 " "	704 "
" " "	2820 " "	742 "
" " "	2920 " "	780 "
" " "	3000 " "	818 "

Данный расчет произведен из наибольшего, повидимому, градиента. Сравнение других станций на побережьях Севана дает величины, меньшие 3,8 мм. Метеорологи же, насколько известно, устанавливают для Кавказа средний градиент в 2,8 мм на 10 м.

Последние три цифры можно не учитывать, так как высотам свыше 2700 м принадлежат в большинстве случаев отдельные небольшие площади. Опустив указанные цифры, все же совершенно ясен и несомненен весьма значительный прирост осадков на высоких горизонталях. При этом особенно важно, что на отметках 2400—2600 м находятся довольно обширные плоскогорья, вроде Кейтычайской равнины, с минимальным наклоном и, следовательно, с замедленным поверхностным стоком.

Как и обычно, наряду с ростом влажности увеличивается относительное количество твердых осадков. Характерно, что, начиная с горизонталей 2350—2450 м, жидкие осадки летом падают в виде тихих, морозящих дождей обложного типа; грозовые же осадки часто выпадают твердыми — градом.

Вот главнейшие метеорологические особенности бассейна оз. Севан; часть их установлена объективными наблюдениями, часть же получена путем некоторой экстраполяции имеющихся наблюдений. Широко, повидому, развитые процессы конденсации, значительное количество твердых осадков, наличие высоко расположенных равнинных площадок и котлованов являются благоприятнейшими факторами для инфильтрации вод внутрь горных масс и превращения этих вод в подземные потоки.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ РАЙОНОВ ПАЛЕОТИПНОГО РЕЛЬЕФА

Однако, приведенные выше водные свойства пород Севана таковы, что в них не может образоваться сколько-нибудь значительный водный подземный запас. Исключив занимающие очень небольшую сравнительно площадь молодые озерные и речные отложения в районе Шах-дага и Гюнея, будем иметь лишь описанные трещиноватые грунты. Подземные воды в них содержатся и циркулируют лишь по трещинам и пустотам. Для суждения о количестве вод, содержащихся в изверженных и метаморфических, словом, в кристаллических породах, в настоящее время имеются двоякого рода данные. Одни основаны на теоретических соображениях, другие — на учете результатов, полученных опытным путем.

Подсчеты первой категории принадлежат нескольким ученым, и приводимые ими цифры таковы:

Фамилия автора	Средняя величина трещиноватости или пористости кристаллических пород, принимая уменьшение объема пор и пустот с глубиной									
Delesse в 1861 г. . . .	12,5%	объема	на	поверхности;	0	—	на	глубине	6	миль
Slichter (9) в 1902 г. .	10	"	"	"	"	"	"	"	"	около 6 км
Van Hise (10) в 1904 г.	в среднем 0,69% от поверхности до глубины 10 км									
Chamberlin et Salysbury в 1912 г.	"	"	2,5%	"	"	"	"	"	"	6 миль

Данные другой категории, определенные по результатам бурения на воду в областях кристаллических трещиноватых пород, сведены в работе М. Fuller (6). На основании работ J. Holmes, бурившего в кристаллических породах области Piedmont (Калифорния), Ellis, ведшего поиски воды в Коннектикуте, наконец, самого М. Fuller, бурившего в кристаллических же породах ряда восточных штатов, следует, что вода в подобных трещиноватых грунтах обычно встречается на глубине до 200—300 футов от поверхности. При этом отмечается, что скважины, не встретившие воду до указанной глубины, имеют ничтожные надежды найти ее глубже. Ellis даже рекомендует безводные до глубины 200—250 футов скважины оставлять и закладывать бурение новых.

На основании большого фактического материала, добытого американскими буровыми на воду работами, Ellis и Fuller приходят к опре-

деленным выводам о влагоемкости кристаллических пород. Ellis, приняв за среднюю ширину трещин 0,25 мм, считает, что до глубины 300 футов объем пустот в трещиноватых породах равен величине около 0,046% от объема всей породы. Fuller же, уменьшая несколько ширину и число трещин, приходит к выводу, что до глубины в 2000 футов трещинная вода занимает всего 0,0007% по объему породы (11).

Наблюдения над дебитом скважин посредством откачки дали Ellis возможность установить средний расход в 0,001 куб. м в 1 сек.

Таким образом, кристаллические породы в Америке (граниты, сланцы, гнейсы, филлиты) обладают ничтожной влагоемкостью; подземные же воды, циркулирующие по трещинам их, дают весьма небольшой дебит.

Если согласиться с американскими данными и принять объем пустот трещиноватости, или „влагоемкость“, для верхней толщи (50—70 м) грунтов в 0,04%, то перенеся эту величину на шахдагские породы, можно попытаться сделать некоторый небезынтересный подсчет:

Породы	Объем породы до глубины 70 м в куб. м	„Влагоемкость“ в куб. м	Количество выхо- дящих и учтенных подз. вод
Порфириты . .	1 540 000 000 (бас. р. Тохлуджа)	616 000	ок. 0,031 куб. м в 1 сек.
Габбро-змеевики	770 000 000 („ „ Баб.-дараси)	308 000	„ 0,020 „ „ „ „

Как известно, выходы подземных вод, циркулирующих в трещиноватых кристаллических породах, в значительной степени случайны: в равных климатических и геологических условиях можно иметь и не иметь подземной воды. Вследствие этого почти невозможно предугадать наличие подземной воды в каком-либо участке кристаллического массива. Подобное явление обязано той сложной сети трещин, которая возможна в массе названных пород. Замыкание ряда трещин или их тампонаж механическими и химическими отложениями должны создавать неожиданность и прихотливость путей обращающихся по трещинам подземных вод.

Конечно, с указанной случайностью водных обнажений мы имеем дело и на Гюнее и на Шах-даге. Но на этих же хребтах открывается одно замечательное обстоятельство: грифоны ключей до 80% Гюнея и до 65% Шах-дага приурочены к некоторым весьма определенным высотным отметкам. Для уяснения гидрогеологических явлений Шахдагского района обратимся к фактам, позаимствовав материал из нашего прошлого-годнего отчета о поисках подземных вод в названной территории (см. карту родников).

Среди многочисленных выходов подземных вод на Гюнее подробно были осмотрены 20 родничков с замерами и производством качественного, а частично и количественного химического опробования. Полученные данные удобно свести в табл. 4.

Таблица 4

№№ источников (аналоги опущены)	Число род- ников	Бассейн	Высота в м	t° Ц	Жестк. в нем. град.	SO ₃	Cl	Дебит л в 1 сек.	Породы
	3	Озера Севан	2087			В отдельных случаях	Следы	0,3	Делюв. на туфогенах
390, 393, 395,	5	„	2194—2200	8—9°	8°			0,6; сочащ.	Туфогены
384, 386	6	„	2283—2300	8—9°	ок. 7—8°			1,05; сочащ.	Порфириты; брекчиев. порфириты

Наблюдение этих родников приводит нас к следующим заключениям: 1) с химической стороны воды всех приведенных родников совершенно однородны и очень высокого питьевого достоинства: все они отличаются весьма незначительной жесткостью, ничтожным количеством хлора и, повидимому, лишь следами других солей; 2) выходы вод в подавляющем числе случаев приурочены к определенным высотным отметкам, а именно: 2095, 2200 и 2300 м; полевые наблюдения показывают, что в районах развития туфогенов и порфиритов большое число родников приходится на отметку 2300 м, где намечается пограничная линия названных пород; 3) дебит источников ничтожный: все замеренные источники дают в сумме около 30 л в 1 сек.; 4) воды идут из коренных пород: туфогенов и брекчиевидных порфиритов.

Иногда воды, выйдя из коренных пород, прежде чем обнажиться на дневную поверхность, попадают в делювиальный плащ. Крутизна склонов (30—40°), являясь предельной для накопления рыхлого осыпного материала, обуславливает тонкость делювиального плаща. Естественно, что проникшие в него подземные воды долго удерживаться не могут и вскоре выходят на его поверхность, маскируя лишь коренные выходы и снижая их действительные высотные отметки.

Условия выходов коренных вод на всем склоне Гюнейского хребта очень однообразны. Можно сказать, что все роднички размещаются в тальвеге оврагов, именно в тех их местах, где идут полосы обнаженных коренных горных пород. Овраг, глубоко врезавшись в склоны, вскрыв слагающие породы, небольшими своими изгибами-веточками пересекает их по простиранию, вследствие чего воды, идущие по наклону пластовых туфогенов, оказываются перехваченными на пути и выведенными на поверхность. Становится понятным, как выходят воды на склонах, обращенных на юг и югозапад, при падении слагающих пород на северо-восток.

Петрографо-тектоническая обстановка объясняет также и незначительность водных запасов Гюнейского хребта в пределах Севанского бассейна.

В самом деле, областями питания родничков являются головы обнаженных пластов. В среднем можно считать, что для каждого водоносного оврага область питания измеряется величинами от 1 до 2 кв. км. Принимая количество годовых осадков равным 400 мм, получим в год на площадь в 1 кв. км 400 000 куб. м, что для площади области питания водоносного оврага дает от 400 000 до 800 000 куб. м воды. Суммарный расход всех родничков любого из водоносных оврагов колеблется в среднем около 2 л в 1 сек. Перечислив этот расход на год, будем иметь 63 072 куб. м воды в год. Сопоставляя количество выпадающих в год осадков с цифровыми данными расхода родников, получаем величину равную 0,157. Следовательно, расход воды родников составляет около 15,7% всех выпадающих атмосферных осадков.

При большем чем 400 мм годовых осадков получим следующее:

Количество осадков в мм в год	Количество осадков на кв. км в куб. м	Расход родников л в 1 сек.	Расход родников в куб. м в год	% родников. воды от выпад. осадков
400	400 000	2	63 072	15,7
500	500 000	2	63 072	12,6
600	600 000	2	63 072	10,5

Если принять ход увеличения осадков с высотой согласным с выведенным на странице 27, то на Гюнее, повидимому, могут оказаться лишь единичные пункты с количеством осадков более 600 мм. Пересчитывая проценты на среднюю величину, получим, что родниковые воды составляют 12,9% выпадающих в год осадков. Однако эта цифра должна быть несколько большей, так как она получена при условии неизменяемости дебита родников, между тем как наблюдения показывают, что дебит родников палеотипных районов растет с увеличением атмосферных осадков. Мы только не знаем, к сожалению, величины пропорциональности этого роста, вследствие чего расчеты сделаны, исходя из определенного замеренного числа.

Суммарный расход всех родников Гюнейского хребта колеблется около 30 л в 1 сек., что дает в год 946 080 куб. м. На поверхность же хребта, в пределах которой замерены 30 л в 1 сек. и которая равна 20 кв. км, выпадает в год 8 000 000 куб. м воды, т. е. в данном случае количество родниковых вод составляет 11,8% метеорных осадков. Приняв во внимание дифференциальный характер выпадения осадков в зависимости от высоты и вычислив подобно предыдущему для 500 и 600 мм годовых, в среднем получим, что на Гюнее родниковые воды составляют 9,8% выпавших

осадков. Эта величина по указанной выше причине также должна иметь несколько большее значение. Таким образом, расчеты, произведенные в отношении бассейна одного оврага, а затем всего Гюнейского берега, приводят к достаточно близким цифрам.

Подземные воды Гюнейского хребта исключительно инфильтрационные. За это говорит вся гидрогеологическая обстановка, обусловленная как вышеуказанными петрографо-тектоническими, так и общегеологическими особенностями хребта. Нет сомнения, что весь запас подземных вод, циркулирующих в породах гюнейского склона в пределах бассейна оз. Севан, составляет определенную часть выпадающих здесь атмосферных осадков. Незначительность площадей питания, краткость расстояния от них до мест выходов вод на дневную поверхность исключают возможность накопления запасов подземной воды. Поэтому количество вытекающей из родников воды, повидимому, близко той части атмосферных осадков, которая проникает в туфогены и порфириды. Конечно, в подземном балансе колебания осадков по годам сглаживаются, вследствие чего дебит родников представляется до известной степени постоянной величиной, слегка колеблющейся около некоторой многолетней средней атмосферных осадков. Это обстоятельство может послужить некоторым указанием для вычисления величины R , т. е. осадков на материк.

В западной части Шах-дага всего было осмотрено, замерено и опробовано способом полевого химического анализа 77 источников. Из них: 48 источников в бассейне р. Тохлуджа, 15 — р. Ардачай и 14 — Акбулакских родников. Для удобства некоторые данные об этих источниках сгруппируем в табл. 5.

Наблюдая родники этого района, можно заметить: 1) понижение температуры источников с увеличением высотной отметки их выходов и 2) уменьшение количества растворенных веществ в водах высоких источников. Затем надо различать воды: 1) порфиритовой толщи, 2) контактные и 3) делювиальные. Среди контактных вод надо выделять группу вод, выходящих на контакте андезитов и фиолетовых порфиритов, и ту группу источников, которые прослежены на склонах горы Айриджа-даг и приурочены к секущей ее пластовой жиле диабаз. Эта группа источников принадлежит, очевидно, одной и той же водной жиле, выходы вод которой точно совпадают с положением в том или другом месте ведущей их диабазовой жилы.

Что касается делювиальных источников, то это воды во вторичном залегании. Нет сомнения, что коренное их нахождение приурочено к туфогено-порфиритовой формации. Следовательно, делювиальные воды по существу являются водами туфогено-порфиритовой толщи, но в ряде случаев, выходя из последней, они попадают в покрывающий делювиальный плащ, из которого затем обнажаются

Таблица 5

№№ источников (аналоги опущены)	Число родников	Бассейн рек	Высота в м	t° Ц	Жестк. в нем. град.	SO ₃	Cl	Дебит л в 1 сек.	Породы
24, 27	2	Тохлуджа	2300	9°	12,5°	Лишь иногда едва уловимые следы	Слабые следы	Сочащ.	Делюв., конт. туфог. и порфирит.
11, 12, 20	3	„	2090	—	до 11°			0,215	Порфирит. и делюв. плащ
9, 10, 25	6	„	2260	7°	8°			1,1	Делюв. плащ на порфиритах
5, 7, 8, 14, 19	10	„	2116	8°	6°			3,8	Туфог., порфириты, делюв. плащ на них
26, 32, 34	5	Ардачай	2300	8,5°	ок. 7°			1,3	Туфог., делюв. на них
52, 53, 56	3	Арданыш	2200	8°	„ 8°			0,35	Изв., порфириты, туфог.

или в местах утоньшения этого плаща, или на крутых перегибах склонов, где плащ также обычно прерывается. Благодаря указанному, выходы делювиальных источников имеют снижение отметки. Неоднократно можно наблюдать выше таких источников мочажины на склонах, а иногда даже заболоченные западины на них. Отметки этих мочажин всегда колеблются около обычных отметок выходов вод развитых здесь эффузивов.

Значительное скопление вод в делювии наблюдается лишь на тех обширных площадках, которые несут отметку в 2000 м (940 саж.) и на которых расположено с. Тохлуджа, а в бассейне Ардачая — покосные земли акбулакцев. Скопляющиеся здесь воды настолько значительны, что переполняют местами всю двухметровую толщу грубого щебне-галечного делювия, образуя болотины; эти же воды выходят в тех многочисленных источниках, которые прослеживаются в руслах обеих рек, прорезавших делювиальный плащ и вскрывших передвигающиеся в нем воды.

Грубозернистость и порозность делювиальных наносов, наблюдаемых местами на высоте 85-метровых эрозионных плоскостей, таковы, что попадающие в них воды, несомненно, целиком затем выходят на дневную

поверхность. Таким же свойством высокой водопроводности обладает малоомощный и более тонкозернистый делювиальный плащ, прикрывающий коренные породы на склонах речных балок. Это свойство удалось доказать непосредственным измерением дебита источников некоторых балок и суммарного расхода всего водного потока при их устьи.

Цифровой материал и некоторые другие данные о водоносных свойствах делювия будут приведены ниже.

Общий расход р. Тохлуджа при впадении в оз. Севан около 76 л в 1 сек., р. Ардачай при устьи же — около 40 л в 1 сек. В обоих случаях эти цифры очень близки к суммарному дебиту всех питающих речки родников. Это отмечается для большинства речек всех севанских побережий и дает возможность учитывать грунтовое питание озера по расходу рек в меженное время.

Замеры расхода воды в реках производились главным образом батометром-тахиметром сист. В. Г. Глушкова.

Гораздо более сложные гидрогеологические условия находятся в восточных частях Шахдагского хребта, где расположены речные системы Арданыша, Джила, Наруз-дарьи, Дели-ага, Бабаджан-дараси, Шампырта, Памбака, Караван-сарая, Сатанахача, Сарынара, Шиш-кая. Это стоит в прямой связи с более сложной геологической структурой данного района.

Все выше названные горные реки, подобно Тохлудже и Ардачаю, кроме атмосферных осадков, питаются подземными водами. Выходы их на дневную поверхность в виде нисходящих источников здесь наблюдаются в значительном количестве. Зарегистрирован, осмотрен, качественно, а частично и количественно химически опробован 91 источник.

Некоторые важные в данном случае свойства этих источников сведены в табл. 6.

Анализ данных, приведенных в этой таблице, дает возможность заключить, что: 1) температура источников понижается с повышением высотной отметки источника, 2) жесткость также уменьшается с повышением высоты источника и 3) минерализация всех вод минимальна.

Кроме этого, наблюдения обнаруживают, что дебит источника возрастает по мере движения в более восточные бассейны, а в каждом бассейне эта же величина возрастает у источников с более высокой отметкой. Все источники питаются: 1) водами из порфиристов, 2) водами из меловых известняков, 3) водами из габбро, 4) водами из змеевиков, 5) водами контактными и 6) водами делювиальными. Все они инфильтрационного местного происхождения и первичного залегания.

Порфиристовых вод немного: они встречены лишь, главным образом, в бассейне р. Арданыш.

Наибольшее количество вод циркулирует в известняках и габбро-змеевиках. В известняках с хорошо выраженной слоистостью некоторое

Таблица 6

№№ источников и породы	Бассейн рек	Высота в м	t° Ц	Цвет и вкус	Реакция	Жестк. в нем. град.	Cl	Аммоний	SO ₃	Fe
78. Известн.	Бабад- жан- дараси	2430	6°	Прозр. и прият.	Нейтр.	8,96°	Нет	Нет	Нет	Нет
89. Габбро- змеевиков. формация	Памбак	2130	8°	"	"	3,3°	"	"	"	"
91. Контакт известн. и туфогено- порфирит.	Джил	2320	6°	"	"	6,16°	"	"	"	"
101. Делю- вий	Караван- сарай	2000	9,6°	"	"	10,36°	"	"	"	"

количество вод носит пластовый характер, тогда как в габбро и змеевиках передвигаются исключительно трещинные воды, т. е. мы имеем здесь дело со сложной сетью разнообразнейших по мощности водных жил.

Выходы вод из габбро-змеевиковой формации в большинстве случаев носят характер вод, сочащихся из мелких трещин. Габбро-змеевиковые воды обнажаются обычно значительными площадями, так что подсчитать их дебит возможно лишь измерением расхода воды в соответствующем потоке по течению выше данного площадного выхода вод и ниже его. Это возможно хорошо делать, потому что тальвеги потоков чаще всего представляют водоупорный природный каменный лоток.

Переходя к рассмотрению контактных вод, прежде всего необходимо отметить, с одной стороны, их небольшое количество, а с другой, достаточное разнообразие условий их выхода. Наблюдаются источники на контакте габбро с порфиритами (бассейн р. Дели-ага), зеленых туфов и диабазовых жил, мрамора и дибаза (бассейн р. Джил) и известняков с габбро-змеевиковой формацией (довольно частые источники в бассейнах рек восточнее р. Джил). Физико-химическая характеристика контактных вод ничем, за редкими исключениями, не отличается от вышеописанных вод.

Последним типом подземных вод, встречаемых в Шахдагском хребте, являются делювиальные воды, т. е. воды, циркулирующие по тому обычно

маломощному, молодому покрову, который лежит на коренных породах. Лишь на дне долин, на террасных площадках с отметкой 2000 м и в шлейфе предозерной равнины этот покров достигает более или менее значительной мощности, измеряемой 2, 3, реже 4 м.

Как и в северозападных участках Шах-дага, так и здесь делювиальные воды не имеют самостоятельного значения. Делювиальные воды находятся во вторичном залегании; они попадают в делювий, выходя из коренных пород, так что в общем запасе подземных вод источники из делювия должны быть относимы к коренным водам. Маломощность делювия и его залегание на крутых склонах являются факторами отрицательными для накопления грунтовой воды и образования самостоятельной категории подземного запаса.

Физико-химическая характеристика делювиальных вод в среднем колеблется около данных, полученных от анализа источника № 101 (восточный приток р. Караван-сарай).

Делювиальный плащ, не являясь породой, содержащей собственный водный горизонт, играет, однако, значительную роль в режиме подземных вод Шах-дага. Неоднократными замерами расхода воды в потоках удалось установить, что делювий совершенно не задерживает в себе воду; его водоудерживающие свойства минимальны, благодаря грубому щебнегалечному материалу. В отношении воды эта порода обладает свойствами превосходного фильтра. Живой поток, встретив на своем пути в тальвеге делювиальный нанос, весь уходит в него, чтобы целиком высочиться ниже по тальвегу, где делювия нет или где существует изменение профиля тальвега. Подобное свойство делювия обуславливает наличие исчезающих потоков и вновь неожиданно появляющихся на дневной поверхности.

Для примера приведем один из замеров, произведенных в одной из балок бассейна р. Бабаджан-дараси. Замер расхода воды в потоке перед исчезновением в нанос 1,5 л в 1 сек.; по выходе из наноса 1,2 л в 1 сек.

Таким образом, нет никакого сомнения, что вода, попавшая в делювий, профильтруется через него в оз. Севан. Этот вывод, основанный на ряде непосредственных наблюдений и замеров, очень важен, так как позволяет сказать, что в озеро попадает то количество воды, которое замеряется в среднем течении рек, несмотря на то, что в нижнем течении видимых потоков часто нет. Само собой понятно, что некоторая убыль должна быть учтена, так как водою рек пользуются для поливного хозяйства и часть воды транспирируется растениями.

Важное значение делювиального плаща заключается в том, что он является хранителем и проводником в озеро подземных вод, выходящих со склонов Шах-дага.

В описываемом районе также можно заметить более или менее строгую приуроченность выходов подземных вод к определенным высотным отмет-

кам. Обнажения подземных вод наблюдаются на высотах 1930, 1950, 1980, 2000, 2300, 2340 абс. м. Это те же высотные отметки, на которых чаще всего наблюдались выходы подземных вод на склонах Гюнейского берега и в северозападных частях Шах-дага, — в бассейнах рр. Тохлуджа и Ардачай.

Но наряду с указанными отметками на склонах восточного Шах-дага наблюдаются источники на больших высотах. Из них особенно часто повторяются 2410—2430, 2600, 2800 абс. м. При этом замечательно, что более мощные по дебиту источники лежат на высоких отметках; при передвижении в более восточные бассейны источники низких высот исчезают; действующими остаются высокие выходы подземных вод.

Важнейшим гидрогеологическим наблюдением для Шахдагского района, по нашему мнению, является приуроченность большинства родников к некоторым высотам. Какое же можно приложить объяснение открытому немаловажному факту? Обусловленность нахождения грифонов названных родников контакту двух различных по водным свойствам пород, наличие более водоупорных прослоек в однородной каменной массе, тектонические особенности или сбросовые линии — вот обычные объяснения линейности обнажений подземных вод. Ни тектонические, ни петрографо-геологические факты на Шах-даге и Гюнее не дают исчерпывающих объяснений всех случаев линейности грифонов родников. Думается нам, что приуроченность современных источников к эрозионным площадкам указывает на то, что в трещиноватых, плотных, в общем водоупорных вулканогенных и метаморфизованных осадочных породах подземные воды для своей циркуляции пользуются старыми путями, той дренажной сетью, которая выработалась в прошлом сообразно с бывшими базисными уровнями.

Наблюдая эту своеобразную приуроченность выхода вод к определенным высотам, отвечающим террасовым образованиям, невольно напрашивается параллель о подобной приуроченности в карстовых областях. Ни на Гюнее, ни на Шах-даге в рельефе нет никаких черт, говорящих о развитии карсте. Но достаточно ясно выраженная связь грифонов ключей с базисными отметками, пульсация ряда ключей в зависимости от количества выпадающих осадков заставляют допускать существование скрытых в каменной массе водных путей, выработанных в прежние геологические фазы. Подобные области, быть может, рационально назвать криптокарстовыми. Такое допущение весьма облегчает понимание наблюдаемого гидрогеологического явления и приводит к немаловажным выводам в вопросе о роли для гюнейских и шахдагских подземных вод существующего теперь базиса эрозии — уровня оз. Севан. Петрографическая же сущность порфиритов и известняков легко допускает возможность образования путем выщелачивания и механического разрушения пустот или близких им по природе результатов эрозионной деятельности циркулирующей внутри пород воды.

Существует ли в Шахдагском районе гидростатический уровень? Понятно, что ответ на это можно было бы дать при помощи буровых изысканий. Однако, вышеприведенные наблюдения и их толкование указывают на разбитость более или менее крутых трещин древними дренажными путями воды, которые прерывают нисходящие потоки, выводя их наружу и тем как бы отсасывая воду из грунта. Следовательно, без дорого стоящих буровых работ гидрогеологические наблюдения позволяют заключить, что в глубокие недра каменных масс Шахдагского палеотипного района могут попадать лишь дериваты, остатки и без того слабомошных, как видели выше, инфильтрующихся атмосферных струй. Если же принять во внимание возможное замыкание трещин на довольно коротком углублении, то приходится притти к заключению об отсутствии гидростатического уровня или же о ничтожных запасах скопляющейся глубинной воды, практически не имеющих значения.

Этот единственно, повидимому, правильный вывод, основанный на гидрогеологических свойствах Шахдагского района, приобретает большое положительное значение при решении вопроса о понижении уровня оз. Севан и о самостоятельности древних дренажных путей.

В северном отрезке Мазринского района подземные воды ведут себя совершенно аналогично с Шахдагским районом, особенно с его гюнейской частью. То же самое наблюдается и на остальной площади Мазринского района: где только появляется палеотипный рельеф с туфогено-порфиритовым грунтом, подземные воды приурочены к последнему. Это также малодобитные источники — продукт инфильтрации атмосферных осадков. Все закономерности — температурные, химические, отчасти и количественные — наблюдаемые и выведенные в Шахдагском районе, с той же правильностью повторяются и в примазринских горах. Для показания этого приведем данные табл. 7.

Таблица 7

Мест- ность	№№ родн.	Тип источ- ника	Высота выхода в м	Дебит л в 1 сек.	t° Ц		Цвет	Жестк. в нем. град.	Cl	SO ₃	Реакция
					Воды	Возд.					
Бассейн р. Елиджа (порфиритовая формация)	177	Нисход.	2334	0,07	6,6°	17°	Бесцв.	Слабая	Немного	Нет	Нейтр.
	175	"	2462	Сочаш.	4,8°	19,5°	"	В. слабая	Следы	"	"
	176	"	2624	0,5	4°	19,5°	"	"	Нет	"	"
	178	"	2737	0,1	4,1°	20°	"	Не улавл.	"	"	"
	179	"	2782	0,2	3°	19,5°	"	"	"	"	"

Таблица 8

№№ родников и бассейны рек	Число родников	Вмещающие породы	Высота над уровнем озера в м	Дебит л в 1 сек.	t° Ц	Цвет	Жестк. в нем. град.	Cl в мг	SO ₃	Реакция
238. Кизил-дара	6	Делювий и осыпи	1060—1070	12	2,2°	Прозр.	0,74°	3,2	Нет	Нейтр.
233. Кизил-хараба	1	Делювий	ок. 640	0,27	3,6°	„	—	—		
253. Вост. Айриджа	1	Розов. известн.	390	—	6,8°	„	8,47°	2,2	„	Сл. щел.
256. Зап. Айриджа	1	„	360—365	0,7	8,2°	„	—	—		
269. Ср. Айриджа	2	„	355	—	6,7°	„	—	—		
272. Нагара-хана	1	Анд.-баз.	600—610	—	5,4°	„	—	—		
285. Зап. Айриджа	4	„	515—520	2	6°	„	2,38°	3,2	„	Нейтр.
225. Гедак-булак	5	„	3	—	8°	„	3,4°	4,8	„	Сл. щел.
268. Прит. Ср. Айриджи .	3	„	480	2,1	5,5°	„	1,6°	3,2	„	Нейтр.
270. Нагара-хана	4	„	420	5	6°	„	2,52°	5,2	„	„

Гидрогеологическое сходство мазринских палеотипных участков с гюнейскими особенно рельефно наблюдается на водораздельном массиве между верховьем бассейна р. Елиджа и правых притоков р. Кейты-чай, в меньшем масштабе на горе Зиарат-тапа.

Гидрогеологические черты, общие Шахдагскому и части Мазринского районам, наблюдаются и в области Южноокчинского района, где развит палеотипный рельеф или он близок к поверхности. Фактические данные, взятые из отчета М. П. Казакова, удобно представить в табл. 8.

Несмотря на некоторую пестроту числового материала, можно совершенно определенно установить: 1) исключая воды андезитобазальтов, наблюдается увеличение дебита родников с высотой их выхода; 2) уменьшение температуры подземных вод с увеличением высоты их залегания; 3) весьма слабая минерализация вод. О ходе изменения минерализации судить трудно, так как приведенные родники выносят воду из различных по химизму грунтов. Что же касается хода температурных колебаний, то, сравнив наиболее высоко залегающую воду родника № 238 с наиболее низким № 225, получаем $0,6^{\circ}$ падения температуры воды с поднятием ее гипсометрического ложа на 100 м. Подобные же расчеты из табл. 6 и 7 приводят к величине $0,8^{\circ}$ падения температуры воды с увеличением высоты на 100 м в районах Шахдагском и Мазринском. Таковы возможные температурные градиенты подземных вод Шахдагского, Мазринского и Южноокчинского районов. Их, однако, надо считать пока ориентировочными, так как они выведены из малого числа данных.

Пока нас интересуют, главным образом, те подземные воды, которые залегают в местах палеотипного рельефа, расположенного пятнами в Южноокчинском районе. Здесь наблюдается замечательная приуроченность грифонов многих источников к высоте 2300 м (1080 саж.).

Это обстоятельство также подчеркивает то генетическое родство всех побережий Севана, которое выше было отмечено при геоморфологическом описании.

Главнейшими же, однако, гидрогеологическими чертами для вод, залегание которых связано с палеотипным рельефом, являются: 1) малая влагоемкость слагающих пород, 2) водоупорность этих пород, 3) значительный коэффициент поверхностного стока, 4) небольшая инфильтрация и 5) как следствие всего этого, можно сказать, ничтожная дебитность родников.

Произведенные многочисленные замеры расходов родников, питаемых ими рек и сопоставление расходов первых с последними приводят к следующим величинам грунтового питания с областей палеотипного рельефа:

	Площадь в кв. км	Грунтов. питан. в куб. м в 1 сек.
Гюнейский берег	20,00	0,030
Бассейн р. Тохлуджа	34,89	0,076
„ „ Ардачай	21,51	0,040
„ „ Арданыш	14,00	0,042
„ „ Наруз-дарья	11,40	0,010
„ „ Дели-ага	11,75	0,033
„ „ Джил	14,50	0,056
„ „ Бабаджан-дараси	19,37	0,064
„ „ Шампырт	16,50	0,089
„ „ Памбак	23,00	0,100
„ „ Караван-сарай	26,00	0,100
„ „ Сатанахач	8,00	0,040
„ „ Сарынар	16,00	0,060
„ „ Шиш-кая	12,61	0,080
„ „ Гейсу и площадь до во- доразд. Урумбосар-чая.	70,50	0,150
„ „ Урумбасар-чай	40	0,100
„ „ Кейты-чай	68	0,580
„ „ Айриджа	ок. 200	1,000
„ „ Балык-чай	25	0,050
Всего		2,700 куб. м в 1 сек.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЙОНОВ КАЙНОТИПНОГО РЕЛЬЕФА

Другие факты наблюдаются при изучении подземных вод в областях кайнотипного рельефа, т. е. в южной половине Мазринского района, а также на территории Южноокчинского и Ахманганского районов. Всюду здесь развит андезитобазальтовый покров. В главе „Геоморфологическое деление побережий Севана“ охарактеризованы морфологические особенности этого покрова. Громаднейшая трещиноватость, множество безотточных впадин, тонкий растительно-почвенный покров или его совершенное отсутствие, изобилие коренных каменных россыпей и каменных ям, развитие значительных равнинных площадей, использование андезитобазальтовым потоком палеотипного рельефа—вот основные черты пластики андезитобазальтового покрова. Обнажающиеся из него подземные воды возможно делить на два типа: контактные и локальные.

Богатейшая залежь контактных вод в свою очередь распадается на две группы вод: 1) скопляющихся в шлаковых массах и обнажающихся на контакте с подлежащими породами и 2) скопляющихся и передвигающихся по трещинам и пустотам андезитобазальтовых полей. Воды этой группы обнажаются на контакте андезитобазальтовых лав с подлежащими породами.

Сама форма, сам характер выхода контактных вод неоднороден. Будучи нисходящими водами, они вскрываются, то в форме обычного родника, то в виде мощного источника-потока, нередко с паводочным режимом, то, наконец, в виде своеобразных водных „окон“ на лавовом покрове.

Как показывают небольшие лабораторные наблюдения, шлаковые образования представляют превосходные гигроскопические тела. Они обильно и жадно поглощают как жидкую, так и парообразную воду (фиг. 7). Однако, вследствие множества капиллярных пор и пустот, а также благодаря колоссальной пузыристости шлаков, большое количество попавшей в них воды растекается по огромной поверхности породы, становясь, очевидно, частью капиллярной, частью пленочной водой. Думается, что именно в этом кроется причина малодобитности выходов подземных вод, которая наблюдается в шлаковых участках: текстурное сложение шлаков таково, что они являются породами с малой отдачей, уподобляясь в отношении этого водного свойства тонкозернистым песчано-глинистым массам.

Обычно шлаковые конуса насажены на андезитобазальтовом покрове; в отдельных же случаях шлаки набросаны более или менее значительными толщами на размытые и выровненные бсадочные образования, каковыми являются меловые известняки у кочевки Ак-таш и песчано-пепло-галечные отложения озерного типа на Саракаинском мысе.

Родники, выходящие из шлаков на контакте их с подлежащим меловым плато у Ак-таша (гора Красная), имеют следующую гидрогеологическую характеристику, приведенную в табл. 9.

Таблица 9

Родник № 203

Тип источника	Высота выхода в м	t°Ц	Цвет	Вкус	Дебит л в 1 сек.	Химические свойства			
						Жестк. в нем. град.	Cl	SO ₃	Реакция
Нисходящий	2577 м	4,8° при 16° на возд. в 11 ч. у.	Бес- цвет- ный, про- зрачн.	Хоро- ший	0,5	Очень слабая	—	—	Ней- тральная

На этом северовосточном склоне около родника № 203 выходит еще 5 совершенно подобных ему родничков. Сливаясь вместе, они образуют поток с расходом воды в количестве 3 л в 1 сек., что дает около 95 000 куб. м в год. Все они обнажаются в условиях налегания пемзовидных красных шлаков на массивные известняки. Очевидно, воды, скопляющиеся в шлаковой массе, опускаются и, достигая водоупорного известкового ложа, стекают по нему, пользуясь тем рельефом, который был выработан на нем и впоследствии закрыт шлаками. То обстоятельство, что обнажения всех родничков приурочены к северовосточному склону, указывает на такой же

наклон водоупорного ложа. Малодебитность же родничков, близких к типу сочащихся подземных вод, в наблюдаемых гидрологических условиях говорит о плохой отдаче воды шлаками. Объем шлаков горы Красной измеряется цифрой около 0,3 куб. км; при гигроскопичности пористой породы должны бы скопиться, казалось, известные запасы воды в ней, способные давать, быть может, кратко действующие, но гораздо более мощные потоки.



Фиг. 7. Ячеистое и сундучное выветривание шлаков в бассейне верховьев р. Кейты-чай.

К такому же заключению можно прийти, наблюдая характер и условия выхода подземных вод на дне кратера шлакового конуса горы Уч-тапалар (1778,95 саж.). Не имея оттока, высачивающиеся из шлаков воды скопляются в виде небольшого колодца на водоупорном ложе, каковым в данном случае является плотный темносерый андезитобазальт. Сравнив объем шлаковой массы, количество могущей накапливаться воды и фактический расход, станет очевидной та экономная, расчетливая трата, которая свойственна грунтам со слабой отдачей и которая обуславливает непрерывность, а также долговременность действия сочащихся родничков.

В общем, свободных подземных вод, связанных с пемзовидными шлаками, немного; расположены они изолированно, пятнами, главным образом, на обширном покрове андезитобазальта, и в питании озера роль шлаковых вод ничтожна, она едва ли достигает нескольких единиц секундолитров.

Совершенно другое, можно сказать исключительное значение в деле питания озера имеют подземные воды, накапливающиеся и циркулирующие в андезитобазальтовых массах.

Резко намечаются две формы обнажения этих андезитобазальтовых вод. В случае первой формы подземные воды выходят на дневную поверхность источниками-родниками (фиг. 8 и 9, стр. 47). При второй форме воды обнажаются в виде своеобразных „окон“.

Приведем данные о некоторых источниках (табл. 10).

№№ источников и местоположение	Высотная отметка в м	Дебит в куб. м в 1 сек.	t° Ц		Время
			Воды	Воздуха	
157, 158, у с. Коша-булак . .	2060	0,5	8°	23,5°	
137 и др., у с. Кырх-булак . .	1970	1,5	6,5°	16°	8 ч. — м.
143, у с. Кизил-булак	1970	0,8	8,4°	22°	11 „ 45 „
127, у с. Кярки-баш	1930		11,8°	17,5°	10 „ — „
128, у с. Аллаверды-чай . . .	1930		10°	17,5°	10 „ 30 „
222, у с. Гедак-булак	1925		8°		

При знакомстве с этими андезитобазальтовыми водами обращают внимание следующие их характерные черты: 1) большая дебитность, достигающая величин свыше 1 куб. м. в 1 сек.; 2) однообразные и высокие физические свойства; 3) однообразный химизм, почти граничащий с дистиллированной водой; 4) локальная группировка и линейность обнажений; 5) приуроченность их к очень важным для побережий Севана высотным отметкам: 9,5, 42, 85, 128—170 м над уровнем озера.

Огромная продуктивность этих источников и их линейное расположение могут породить мысль о глубинном происхождении данных вод, поднимающихся по некоторым дислокационным трещинам. Подобное предположение, однако, должно быть совершенно оставлено, так как ни температура, являющаяся средней годовой для перечисленных мест, ни химическая чистота, ни, наконец, своеобразная приуроченность к определенным высотным отметкам не характеризуют глубинность вод, выходящих из андезитобазальтовых масс. Перед нами нормальные грунтовые воды, со свободной

поверхностью, которая на своем протяжении не раз сообщается с воздухом. Он проникает к ней по трещинам глыбовой лавы и передает ряд метеорологических колебаний. Эти же трещины играют исключительную роль в деле накопления и передвижения вод в массах андезитобазальтового покрова. Являясь совершенно водоупорным и минимально влагоемким, андезитобазальт накапливает и фильтрует воду исключительно вследствие трещиноватости. Как уже указывалось, поверхность андезитобазальтового покрова испещрена трещинами. Они не имеют какого-либо направления, а идут

Таблица 10

Цвет	Вкус	Химизм			
		Жестк. в нем. град.	Cl в мг	SO ₃	Реакция
Прозр.	Хороший	Следы	Следы	Следы	Нейтральная
"	"	Не улавл.	Нет	Нет	"
"	"	"	"	"	"
"	Застойный	"	Следы	Следы	"
"	Хороший	"	"	Нет	"
"	"	3,4	4,8	"	Сл. щелочн.

по всевозможным румбам, очерчивая ту глыбовую отдельность, которой характеризуются лавовые поля Севанских побережий. Трещины, расходясь в любых направлениях, создают местами довольно густую сеть неправильных, полиэдрических петель, причем трещины идут как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Искусственные выемки обнаруживают, что подобная петлеобразная система трещин проникает еще метра на 2—3 внутрь андезитобазальтовой массы. Более же глубокие карьеры, сделанные по линии шоссе между сс. Гезельдара и Загалу и уходящие на 6—7 м в толщу лавового покрова, показывают, что с глубиной просвет трещин заметно уменьшается (от 5—6, иногда 8 см, падая до 2 см) и как-будто бы начинают исчезать петли, заменяясь неправильно пересекающимися рядами трещин вертикального направления. Если эти наблюдения справедливы, то можно представлять такую схему сложения андезитобазальтового покрова: верхняя часть разбита вертикальными и горизонтальными трещинами на глыбы, что способствует быстрому распаду и

образованию тех коренных каменных россыпей, обширные площади которых часто встречаются на лавовых полях; нижняя — более глубокая, разбита лишь вертикальными трещинами, которые постепенно суживаются и, наконец, закрываются.

Такая система трещиноватости превращает верхнюю часть андезитобазальтового покрова в превосходный поглотитель выпадающих осадков. Они, едва успев упасть на лавовую поверхность, быстро уходят внутрь грунта, в непрерывные петли трещин. Сильнейший ливень, который разразился вечером одного из последних дней июля 1927 г. и продолжался в течение двух-трех часов, не дал ни бурных потоков, ни площадей, покрытых водой: трещины ее вбирали в себя. Утром не было и следа грозового ливня.

Кроме многочисленных трещин, инфильтрации в высокой степени способствует описанный выше равнинный рельеф лавовых полей.

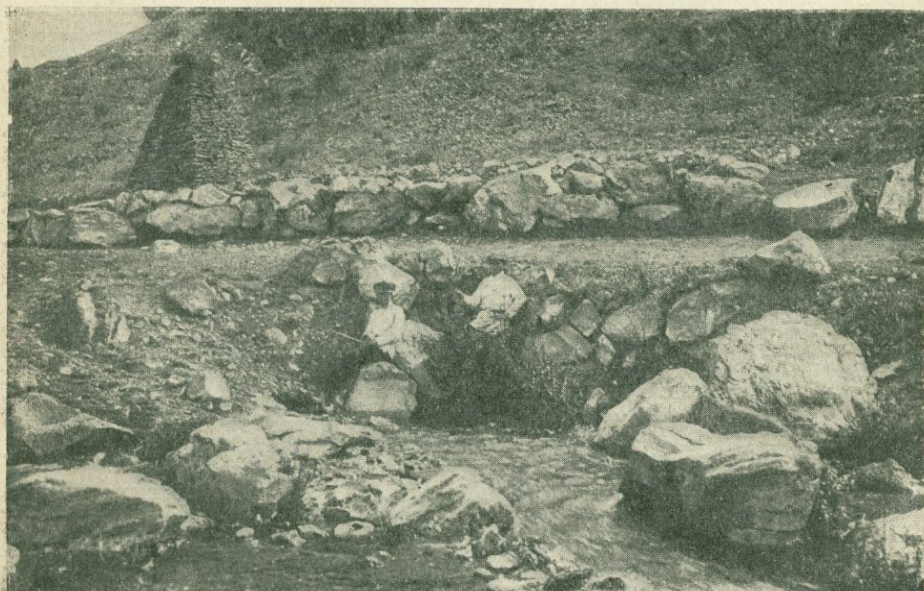
Что же происходит с этой водой, проникшей в недра андезитобазальтовой толщи и ставшей подземной? Надо думать, что дальнейшая циркуляция идет по двум путям. Часть воды трещинами отводится в те пустоты типа пещер, которые свойственны глыбовой лаве и которые в верхних частях ее потоков наблюдаются во многих местах (район колодца „Вода в скале“, горы Уч-тапалар, с. Кизил-булак, с. Коша-булак, с. Таш-кенд). Скопившись и образовав своеобразное водное гнездо или шток, вода может приблизиться к дневной поверхности, так что станет возможным образование той формы обнажения подземных вод, которая выше была названа „окном“. Если же в ложе такой пещеры имеются трещины, то штоковая вода начнет отводиться по ним в более глубокие толщи андезитобазальтов. Эти отводящие водные жилы можно пересечь и получить колодец. Как в „окне“, так и в колодце передвижение воды должно почти отсутствовать, что прежде всего скажется на физических свойствах ее — цвете, прозрачности и вкусе. Действительно, в „окне“ „Вода в скале“, в колодцах у Старого Аула, у с. Ордакляу находим часто воду с застойным вкусом, зеленоватую и мутную, если ее долго не отбирали.

Наряду с этим, количество воды в „окне“ и колодце должно иметь тесную связь с метеорологическими условиями. Такая связь в действительности наблюдается: в названных водных обнажениях количество воды является прямым следствием влажного или засушливого года, причем метеорологические условия сказываются быстро, меняясь в течение гидрогеологического года вместе с изменениями количества выпадающей влаги. То обстоятельство, что воду из колодца у Старого Аула можно летом откачать совсем и ее не будет до новых осадков, прямо указывает на наличие в данном случае водного штока определенной кубатуры.

Такова судьба одной части инфильтрационных вод. Естественно, что места обнажений ее на дневную поверхность „случайны“. Другая часть



Фиг. 8. Родники (№ 140) из трещин андезитобазальта у с. Кырх-булак (край Мазринской равнины).



Фиг. 9. Мощные грунтовые потоки из-под андезитобазальтов в с. Кырх-булак (край Мазринской равнины).

подземных жильных вод, попадающая в толщу андезитобазальтов из системы зигзагообразных трещин верхнего горизонта породы, вступает в вертикальную систему трещин более глубоких ее горизонтов.

Представляя схематично, здесь можно иметь не меньше двух возможностей: 1) воды, опустившись до области замыкания трещин, могут образовать некоторый водный горизонт, или 2) если мощность лавового покрова не велика, вода по трещинам будет подведена к ложу этого покрова. В Южногоччинском районе в целом ряде случаев, несомненно, роль ложа играют потоки разных фаз излияний, наложившихся друг на друга.

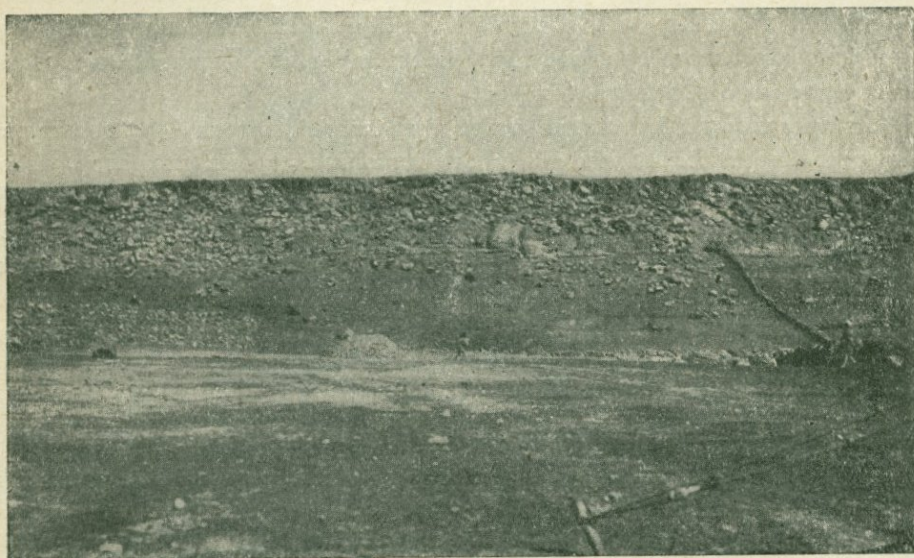
Первая возможность, вероятно, осуществляется на участке с. Ордаклю—с. Агка. Этот участок покрыт, очевидно, достаточной мощности андезитобазальтовым покровом, разбитым на сеть трещин и во многих местах засыпанным обширными каменными россыпями. Здесь на довольно широкой прибрежной полосе многочисленными колодцами вскрыт горизонт подземных вод, циркулирующих по трещинам андезитобазальта. В химическом отношении обнаженные названными колодцами воды несут все характернейшие свойства лавовых вод севанских побережий, принадлежа к водам 1-го класса, т. е. таким, у которых сильных кислот меньше щелочей. Поверхность же этих колодезных вод имеет форму кривой, плавно опускающейся к уровню озера. Судя по устойчивости количества вод, надо думать, что здесь вскрыт водный горизонт с достаточным питанием.

Вторая возможность существования подземных вод лавовых полей с менее мощной толщей осуществляется в Южногоччинском районе, но особенно наглядно и убедительно в Мазринском. Мощные потоки, выходящие из андезитобазальтов, образуют здесь целые речки: Кизил-булак-чай, Коша-булак-чай, Кырх-булак-чай, Аллаверды-чай. Все они несут воду в оз. Севан.

У юговосточной околицы с. Кырх-булак, по балке, идущей от него на восток, у с. Кизил-булак, у горы Зиарат-тапа, у с. Субботан, у холма с отметкой 1011 саж. имеются прекрасные обнажения, вскрывающие ложе андезитобазальтового покрова. Видно, что под ним находится туфогено-порфиритовая серия, крайне близкая по своему облику развитой на Гюнейском берегу. Весьма важное обстоятельство открывается здесь: туфогено-порфиритовый комплекс, падая на северные румбы, показывает, что по простиранию на северозапад через озеро он встречает таковой же комплекс Гюнея. Таким образом, как-будто можно говорить об одной, назовем ее гюнейской, формации туфогено-порфиритовой серии, разорванной депрессией Севана.

Это один важный факт, даваемый обнажениями в названных районах. Но они же вскрывают и другое обстоятельство, приобретающее громадное значение в гидрогеологическом отношении. В указанных пунктах под андезитобазальтовой лавой виден тот рельеф, который был выработан на туфо-

гено-порфиритовых породах и который выше был назван палеотипным. В Мазринском и Южногочинском районах, на основании ряда обнажений, мы имеем право ожидать под андезитобазальтовым покровом тот комплекс пород, ту тектонику и те геоморфологические особенности, которые в настоящее время характеризуют палеотипные районы Севена. Андезитобазальтовая лава позднейших излияний катилась по пенепленизированному рельефу, по плоскодонным логам, по выработанным долинам, разбитым на участки



Фиг. 10. Тонкий покров андезитобазальта на туфо-песчаной толще. Левый борт р. Кявар-чай у г. Н.-Баязет.

дислокационными явлениями сбросового характера. Мощность лавового покрова, легшего на равнинные части палеотипного рельефа, едва ли достигает 10—15 м (фиг. 10). Представляющаяся значительной толща андезитобазальтов на бортах речных долин есть нередко местное явление, приуроченное к тем участкам, где лава скатывалась с равнины вниз и, скопясь, утолщалась на своеобразных лавовых перепадах.

Андезитобазальтовая лава, покрыв палеотипный рельеф (табл. II), закрепила его, сохранив от размывания. Пологие древние балки в местах андезитобазальтовых потоков резко сменяются каньонами с крутыми, часто отвесными бортами, от бровки которых до тальвега обнажается лава. Она здесь приобретает нередко столбчатую отдельность (фиг. 11). Наблюдение этих явлений вызывает два вопроса: 1) о действительной мощности андезитобазальтов и 2) о времени происхождения каньонного типа речных долин, — первичен или вторичен он, т. е. долазовый или постлазовый.

По существу первого вопроса уже говорилось несколькими строками выше. Естественные и построенные профили районов, в которых сочетается палеотипный рельеф с кайнотипным, без сомнения указывают, что на древних плоских междолинных плато андезитобазальтовый покров едва достигает нескольких метров мощности, нередко, очевидно, сводясь к 2—3. Сама равнинность андезитобазальтового покрова на обширных площадях представляется нам обусловленной рельефом палеотипного ложа. Равнинность лавового покрова на Севанских побережьях свидетельствует о близости коренных пород и об их рельефе. Лишь на склонах залитых древних долин лавовый покров приобретает мощность. Прилагаемый чертеж (табл. II) хорошо это иллюстрирует.

В сказанном содержится ответ и на второй вопрос — о вторичности или первичности каньонов среди андезитобазальтовых покровов. Повидимому, часть их первичны долавого происхождения. Это несомненно там, где тальвег реки или дно долины идут по палеотипным породам, борта же сложены потоками андезитобазальтов. Там, где у долины дно лавовое, возможно предполагать каньон образованием вторичным, постлавовым, явившимся в результате водной эрозии, усиленной вследствие недавних поднятий изостатического характера. Поражает лишь удивительная чистота речных русел и отсутствие в них продуктов разрушения лав. Возможно, что подобное обстоятельство обязано сравнительно легкой размываемости щелочных пород, каковыми являются андезитобазальты. Во избежание загромождения не будем приводить здесь их химического состава. Значительное количество анализов андезитобазальтов содержится в работах акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинга (12), А. С. Гинзберга (13), Б. М. Куплетского (14) и автора (15).

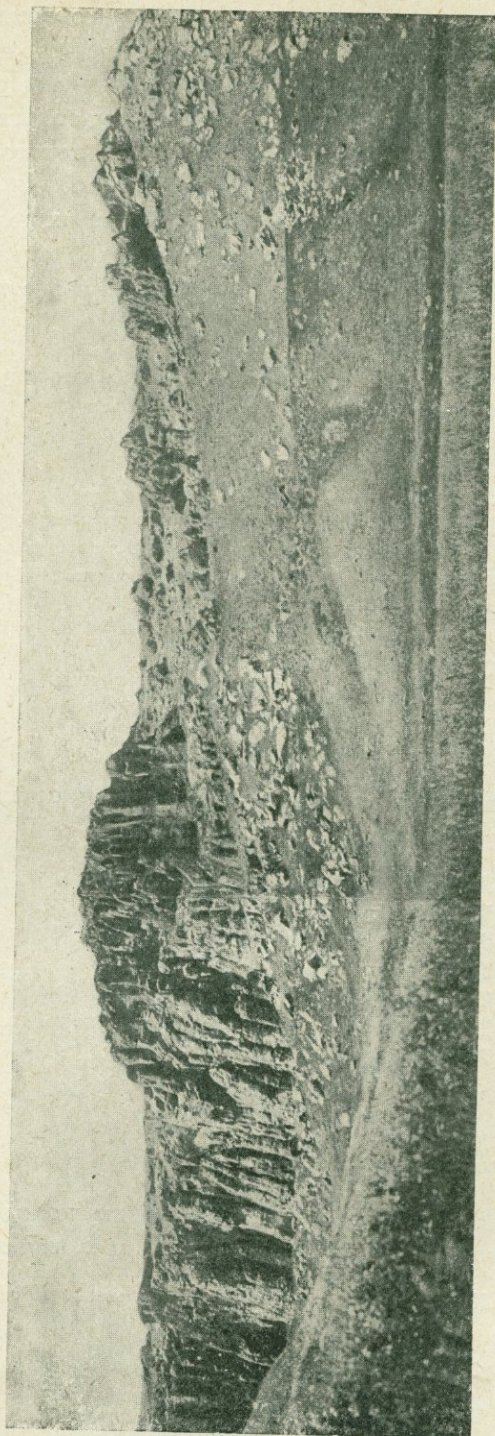
Наблюдение разрезов (табл. II) приводит к заключению, что воды, передвигающиеся по трещинам внутри андезитобазальтовых масс, опустившись и достигнув туфогено-порфиритового ложа, устремляются по его рельефу. Несомненно, что скрытые теперь палеотипные долины „унаследуются“ подземными лавовыми водами, стягиваясь с подземных водосборов и образуя местами подлинный подлавовый поток. При пересечении с современной эрозионной поверхностью такой поток обнажается или мощным источником, или густо расположенными родниками на одной линии. Тот факт, что все подобные потоки текут к лону оз. Севан, свидетельствует о направлении наклона подлавового рельефа. На это направление указывает, конечно, и положение самого андезитобазальтового покрова, всюду на побережьи оз. Севан наклоненного к последнему.

Итак, лавовые воды идут по водоупорному подлавовому ложу; они скатываются по контактной, так сказать, зоне. Образованию этих контактных вод способствует еще и то, что именно на нижней поверхности потока глыбовой лавы, как показывают наблюдения, особенно часто возни-

кают пустоты и пещеры. По ним текут местами настоящие подземные реки. Примером могут служить мощные источники в с. Кизил-булак с поводками весной.

Поднявшись по андезитобазальтовому покрову в район сс. Шорджалу, Шорджа, Таш-кенд, можно наблюдать в естественных обнажениях ту же геологическую картину: андезитобазальт лежит на выработанном рельефе туфогенов и порфиритов, в известной степени отражая скрытый палеотипный рельеф. Часть с. Таш-кенд расположена на равнине между лавовыми потоками, спустившимися из области верховий бассейна р. Кейты-чай. Эта часть села лежит на высоте 2095 м, другая же, находясь на плоском андезитобазальтовом потоке, имеет высоту 2125 м, т. е. на 30 м выше.

В нижней части села у подошвы андезитобазальтовой стены (правая сторона р. Мазра-чай) выкопано 10 колодцев. В зимнее время они строго распределяются между населением. На каждый колодец приходится 200 голов овец, крупный рогатый скот и люди. В день вынимают до 1000 ведер воды



Фиг. 11. "Унаследование" андезитобазальтовым потоком палеотипного рельефа вблизи с. Шорджалу. Образование столчатой отдельности в лавах на склонах древних долин.

из каждого колодца, после чего в некоторых из них вечером едва можно бывает набрать одно ведро воды. На-утро, однако, уровень восстанавливается, что, примерно, дает около 84 ведер притока в час, или около 1 куб. м в час. Другие же колодцы, удовлетворяя потребность полностью, остаются при своих уровнях. Весной некоторые колодцы переполняются водой доверху.

Приведем сведения об осмотренных колодцах.

У андезитобазальтовой стены, ограничивающей правый берег р. Мазра-чай, на плоском дне на 2 м выше тальвега реки имеем копанный колодец № 152.

Пройден делювиальный нанос — щебневато-валунный сверху, ниже коренной андезитобазальт.

Устье колодца на отм. 2095,2 м.

Глубина до воды 2 м.

Толща водного слоя 45 см.

Техника обычная, т. е. колодец без крепления, устье выложено кусками нескрепленного камня и выведено на 25—30 см над землей. Диаметр 1,5 м. Колодец на улице.

Температура 8,8° Ц, при 25,5° на воздухе в 14 ч. 30 м.

Дебит — до 1000 ведер в день.

Высотная отм. 2095,2 м.

Cl — следы.

SO₃ — следы.

Жесткость — средняя.

Реакция — нейтральная.

В 100 м вверх по течению реки от колодца № 152, здесь же колодец № 151.

Андезитобазальт со шлаками.

Устье колодца на отм. 2095,2 м.

Глубина до воды 180 см.

Толща водного слоя 420 см.

Техника, как в колодце 152.

Температура 7,6° Ц, при 25° на воздухе в 14 ч. 45 м.

Высотная отм. 2095,2 м.

Cl — есть.

SO₃ — есть.

Жесткость — средняя.

Реакция — нейтральная.

В полутора километрах выше колодца № 151 на восток от него в самом восточном конце села в аналогичных условиях колодец № 153.

Колодец стоит одиноко, вдали от жилья. Пройден землистый делювий с мелким и редким щебнем.

Устье на отм. 2147,46 м.

Глубина до воды 223 см.

Толща водного слоя 92 см.

Колодец удален от андезитобазальтовой стены, которая истончается, подходя к туфогено-порфириновым останцам лавового ложа.

Температура $8,8^{\circ}\text{Ц}$, при 25° на воздухе в 16 ч.

Высотная отм. 2147,46 м.

Cl — нет.

SO₃ — нет.

Жесткость — средняя.

Реакция — нейтральная.

Километрах в 1,5 от колодца № 151 к западу в доме Алим-Исме-Оглы в с. Таш-кенд копанный колодец № 148.

Устье на отм. 2087,72 м.

Глубина до воды 510 см.

Толща водного слоя 370 см.

Весной толща водного слоя увеличивается на 1 м. В дождливое время также происходит увеличение быстро после выпадения влаги.

Температура $8,8^{\circ}\text{Ц}$, при 17° на воздухе в 8 ч.

Высотная отм. 2087,72 м.

Cl — есть.

SO₃ — есть.

Жесткость — средняя.

Реакция — нейтральная.

В 60 м от колодца № 148 на улице на дне балки р. Мазра-чай на уровне тальвега копанный колодец № 149 (на СЗ 310° от колодца № 148).

Пройден сильно землистый делювий с немногочисленным щебнем.

Устье на отм. 2084,99 м.

Толща водного слоя 155 см.

Диаметр 1,5—2 м.

Техника обычная: шахта без укрепления, деревянная крышка.

Температура 8°Ц , при 20° на воздухе в 8 ч. 15 м.

Высотная отм. 2084,99 м.

Cl — есть.

SO₃ — есть.

Азотистая кислота — нет.

Жесткость — средняя.

Реакция — нейтральная.

От с. Таш-кенд к Мазринской долине спускаются ясно выраженные три террасы с отметками 2000, 2085 и 2192 м. Последняя лежит за с. Таш-кенд. Две первых террасы лежат на плоских лавовых полях, среди которых возвышается туфогено-порфириновый холм (отм. 1011 саж.).

Для удобства пользования приведенные сведения о колодцах с. Таш-кенд представлены в табл. 11.

Все эти колодцы лежат на линии, почти совпадающей с направлением В—З. Вода в них принадлежит одному и тому же горизонту, о чем свидетельствуют физические (температура, цвет) и химические

№№ колодцев	Высотная отметка устья в м	Глубина до воды в м	Толщина вод- ного слоя в м	Высота уровня воды в м	Дебит
152	2095,2	2	0,45	2093,2	1000 ведер в день
151	2095,2	1,8	4,2	2093,4	Не откачивается
153 (вдали от жилья)	2147,46	2,23	0,9	2145,23	„
148	2087,72	5,10	3,7	2082,52	„
149	2084,99	4,75	1,55	2080,24	„

свойства. Единство подтверждается самим положением зеркала воды, близко отражающего рельеф земной поверхности. Судя по высотным отметкам уровней колодцев № 152 и № 153, отстоящих друг от друга на 1,5 км, можно считать, что наклон кривой — около $1,5^\circ$.

Что, однако, представляет тот щебне-галечный грунт, который вскрыт некоторыми колодцами и который является в них водоносным? Опираясь на геоморфологические и геологические наблюдения в бассейне оз. Севан, почти без колебаний можно сказать, что названный грунт является древним аллювием той реки, которая протекала в условиях палеотипного рельефа. Долина Ташкендского участка современной р. Мазра-чай унаследовала часть древней долины, огражденной ныне с С, В и Ю потоками андезитобазальта. Воды, циркулирующие по его трещинам, здесь уходят в древнеаллювиальное образование, ложем которого является туфогено-порфириновая формация. Будучи водоупорной и имея рельеф, падающий к оз. Севан, это ложе направляет туда же подземные воды, попавшие в названное аллювиальное отложение.

Интересные и немаловажные гидрогеологические явления наблюдаются на площади бугристого лавового покрова, который спускается от горы Аллагеларин-баши в Мазринскую долину и обтекает по пути гору Дали-даг и гору Зиарат-тапа. В недрах этого покрова циркулирует большое количество вод, часть которых передвигается по трещинам породы, главная же масса идет под андезитобазальтом по ложу туфогено-порфириновой формации. Рельеф ложа представляет выработанное палеотипное образование, которое легко прослеживается под лавовым покровом в целом ряде обнажений.

Следя за циркулирующими, таким образом, грунтовыми водами, можно установить: 1) воды обладают едва уловимой минерализацией, что

Таблица 11

t° Ц		Время	Цвет	Х и м и з м			
Воды	Воздуха			Жестк. в нем. град.	Cl	SO ₃	Реакция
8,8°	25,5°	14 ч. 30 м.	Прозр.	Средняя	Следы	Следы	Нейтр.
7,6°	25°	14 „ 45 „	„	„	Есть	Есть	„
8,8°	25°	16 „	„	„	Нет	Нет	„
8,8°	17°	8 „	„	„	Есть	Есть	„
8°	20°	8 „ 15 „	„	„	„	„	„

свидетельствует о большой скорости передвижения грунтового потока; 2) выход воды на дневную поверхность, как правило, приурочен к местам, где лавовый поток тонок и где близко его ложе; 3) температура вод определенно понижается с гипсометрической высотой; 4) среди родников, подчиняющихся в отношении температуры только что указанному положению, встречаются источники, температура воды которых 0,1—0,3° Ц, при 21,5° на воздухе в 15 ч. Сравнение температур источников больших высот других мест побережий Севана не дает объяснения для существования таких низких температур. Надо признать, что подобные родники питаются водами тающих снегов и льдов, которые, повидимому, залегают в трещинах и пустотах андезитобазальтового покрова.

Итак, в районах кайнотипного рельефа, где развиты андезитобазальтовые покровы и потоки, наблюдаются мощные выходы подземных вод. Все сказанное говорит за то, что андезитобазальты являются породами, по трещинам и пустотам которых местами циркулирует большое количество воды. На линии с. Коша-булак — Кизил-булак, протяжением около 6 км, из под андезитобазальтов воды выходит не менее 3 куб. м в 1 сек. Со всего же Шахдагского палеотипного района, протяжением около 80 км, источники едва дают 2 куб. м в 1 сек. Приведенное сопоставление резко и ясно указывает на роль в деле питания оз. Севан подземных вод, содержащихся в районах кайнотипного андезитобазальтового рельефа.

Каковы же источники, питающие столь мощные обнажения подземных вод, как, например, родники Кырх-булака, Кизил-булака и Коша-булака, образующие подлинные речки? Линейная группа родников с. Кырх-булак дает около 2 куб. м в 1 сек., что составляет около 172 800 000 л воды в сутки, или 14 048 640 ведер, идущих самотеком в оз. Севан.

Петрографо-тектоническое строение всей территории, на которой расположены андезитобазальтовые покровы, дает совершенно определенные указания на отсутствие восходящих вод, на невозможность подземного поступления вод из районов, лежащих за пределами топографического Севанского бассейна; наконец, водные свойства подлежащих порфиритов, туфогенов, известняков заставляют оставить надежду искать в них хоть сколько-нибудь значительные запасы вод. Остается, следовательно, один естественный ресурс, который питает столь мощные родники. Таким ресурсом являются атмосферные осадки, поглощаемые андезитобазальтами. Здесь необходимо подчеркнуть особенное значение твердых осадков (снег, град) и немаловажную, повидимому, роль тонко выпадающей конденсационной влаги.

Однако, если принять единственно допустимую возможность передвижения подземных андезитобазальтовых вод по трещинам и пустотам, то возникает вопрос: каким же способом регулируется этот подземный сток трещинной воды? Казалось бы, что легкость передвижения грунтовой воды по трещинам (тип открытых каналов) и значительный наклон палеотипного подлавого ложа в сторону Мазринской долины должны приводить к крайне быстрому расходованию попадающей в андезитобазальты жидкой влаги. В действительности наблюдаются мощные родники, непрерывно в течение круглого года выбрасывающие большие водные массы. Какой же механизм регулирует передвижение вод лавовых покровов, покрывающих палеотипный рельеф Мазринского и Южногочинского районов? Описанные выше наблюдения над водами, содержащимися в андезитобазальтовых покровах, приводят к следующим положениям, более или менее освещающим вопрос о регуляции передвижения андезитобазальтовых вод. В существенном дело сводится: 1) к поглощению каменными россыпями твердых осадков и медлительному таянию их, превращающихся, повидимому, в области высоких горизонталей в лед; 2) к значительным конденсационным процессам на лавовых полях, которые благодаря бугристости рельефа во много раз увеличивают свою поверхность; 3) к подстиланию андезитобазальтовых покровов и потоков водоупорными породами — плотные туфогены, порфириты, известняки; 4) к сильной трещиноватости лав, уводящих воду до водоупорного ложа; 5) к глубокой выработанности палеотипного рельефа лавового ложа, сильно некогда нивелированного, покрытого ровными террасовидными образованиями и плоскими обширными логами, стягивающими на себя подземные струи и как бы коллектирующие их; 6) к обширности площадей питания андезитобазальтовых полей, уходящих на большие высоты, где отдельные снежники держатся круглый год и где выпадает вдвое больше осадков, чем установлено на уровне озера (400 мм); 7) к особенностям рельефа лавовых покровов, ослабляющих поверхностный сток и благоприятствующих поглощению выпавших

осадков трещинами андезитобазальтов; это, повидимому, превосходные водопоглотители; 8) к наличию водных мешков и ям в недрах андезитобазальтовых масс; 9) к наличию древнего аллювия под лавами (с. Ташкенд, с. Алучалу).

Замеры родников, которые выходят из андезитобазальтовых лав и питают соответствующие речки, дают возможность по расходу последних в меженное время устанавливать следующие цифры грунтового питания из лав оз. Севан:

Андезитобазальтовый покров Мазринского района	даёт . . .	3 куб. м в 1 сек.
” ” Южногюкчинского района (+басс.		
Айриджи	4	” ” ” ”
” ” части Ахманганского района		
(басс. Кявар-чая) даёт . . .	2	” ” ” ”
Всего		9 куб. м в 1 сек.

Отсутствие выходов подземных вод в северной части Ахманганского района (Айриванк — Еленовка — водораздел) делает невозможным определение прямыми замерами грунтового питания с этого участка андезитобазальтового покрова. Нельзя сделать замеров и по колодцам, своеобразии которых описано в работе автора в первом томе „Бассейн оз. Севан (Гокча)“ (16). Но обилие этих колодцев и их гидрогеологические условия заставляют ожидать вод, циркулирующих в лавах данной площади.

Здесь, как указывалось, очень редкие обнажения вод, но по самому берегу много копанных колодцев с типичной андезитобазальтовой водой. Наблюдения показывают, что в различных участках лавы существуют совершенно тождественные гидрогеологические условия. Это даёт возможность прибегнуть к экстраполяции. Так, вся площадь андезитобазальтов в 1600 кв. км даёт грунтовой воды 8 куб. м в 1 сек., что равно 0,0050 куб. м в 1 сек. с площади в 1 кв. км. В таком случае, участок Ордакля — Агкала, имеющий 260 кв. км, должен дать 1,30 куб. м в 1 сек. грунтового питания. Следовательно, всего грунтовой воды из андезитобазальтовых полей озера получает 8 куб. м + 1,30 куб. м = 9,30 куб. м в 1 сек.

Для выяснения величины грунтового питания в меженное время производились замеры родников речных бассейнов, затем замерялся расход последних. Жёлая получить возможно более близкие к действительным величины, речной бассейн дробился на балки 2 и 3 порядка, и производились дробные замеры расходов имеющихся потоков и родников, находящихся в бассейне каждой такой балки в отдельности. Сумма расходов обычно совпадала с расходом потока балки данного порядка, сумма же расходов родников всего речного бассейна также оказывалась очень близкой к замеренному расходу данной речки в предустьевых ее частях. Такой прием мог быть осуществлен и дать удовлетворительные результаты, благодаря незначительности речных систем и водным свойствам

Это показывает, что озеро получает в год 946 080 000 куб. м воды, которая, следовательно, может покрыть его слоем в 670 мм. Само собой понятно, что эта цифра должна быть увеличена теми водами, которые стекают поверхностным стоком с материковой части бассейна во время паводков и таяния снегов. В круг задач автора не входило давать все величины водного баланса оз. Севан. Это должно ожидать от Бюро гидрометеорологических исследований на Севане, ведущего многолетние стационарные работы, раскинувшего в бассейне озера густую гидрометеорологическую сеть, опирающегося на ряд установленных им гидрометрических постов, стационарные гидрохимические работы, а также приступающего летом 1930 г. к гидрографической съемке самого озера. В силу сказанного, для более ясной гидрологической картины интересующего бассейна, автор решается дать лишь некоторое представление о возможных усредненных величинах стока, исходя из наблюдений над геологическими свойствами побережий Севана, их геоморфологическими особенностями, растительно-почвенным покровом, состоянием склонов и количеством запахиваемых земель.

Так, поверхностный сток в гюнейской части Шахдагского района захватывает не менее 50% выпадающих осадков. Этот высокий процент обуславливается рельефом и геологией района: достаточно крутые склоны, водонепроницаемость пород, крайне ограниченная площадь ровных участков или котловинных образований, тонкость делювиального плаща, отсутствие растительности и запахиваемых земель.

В остальном Шахдагском районе, начиная от бассейна р. Арданыш до бассейна р. Урумбосар-чай, средний сток колеблется около 40—45%. Здесь — достаточно рассеченный рельеф, много обширных котлованов, местами в балках значительный аллювий и делювий; от устья же р. Памбак начинается обширная галечная предозерная равнина. Но все же и в этой части района наблюдается достаточная крутизна склонов, количество же распахиваемых земель невелико.

В Мазринском районе, вследствие пологости рельефа и наличия коллектирующих воду базальтов, поверхностный сток, повидимому, не превышает 35%.

Южногюкчинский район в отношении стока должно разделить в широтном направлении на две зоны: южную — прихребтовую область и северную более равнинную, которая террасообразно спускается к берегу. В первой зоне сток, может достигать 50%, во второй — не превышает 30%, так что средний сток в Южногюкчинском районе колеблется около 40%.

В Ахманганском районе равнинность, бессточность многих участков, а также бугристость лавовых потоков и их трещиноватость в высокой степени благоприятствуют инфильтрации; здесь поверхностный сток может колебаться около 20—25%.

Итак (см. карту районов стока):

	Родник. пит. куб. м в 1 сек.	Поверхн. сток в про- центах от осадков
В районе Ахманганском	3,30	20
" " Южногочинском	4,0	40
" " Мазринском	3,0	30—35
" " Шахдагском	1,5	40—45
" " Гюнея	0,2	50
Всего	12,00	

Произведенные в различное время подсчеты водного баланса озера приводили к превышению приходных статей над расходными. По данным Севанского гидрометеорологического бюро, за 1928 г. также оказалось положительное изменение запаса воды в озере, которое определено слоем в 67 мм, или объемом 94 608 000 куб. м. Как же распределяется этот избыток? Нельзя ли предполагать, что оз. Севан переживает одну из обычных, повидимому, для него фаз осцилляторного, колебательного характера? О неустойчивом равновесии водных масс озера и о колебаниях его уровня известно уже давно. Л. С. Берг (17), посетивший озеро в 1909 г., пишет:

„За последние годы озеро Гокча весьма сильно прибывает. Прибывание, по словам местных жителей, наблюдается, начиная с 1901 г. По сведениям, сообщенным местным заведующим государственными имуществами В. Ю. Медзыховским, живущим в Еленовке, прибывание за последние годы выражается следующими цифрами:

С осени 1904 г. по осень 1907 г.	37 см
" " 1907 г. по май 1908 г.	27 "
" 1 мая 1908 г. по 1 августа 1908 г.	12 "
" 1 августа 1908 г. по 14 июля 1909 г.	29,5 "
Всего	105,5 см

„Таким образом, за 5 лет прибыло более 1 м.

„Данные эти основаны на наблюдениях, сделанных по прочным сваям пристани, ныне все более и более затопляемой озером. В Еленовке до осени 1908 г. стоял футшток, теперь окончательно снесенный поднявшимся озером, так что даже место, где он стоял, с большим трудом можно найти“.

Далее Л. С. Берг, посетив монастырь на оз. Севан, смог фотографировать 14 июля 1909 г. затопление деревьев, посаженных, по словам Белька (18), в 1831 г.

„Вода в р. Занге, пишет Л. С. Берг, идет теперь в очень большом количестве и, разливаясь местами, испортила почтовое шоссе.

„Мыс против Еленовки, который в 1903 г., по словам В. Ю. Медзыховского, продолжался далее к северу, распался теперь на ряд почти совсем погруженных в воду мелей“.

Следовательно, имеются убедительные данные о колебаниях уровня оз. Севан. Л. С. Берг, посетив 15 июня—15 июля 1909 г. ряд озер Армянского нагорья, нашел их в стадии прибывания. Сопоставляя одновременно колебаний этих водоемов с таковыми всего Аралокаспийского бассейна, Л. С. Берг объясняет указанные колебания климатическими причинами, в которых он видит и причину периодичности опусканий и поднятий уровней озер. Для бессточных водоемов объяснение Л. С. Берга, очевидно, единственное. Но явление значительно усложняется для оз. Севан, не представляющего совершенно безотточного водовместилища. Нельзя ли допустить существование некоторой саморегуляции на оз. Севан? Механизм этой саморегуляции сводится к тому, что уровень озера не может стоять выше некоторой отметки, так как при превышении ее непропорционально приходу увеличивается расход через р. Занга и возрастает фильтрация через верхнюю более трещиноватую часть Еленовской андезитобазальтовой гряды. С увеличением площади зеркала вод одновременно увеличивается и испарение с него. Кроме этого, высокое стояние озерной воды, подпруживая подземные воды северной части Ахманганского района, заставляет стекать их на югозапад в бассейн р. Занга. Таким образом, высокое стояние озера выключает определенную площадь своего питания грунтовым стоком. Все указанные явления приводят к тому, что при высоком стоянии озера равновесие нарушается в отрицательную сторону для приходных статей: непропорционально возрастающий расход вместе с климатическими факторами приводит к понижению уровня озера.

ДЕЛЮВИАЛЬНО-АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ВОДЫ КАЙНОТИПНОГО РЕЛЬЕФА

Особую категорию подземных вод представляют те из них, которые вмещаются в молодых, озерного типа отложениях и в делювиально-аллювиальных наносах. Первые находятся в районе г. Н.-Баязет, с. Кишляг и с. Норадуз. Главная масса вторых сосредоточена на обширной (около 300 кв. км) Мазринской долине. Кроме этого, делювиально-аллювиальные воды разбросаны отдельными локально изолированными залежами в различных участках андезитобазальтового лавового покрова.

Делювиальные образования особенно многочисленны в Южноокчинском районе; их значительно меньше в Ахманганском (верховья р. Кяварчай, долина Шараш-лю, подножье горы Богу-даг и др.). Обычно делювиальные образования расположены на ровных, слегка наклонных плато и в лощинах. Делювий этих форм рельефа представлен, главным образом,

серожелтым суглинком с мелкими округлыми обломками лавы, количество и размер которых увеличивается книзу. Средний механический состав можно иллюстрировать, примерно, такими данными:

Процентное содержание фракций

< 0,01 мм	0,01— 0,05 мм	0,05— 0,25 мм	0,25— 0,50 мм	0,50— 1,00 мм	1,00— 1,25 мм	1,25— 1,50 мм	1,50— 2,00 мм	> 2 мм
55,65	14,29	13,34	2,61	0,82	0,39	0,14	0,24	12,56

М. П. Казаков приводит данные для более мелкоземлистого делювия по левому берегу р. Кизил-дара у с. Н. Гезельдара:

< 0,01 мм	0,01—0,05 мм	0,05—0,25 мм	0,25—0,50 мм	0,50—1,00 мм	1,25—1,50 мм	2 мм
73,47	12,35	12,92	0,72	0,12	0,07	0,31

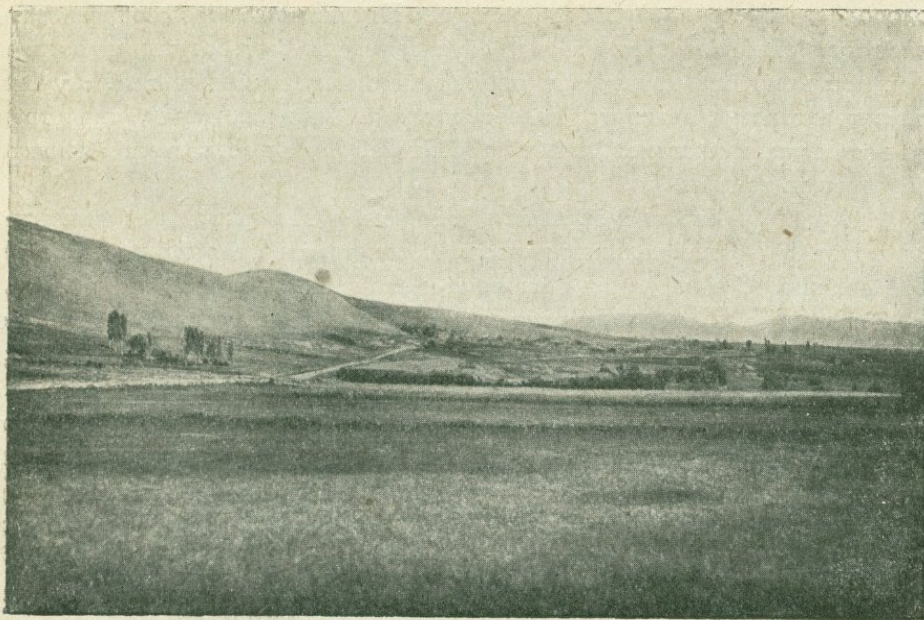
Мощность делювиальных образований 4—5—6 м, в отдельных случаях — до 10 м.

Как правило, наблюдается уменьшение грубообломочных компонентов в делювии по мере приближения с плато к берегу озера. Влагоемкость делювия колеблется около 35% (от 30 до 40%).

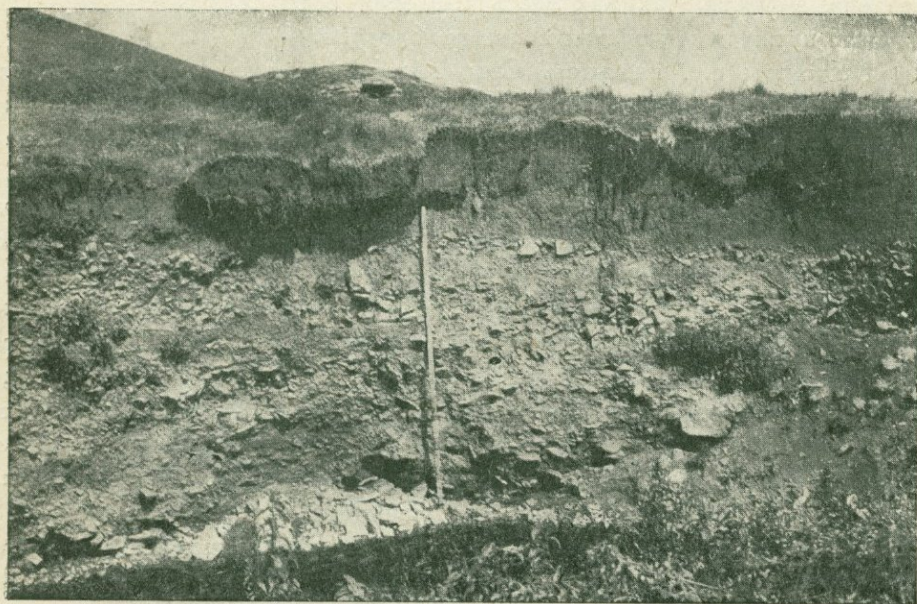
Аллювиальные отложения выражены иловато-глинистым, песчано-глинистым и галечниковым материалом (фиг. 12). Большим распространением песчано-глинистых наносов особенно отличаются поймы Вост., Зап. и Ср. Айридж, в устьевых частях рр. Гезельдара, Архан-чай, Ченгил. Галечниковым аллювием сложена приозерная полоса (до 2 км ширины) между с. Н. Каранлуг и с. Келаны-крлан. В прибрежных селениях этого района копаные колодцы вскрывают также галечники, причем местами до глубины 18 м, как утверждает М. П. Казаков: „вся эта полоса (до 47,39 кв. км площадь) представляет, повидимому, сплошной водоносный горизонт“.

Широкое развитие песчано-галечного аллювия (фиг. 13) наблюдается также на высоких равнинах верховий р. Кейты-чай. Большинство делювиальных наносов, кроме приозерной полосы, надо считать древним отложением, и, может быть, для отличия применимо название дривный аллювий. Делювиальными же отложениями в собственном смысле должны называться осыпи из грубообломочного или даже глыбового материала на крутых склонах, вблизи главного севанского водораздела, особенно в Южногочинском и Мазринском районах. Водоносность этого делювия является небольшой и непостоянной. На подобного рода локальные водные залежи надо смотреть как на участки, в которых атмосферная вода, уйдя в грубообломочный делювий, как в коллектор, сохраняется в нем от испарения и частью затем инфильтруется в трещины подлежащих лав.

Другой гидрогеологической характеристикой обладает древний и современный аллювий: эти образования представляют определенные



Фиг. 12. Предозерная равнина на грубом наносе. Село Шиш-кая.



Фиг. 13. Щебне-галечный аллювий древних долин в верховьях р. Кейты-чай.

водосодержащие и водопрводящие массы. Крупность и обломочность материала, особенно в нижних частях, обуславливают быстроту инфильтрации и скорость потока грунтовых делювиально-аллювиальных вод. Лучшим доказательством сказанного является слабая минерализация, свойственная водам таких участков, и весьма сближающая их с водами андезитобазальтовых трещин.

Но, как уже сказано, значительные массы грунтовых вод, содержащихся в делювиально-аллювиальных наносах, находятся на территории Мазринской долины. С севера над обширной Мазринской долиной стоит южный склон высокого Шах-дага, с востока долину обрамляет пологий Конгуро-Алангезский хребет, с юга — горная система Кейтыяных, с запада оз. Севан. Значительную часть площади Мазринской равнины занимают пашни и луга, переходящие ближе к озеру в болота, сплошь заросшие *Phragmites communis*.

Хорошо выраженные террасы наблюдаются на отметках 2000 м, 1960 м и 1930 м. Вдоль побережья Севана от с. Загалу до оз. Гилли тянутся три ряда береговых валов, сложенных хорошо окатанной плотной галькой и возвышающихся на 2—3 м над водным уровнем. Все это как будто подтверждает высказанное (3,19) предположение о том, что Мазринская низина покрывалась водой.

Опишем несколько подробнее этот самостоятельный и своеобразный гидрогеологический район, для чего придется рассмотреть отдельные населенные места, так как здесь сведения о грунтовых водах удобно получить путем исследования копанных колодцев.

Колодцы с. Агкилиса. Село Агкилиса лежит в восточном углу Мазринской долины на делювиальных наносах, денудированных в плоские террасы с отметкой 2024 м. Эти террасы медленно снижаются на запад, переходя в эрозионные плоскости высоты 2000 м.

По середине села проходит плоскодонный лог, борта которого образованы названной террасой (2000 м). На ней по обе стороны лога расположены строения села.

Небольшое (искусственное) обнажение на левом берегу лога вскрывает 2-метровую мощность светлокоричневого суглинка. В изголовьи лога, т. е. в восточном конце села, выходят из-под делювиально-аллювиального наноса 2 родничка с дебитом около 0,1—0,07 л в 1 сек. каждый. Водой этих родничков питается население, но наряду с ними у 5—6 хозяев имеются копанные колодцы. Осмотрены были 3 колодца. Во всех пройден делювиальный щебнистый нанос, состоящий из песчанистого суглинка и значительного (кроме 3-го колодца) количества валуныков из порфиритовых пород.

Технически все колодцы сооружены совершенно однообразно: помещаются они внутри скотника, являющегося частью жилого помещения;

в скотнике имеется от 8 до 20 стойл для крупного скота. Пол или ничем не закрыт, или плохо вымощен камнями. Навозная жижа легко просачивается в грунт. Его щебневатость и слабая цементированность в высокой степени способствуют этому просачиванию. Нет никакого сомнения, что в колодцах, выкопанных 1—2 года тому назад, между горизонтом подземных вод и инфильтрующейся навозной жижей устанавливается постоянная связь: жижа непрерывно поступает в грунтовые воды, заражая их содержащимися солями. Кроме рыхлой водоудерживающей породы, непрерывной инфильтрации способствует полное отсутствие непроницаемого пласта между горизонтом грунтовых вод и земной поверхностью. Это — подлинные грунтовые, ненапорные воды, с открытой водной поверхностью.

Помимо легкой заражаемости и смешиваемости грунтовых вод со всякими могущими оказаться на земной поверхности растворами, указанное только что обстоятельство имеет еще одно крайне важное значение в деле выяснения характера поверхности водного зеркала. Ниже, при сводках данных о подземных водах всей Мазринской долины, вернемся к намеченному вопросу.

Легкости соприкосновения грунтовых вод с наземными растворами, кроме природных свойств грунта и близости подземного водного зеркала к дневной поверхности, благоприятствует и техника колодезного дела. В громадном большинстве колодцы, как сказано, строятся в скотнике, стенки колодцев не обшиваются совершенно или же крепятся камнями (валунчиками) верхний венец; крышки отсутствуют; обычно крышкой служит камень или несколько камней.

Вот те природные геологические и технические данные, которые обеспечивают полную и быструю инфильтрацию наземных растворов в потоки колодезной воды. Совершенно понятно, что химические анализы колодезных вод показывают значительное количество хлора, азотистой кислоты, сульфатов и значительную жесткость. При этом количественное содержание названных агентов может ощутительно колебаться, и колебания не поддадутся никакой закономерности. Стоит напасть на колодезь, где хозяин чище содержит скотник или крепче сложил его пол, как уже количества химических растворов окажутся существенно другими. Вот почему к химическим анализам колодезных вод Мазринской долины надо относиться крайне осторожно и осмотрительно.

Изучая гидрогеологию самой Мазринской долины и окружающих ее горных массивов, можно установить единство вод, передвигающихся в недрах этих массивов и поступающих затем в рыхлые делювиально-аллювиальные толщи долины. Из двух возможных путей проникновения вод одной области в другую (подземного и надземного) надо, повидимому, в нашем случае остановить свое внимание на втором пути.

Дело в том, что северная часть Мазринской долины, от подножий Шахдагского хребта до широты оз. Гилли, под делювиальным покровом имеет денудированные и, очевидно, сильно нивелированные породы названного хребта, т. е. габбро и известняки, падающие на север. Обе формации не могут питать водами налегающий на них делювий.

Южная, большая часть долины под покровом наносов имеет также, повидимому, сильно денудированные и сглаженные порфирито-туфогеновые породы. Последние особенно развиты. Они также имеют падение на север. Опять-таки нет данных для возможности предполагать подачу этими породами циркулирующей в них воды в налегающий нанос. Скорее возможно допустить обратное: уход некоторой (весьма незначительной, впрочем) части грунтовой воды делювия в подлежащие коренные породы.

Остается второй путь питания наносов Мазринской долины — это путь проникновения вод с поверхности, т. е. вод тех многочисленных открытых потоков, которые сбегает с примазринских горных массивов. Питаются эти потоки родниковыми водами. Следовательно, воды, передвигающиеся в недрах горных массивов, выйдя на дневную поверхность на их склонах и образовав речки, при входе в долину вновь инфильтруются в горные породы, вновь образуя подземные потоки.

И действительно, всякий раз как удастся найти естественный выход подземных вод в долине, химическое опробование показывает родство этих вод с водами родников на склонах горных массивов. Так, родник № 165 в с. Агкилиса, выходящий из-под наносов в изголовьи лога, обнаружил: жесткость — очень слабую, хлора — мало, реакцию — нейтральную.

Воды же колодцев имеют резко другой состав, но причины его лежат не в новизне этих вод, а в медленности передвижения и указанной выше геологической и технической обстановке (табл. 12).

Таблица 12

№№ колодцев	Место колодца и фамилия владельца	Выс. отм. устья в м.	Глубина до воды в м.	Толща водн. слоя в м.	Пройденные породы	° Ц	Реакция	Жестк. в нем. град.	Cl	SO ₃	Азотистая кислота
164	Скотник; Агата Мамуд-Оглы	2032	2,5	2,05	Суглинок со щебнем	9°	Нейтр.	Средняя	Есть	Нет	Есть
163	Скотник; Шараф Керим-Оглы	2024	1,80	2,70	„	8,6°	„	„	„	„	„
166	Скотник; Иман Алах-Верди-Оглы	2032	1,25	0,47	Землистый делювий	11°	„	„	„	„	„

Колодцы с. Союн-кулу-агали. Село стоит на обширной террасе, слегка наклонной в сторону озера. Высота этой террасы от 1952 до 1960 м.

В каждом хозяйстве имеется копаный колодец, вода которого употребляется и людьми и для скота.

Колодцы вскрывают геологическое строение террасы. В большинстве она сложена щебнистым делювием, причем крупность щебня увеличивается книзу, и у дна некоторых колодцев щебень представлен довольно крупными валунчиками из порфириновых пород. Книзу же уменьшается и количество землистого делювия и присыпки к щебню. Идет горизонт, почти исключительно состоящий из валунчиков.

Именно из этого горизонта берут наиболее обильную воду. Все то, что говорилось о грунтовых водах с. Агкилиса, полностью относится к данному случаю. Оба села пользуются один и тот же водный горизонт.

Вследствие наличия многочисленных колодцев, часть которых расположена не в скотниках, а на улице или, что еще лучше, на площадях вдали от строений и жилья, в с. Союн-кулу-агали можно совершенно ясно подметить правильность указанного о заражаемости подземных вод наземными растворами.

Для суждения о характере грунтовых вод с. Союн-кулу-агали приведем некоторые данные (табл. 13).

Таблица 13

№№ колодцев	Место колодца и фамилия владельца	Выс. отм. устья в м.	Глубина до воды в м.	Толща водн. слоя в м.	Пройденные породы	t° Ц		Реакция	Жестк. в нем. град.	Cl	SO ₃	Аммоний
						Воды	Возд.					
162	На площади . . .	1958	1,78	0,42	Щебнистый делювий	11,4°	21°	Нейтр.	Слаб.	След.	Нет	Нет
161	Скотник; Мирза-Оглы	1958	1,20	1,37	"	9°	—	"	"	—	—	—
160	Скотник; А.Кайдаров	1952	0,9	3,30	"	8,4°	18,5°	"	Сильн.	Мн.	Мн.	Мн.
159	Скотник; Ады-Оглы	1952	1,15	3,10	"	6,2°	18,5°	Сл. щел.	Ср.	"	"	"

Колодцы с. Б. Мазра. Село лежит на плоской аллювиально-делювиальной равнине с отметками 1956, 1954 и 1946 м. Последняя отметка относится к той части села, которая расположена в долине р. Кейты-чай. Все село лежит на правом берегу этой реки, который представляет террасу. Тальвег реки лежит на совершенно плоском дне долины.

О строении прилежащих равнин можно иметь некоторое суждение по обнажениям на левом берегу р. Кейты-чай, километрах в двух выше с. Б. Мазра — в районе замера № 34. Обнажение вскрывает сверху вниз:

- Горизонт а — землисто-галечный делювий 1 м мощн.
 „ б — чернозем солонцеватый 0,4 „ „
 „ в — суглинок бурый с карманообразно включенной галькой 0,8 „ „
 „ г — галька до воды

Галька состоит из порфиритов и туфогенов.

Таким образом, в обнажениях встречается горизонт погребенной почвы, что может служить показателем колебаний базиса эрозии.

Грунтовая вода содержится в делювии как в землистом, так и галечном, составляя в общем один открытый горизонт ненапорной воды. Имеются основания считать, что этот горизонт здесь питается как водами из бассейнов Чалмалы-чая и Урумбосар-чая, так и водами, стекающими с Шахдагского хребта и исчезающими в его предгорном делювиальном шлейфе.

Во всех остальных отношениях колодцы с. Б. Мазра повторяют наблюдения, описанные раньше.

Для представления о них приведем некоторые данные (табл. 14).

Таблица 14

№№ колодцев	Место колодца и фамилия владельца	Выс. отм. устья в м	Глубина до воды в м	Толща водн. слоя в м	Пройденные породы	t° Ц		Реакция	Жестк. в нем. град.	Cl	SO ₃	N ₂ O ₃	Аммоний
						Воды	Возд.						
126	На улице	1954	1,5	2,05	Землистый делювий	11,6°	21,5°	Нейтр.	Ср.	Н. сл.	Нет	Сл.	
125	Скотник; Мам-Оглы	1954	1,9	0,7	„	9°	21,5°	„	„	Мало	Мало	—	
124	Скотник; Ахмед-Мейф	1954	0,8	0,8	„	11°	21,5°	„	„	Мн.	Мн.	—	Есть
122	В поле у конца села	1957	3,35	0,75	„ и галечный слой	8°	—	„	„	Мало	Мало	—	

Разрез последнего колодца также дает возможность видеть строение равнины. В колодце № 122 вскрыты сверху вниз:

- Горизонт а — нанос с мелкой галькой 1 м мощн.
 „ б — почвенный слой (черноз. солонец) 0,35 „ „
 „ в — суглинки желтобурые 1 „ „
 „ г — галька до воды 1 „ „

О ФИЛЬТРАЦИИ ИЗ ОЗЕРА СЕВАН

Гидрогеологическим особенностям Мазринской долины, району Н.-Баязет—Норадуз и Ордаклинско-Еленовской равнине, должно быть уделено наибольшее внимание, вследствие того, что названные пониженные

площади представлялись местами, в которых можно было ожидать фильтрацию озерной воды из Севана. Произведенные наблюдения над грунтовыми водами, вмещающимися в делювиально-аллювиальных образованиях Мазры и в осадках озерного типа района Н.-Баязет—Норадуз, показали, что явление подземной утечки воды из озера в этих местах отсутствует. График взаимоотношений рельефов Мазринской долины (фиг. 14) ясно определяет возможное направление грунтового потока. То же наблюдается и в Н.-Баязет-Норадузском районе, исключая весьма небольшую площадь Норадузского мыса по правому берегу р. Кявар-чай, где озерная вода входит в прибрежную галечную полосу и смешивается с грунтовой водой, стекающей с запада и югозапада. Но это совершенно еще не говорит ни о какой фильтрации озерных вод вглубь материка. Профили и наблюдения показывают, что грунтовые воды как Мазринской, так и Н.-Баязет-Норадузской равнин имеют депрессию к озеру и подпираются его водной массой.



Фиг. 14. Взаимоотношение поверхностей дневной и водоупорной, и поверхность грунтовой воды (пунктир) в Мазринской долине.

Эти предозерные депрессии, наряду с характером минерализации грунтовых вод в названных равнинах, говорящей об общей медленности передвижения потока, дают возможность рассматривать Мазринскую, Н.-Баязет-Норадузскую, а также частично и Еленовско-Ордаклинскую низины как совершенно самостоятельные местные гидрогеологические районы. Характер грунтовых вод в них и явление депрессивного вдавливания горизонта подземного потока ниже озерного уровня, быть может, справедливо будет объяснить климатическим влиянием. Дело в том, что названные низины представляют участки степей, возможно даже полупустынь умеренного климата. Л. С. Берг (20) относит к такому типу ландшафтов все равнинные части Армянского нагорья, лежащие на высоте 1400—2100 м. Весь облик низин Севанских побережий напоминает приазовские степи с характерной лессовидной, нередко вскипающей от HCl породой. Здесь, повидимому, грунтовое испарение очень высоко. Оно то в значительной степени обуславливает большую минерализацию подземных вод Мазры и Норадуз-Баязетской равнины, а также депрессивное вдавливание их горизонта. Выравнивание депрессий проникновением в них

озерных вод идет в минимальной степени, так как донные отложения прибрежной полосы Севана достаточно затампонированы и являются плохими проводниками воды. Вследствие всего этого создаются озерообразные формы залегания грунтовых вод, слабо участвующих в питании оз. Севан. Избытки же их выравниваются испарением. Об общей величине этого фактора лишний раз говорят существующие временами надземные озера у Сараканского мыса и у Адатапинского полуострова. Воды, испаряясь в первом из них, достигают 3000 мг Cl на 1 л, образуя солевую корку и черную грязь; во втором, выпаривание проникшей севанской воды приводит к концентрации хлора, временами в 10 раз превышающей таковую вод Севана.

Ордаклинско-Еленовская равнина является третьим пунктом, где геологическая и орографическая обстановка уже давно наводила на мысль о возможности здесь подземного стока озерной воды вниз по направлению долины р. Занга. За последнее время опубликованы две работы А. П. Соколова (21,22), основанные на его гидрохимических, геодезических И. А. Киреева и гидрометрических Б. Д. Зайкова данных.

Не вызывавшая сомнений фильтрация озерной воды из Еленовской бухты через андезито базальтовую гряду, на которой расположено с. Еленовка (фиг. 15, стр. 73), окончательно установлена А. П. Соколовым. Химизм и термика воды еленовских родников по левому берегу р. Занга оказались аналогичными севанской озерной воде, как известно, замечательной большим количеством магнезии (92 мг MgO в 1 л воды).

В дальнейшем, анализируя воду родников, выходящих по берегам р. Занга, А. П. Соколов обнаружил в ряде родников превышение магния над кальцием, значительное хлорное число и следование щелочей концентрации хлора, т. е. все характерные черты севанской воды. Родники эти расположены частью на правом берегу, главным же образом на левом р. Занга у с. Караван-сарай и у с. Рандамал (см. карту верховьев р. Занга и деталь этой карты). Данные А. П. Соколова сведены в табл. 15.

Таким образом, химический состав проанализированной воды родников, особенно №№ 5—8, близок воде оз. Севан. Пользуясь геодезическими данными И. А. Киреева об уровне колодцев с. Ордакля и гидрометрическими Б. Д. Зайкова о расходах воды в р. Занга на участке с. Еленовка — Караван-сарай, А. П. Соколов приходит к заключению, что вода вышеуказанной линии родников имеет до 60% озерной воды, просочившейся из Ордаклинского залива. „Питание, пишет А. П. Соколов, озерной водой родников агпара-рандамальских идет с западной стороны Ордаклинского залива... Приведенные нормали к гидроизогипсам со всей очевидностью показали движение воды из озера в северо-западном направлении в сторону Яичного бугра (высота „943“)... Изохлорина, построенная на колодцах в западной окраине селения, также изгибается в этом направлении. Следовательно, линия стока подземных

Таблица 15

№№ родников	Д а т ы	t°Ц	Миллиграммов в 1 л воды			
			Плотн. остатка	MgO	CaO	Cl
1	19 VII 28	7,4°	242,8	34,9	25,6	49,8
2	23 VIII 28	7,4°	252,5	36,9	24,3	27,5
3	„	7,4°	365,0	60,2	33,4	47,1
4	1 X 27	7,7°	304,0	49,2	26,2	39,3
	2 II 29	—	310,0	50,5	28,8	35,5
5	„	8,7°	426,0	70,2	36,8	54,8
6	„	8,9°	444,0	79,3	40,4	54,4
7	„	9°	452,0	78,6	40,0	55,2
8	1 X 27	9,1°	458,4	78,9	48,2	57,2
	2 II 29	—	478,0	78,9	46,0	54,8
9	23 VIII 28	9,9°	412,0	58,0	63,2	40,1
Оз. Севан средн. из 17 анал.		—	551,8	92,0	47,4	62,3

вод, стекающих с высоты „1021“ (у Ордакля) и горы Богу-даг, с фильтрующей водой озера расположена тоже в упомянутом направлении“ (22, стр. 21, 23).

Размер же фильтрации колеблется около 1,5 куб. м в 1 сек.

Итак, начавшись у с. Ордакля, фильтрация кончается у с. Рандамал, причем как будто намечается путь грунтового потока озерной воды по направлению, проходящему между с. Чирчир и высотой „943“. Работы А. П. Соколова прочно устанавливают химическое родство вод родников рандамальской линии с водами оз. Севан. Однако, и по настоящее время нет уверенного знания как о всем пути фильтрующегося потока, так и о точных размерах самой фильтрации. Прочно установлено просачивание озерной воды в р. Занга лишь через еленовскую андезитобазальтовую гряду. Геологический же профиль между Чирчиром и высотой „943“ указывает на наличие здесь под тонким лавовым покровом водоупорной порфиритовой гряды (15). Осуществление фильтрации здесь основано на предположении наличия понижения в палеотипном рельефе названной гряды. Что

касается родников, лежащих ниже с. Караван-сарай, то связь их с озером не устанавливается. В цитированной работе А. П. Соколова (21, стр. 24) читаем: „Были обследованы все выходы родников вплоть до с. Алапарс. Всякая возможность связи с озером родников В. Ахты опровергнута. Далее, анализом проб, взятых 29 VIII 28, установлено, что родники у с. Солак (примерно 0,1 л в 1 сек.) и с. Алапарс (0,5 куб. м в 1 сек.) имеют солевой состав, совершенно отличный от озера“. Следовательно, приходится допускать, что озерная вода, попав в андезитобазальты, идет концентрированным потоком до Рандамальского района, в то время как путь ее лежит по прихотливейшей сети лавовых трещин. Это трудно понимается, особенно в условиях „широких выработанных долаовых долин“. Нельзя также упустить из внимания отмеченной А. П. Соколовым утечки вод из р. Занга в трещины андезитобазальта выше с. Чирчир. Размер утечки равен 0,16 куб. м в 1 сек. Эта вода, как говорит сам А. П. Соколов, участвует в дебите 1 куб. м в 1 сек. рандамальских родников, составляя, таким образом 10,7% этого дебита. Наряду с указанным фактом представляет немаловажный интерес нахождение родников №№ 1, 2 и 3 на правом берегу р. Занга, но имеющих все характерные черты озерной воды.

Цитируемый автор считает и в этих родниках присутствие просочившейся воды из оз. Севан, но инфильтрационный путь рисуется им столь трудным, что его нелегко себе представить. Между тем расположение родников №№ 1, 2 и 3 настолько отчетливо связано с рельефом открытого потока р. Занга, что невольно напрашивается мысль о питании названных родников инфильтрующимися водами этой реки, благодаря подземному выпрямлению ее русла. Однако с этим простым и естественным явлением спрямления русла Занги подземным путем стоит в противоречии химизм зангинских вод ниже впадения р. Маман и как будто отсутствие уменьшения масс воды на этом участке реки.

Все это заставляет инфильтрацию озерной воды в районе Ордаклюд-Еленовка принять пока условно, не говоря об ее путях и считая общий дебит инфильтрационного потока около 1,5 куб. м в 1 сек. Причем инфильтруются, очевидно, лишь воды самого верхнего слоя озера. Для доказательства этого последнего предположения, как и вообще всего сложного вопроса о возможности подземного стока из озера, немалое значение должны сыграть ведущиеся работы по изучению самой озерной котловины. Ряд сведений о характере дна, донных грунтах и их распределении уже теперь можно почерпнуть из только что вышедшей работы Л. В. Арнольди (23), существенно дополняющей прежние данные Е. С. Маркова (3).

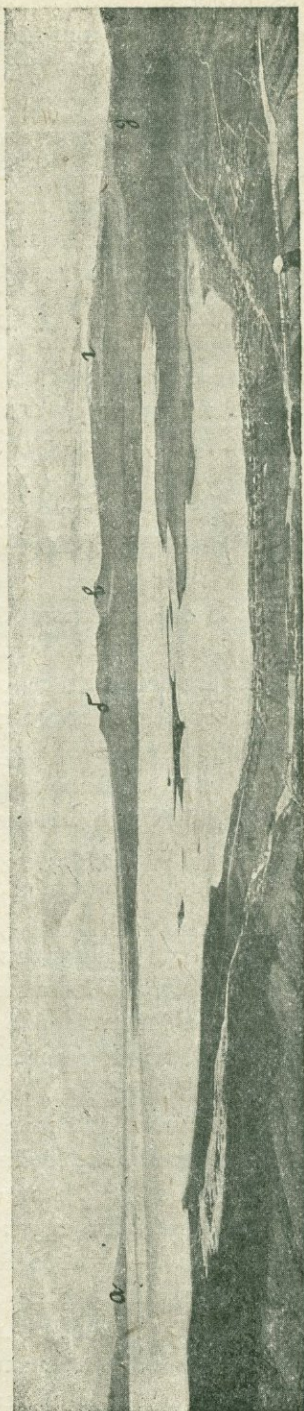
Большой Севан имеет овально-треугольное очертание с ровной береговой линией. Малый Севан вытянут с СЗ на ЮВ; обладает в западной

части сильно изрезанной береговой линией, типа „риасовых“ берегов. Глубина обеих частей озера также неодинакова. Малый Севан значительно глубже Большого, причем область максимальных глубин (до 90 м) расположена у восточного, гюнейского, берега Малого Севана. Дно Большого Севана весьма ровное, почти одинаковой глубины на всей площади. В общем же восточная часть глубже западной.

„Уклоны дна, пишет Л. В. Арнольди у берегов также различны. В Малом Севане они в общем значительно круче, чем в Большом. В первом, у Гюнейского берега, средний уклон в полосе шириной 1 км не меньше $3^{\circ}30'$. По берегам Чубухлинского залива, за исключением района устья р. Балык-чай, падение также очень крутое. Очень круты берега острова Севан. На западном берегу, местами, у оконечностей лавовых мысов имеем глубины сразу до 20 м. Отлогими являются лишь участки против Еленовки (Еленовская бухта), Аджимухана и устья р. Кявар-чай (залив от Айриванка до Шор-гела).

„Большой Севан, напротив, за немногими исключениями, имеет гораздо более пологие уклоны дна, особенно в югозападной, южной и юговосточной частях. Крутые уклоны имеются лишь в районе полуострова Ада-тапа, северной части восточного берега и у некоторых мысов западного. Особенно обширные пространства с постепенным понижением дна имеются в SW углу, где изобата 30 м проходит на расстоянии 4—6 км от берега, т. е. уклон дна не превышает $0^{\circ}30'$.“

А. Ф. Лайстер высказывал (30) предположение о том, что возраст Большого Севана более древний, чем Малого, возникшего при уничтожении барьера между мысами Ада-тапа и Норадуз.



Фиг. 15. Истоки р. Занга. Еленовская андезитобазальтовая гора: а — гора Ада-тапа, б — гора Уч-тапа, в — гора Джан-тапа, г — Ахманганский хребет, д — холм 1021 саж., е — гора Богу-даг.

Переходя к грунтам оз. Севан, нужно отметить большую правильность в их распределении по глубинам. Отдельные участки дают, конечно, большие отклонения от общей картины, но все же возможно представить грунты в виде схемы, предлагаемой Л. В. Арнольди (табл. 16).

Наиболее часто зона заплеска представляет собой прибойный вал, сложенный из гальки. Состав ее и величина различны в разных участках побережья и колеблются в очень значительных пределах. Восточный берег озера почти целиком галечный, прерываемый скалистыми участками. Галька гюнейского берега состоит из местных туфогенов и порфиритов. Серая или буроватая галька Норадузского района состоит преимущественно из андезитобазальтовых и туфовых обломков, с большой примесью серой и черной пемзы.

Гравий встречается нередко как узенькая кайма галечного прибойного вала и в довольно редких случаях составляет его целиком, как, например, в районе Келаны-крлана, Норадуза, Занги.

Песок в чистом виде тоже редок в зоне заплеска. Он встречается в районе Адиамана, Эраноса, долины Манычар, устьев р. Кявар-чай. Но и здесь в большинстве случаев к песку примешан гравий.

Своеобразным типом берегового грунта на оз. Севан является конгломерат, состоящий из галек или песка на известковом цементе. Этот конгломерат известен здесь под названием „травертин“. Он представляет крепкую, совершенно водонепроницаемую массу, которая местами сплошным чехлом облекает берег, уходя до глубины в 3—5 м, иногда глубже. „Травертин“ наибольшего развития достигает по участку берега от Эффенди до Агзибира, в районе Саракаинского мыса и мыса Уч-таш. Весьма развит „травертин“ от с. Ордакю до острова Севан, причем в Еленовской бухте „травертиновым“ панцирем одеты не только ее берега, но частично и само дно.

Что касается скалистого грунта, то он встречается по берегу Гюнея и Шах-дага, состоя в первом случае из плотных вулканогенных пород и во втором из крепких метаморфизованных известняков.

Скалистые грунты наблюдаются и на южном берегу, состоя здесь из андезитобазальтовых лав, которые на западе достигают наибольшего развития на участке от залива Азат-хараба до с. Ордакю.

С переходом в прибойную и особенно в нижнеприбойную зону разнообразие грунтов уменьшается, и их начинает складывать мелкий материал. Преобладающим грунтом в нижнеприбойной зоне можно считать песок и гравий. Первый особенно сильно распространен на глубине от 2 до 7 м у западного берега озера, в частности у устья Кявар-чая, Норадуза, Куру-хараба, Эраноса, Адиамана, Келаны-крлана, Загалу и по восточному берегу до начала скалистых и крутых берегов. Песчаный грунт хорошо выражен у с. Шорджа и дальше на север, в участках берега с не

Таблица 16

Глубина в м	Г р у н т	Группа	Область
	1) Песок 2) Гравий 3) Галька 4) Травертин 5) Скалы	Берег	Элиттораль
0—3	1) Песок 2) Гравий 3) Галька 4) Травертин 5) Скалы	Прибойная зона	Литтораль
3—9	1) Песок 2) Гравий 3) Галька	Нижнеприбойная зона	
9—15	1) Черный или серый ил с запахом H_2S 2) Озерный ракушечник	Продуктивные илы	
15—35	1) Конкреции: запах H_2S есть 2) Ракушечный ил (<i>Pisidium</i> — ил)	Конкрециевые илы	Сублиттораль (эпрофундаль)
35—50	1) Черный или темносерый ил с примесью конкреций или кристаллов	Промежуточные илы (переходные)	Профундаль
50—70	1) Кристаллы 2) Черный ил с запахом H_2S	Кристалловая зона	
70 и более	1) Черный ил с запахом H_2S	Глубинные илы	

очень крутым падением дна. Встречаются пески в районе р. Балык-чай, в Ордаклинском и Зангинском заливах, причем на глубине 2—5 м они обычно чисты, ниже чаще заилены. Наиболее глубоко песок идет в районе Загалу и Норадуза, где он опускается до 10 и даже до 12 м. Между мысами Сарыкая и Кулалинским песок встречается также до 11 м, но у берега он сменяется гравием, идущим до глубины 9 м, являющейся максимальной отметкой во всем озере.

Обширные песчаные площади, наблюдаемые в районе Адиамана, оканчиваются на глубине 9—10 м, переходя в ил с примесью песка. Присутствие илов в нижнеприбойной зоне явление довольно редкое. Л. В. Арнольди отмечает залегание черного ила с запахом H_2S у мыса Кар-кит на глубине от 3 м. Ил наблюдается также на небольшой глубине непосредственно против устья р. Балык-чай.

Как постоянное явление, Л. В. Арнольди отмечает отложение илов на небольшой глубине в значительном большинстве глубоких или хорошо защищенных бухт.

Опускаясь по дну оз. Севан глубже нижнеприбойной зоны, вступаем в область исключительного развития иловатого грунта. Как видно из приведенной выше схемы Л. В. Арнольди, за нижнеприбойной зоной следует зона продуктивного ила. Такое название цитируемый автор присвоил данному грунту вследствие того, что в зоне его распространения продукция как животная, так и растительная достигает максимальных цифр. Здесь, на глубине от 9 до 15—16 м, основным грунтом, опоясывающим почти все озеро, является черный ил с запахом H_2S . Консистенция его довольно неоднородная, ил богат органическим веществом в виде мелкого детрита или частей растений. Сверху, благодаря окислению, он более светло окрашен и густо покрыт сплошным ковром *Chara fragilis* и мха *Aulacomnium* sp.

Предельное опускание этого грунта до 17 м наблюдается в районе с. Шорджа.

Опоясывая почти все озеро, ил выпадает в районе Загалу — Каранлуга, в некоторых участках лавового берега между Азат-хараба — Эффенди и в отдельных участках Ордаклинского залива, замещаясь или песчаным ракушником или песком, постепенно переходящим в ил с известковыми конкрециями.

Нижняя граница продуктивного ила является в то же время пределом распространения донной растительности. Переход в сублитторальную область отмечается появлением своеобразного грунта — конкреционного песка, причем название „песок“ является условным.

Конкреции образуются от выпадения из растворенных в воде солей (углекислого кальция) и заключены в светлосерый ил, пахнущий сероводородом и метаном.

При ощупывании лотом грунт представляется довольно плотным. Средняя глубина границы конкрециевого ила в Большом Севане 32—33 м, в Малом 35—37 м.

Л. В. Арнольди указывает, что местами конкрециевый ил выпадает, замещаясь илом без конкреции или ракушечным илом. Первое наблюдается в Ордаклинском заливе, второе — в районе против Еленовки и между островом Севан и Цамакабертом. Ил Ордаклинского залива черный или темносерый, тонкий и вязкий, обычно с запахом H_2S , примесью песка и растительных остатков.

По мере углубления конкрециевая зона заливается, начинается область, по терминологии Л. В. Арнольди, промежуточных илов. Окраска этих илов колеблется от светлосерой до черной, причем нередко бывает хорошо выраженная пленка окисления. Консистенция ила мягкая и вязкая. Эти илы повсеместно распространены на глубине от 35 до 50 м. Однако, уже начиная с 45-метровой глубины, в „промежуточном“ иле начинают встречаться редко разбросанные кристаллы углекислого кальция. Количество их с глубиной все возрастает, и на 55—65 м идут сплошные массы кристаллов, которые покрывают все дно. Они соединяются подобно друзам сферической или неправильной формы. Примесь ила может быть весьма незначительной. Грунт этот, говорит Л. В. Арнольди, плотен на ощупь лотом и производит впечатление камня. Кристаллы достигают довольно крупных размеров, до 50 мм.

Таблица 17

Название грунта	Глубина в м	Ф р а к ц и и в ‰							Растит. и живот. остатки
		> 5 мм	5—3 мм	3—1 мм	0,25 мм	0,25— 0,05 мм	0,05— 0,01 мм	< 0,01 мм	
Продуктивный ил (у м. Цамакаберт) . . .	12	—	—	—	—	27,25	42,35	30,40	3,52 (Chara Aulacomnium)
Ракушечный ил	31	—	—	—	—	41,09	12,11	22,34	24,46 (раков. Pisidium)
Конкрециевый грунт	—	6,16	6,14	53,70	17,33	7,59	1,51	3,13	4,44 (живот. ост.)
„	—	—	—	5,42	18,47	38,29	17,06	20,76	

Наконец, дно области максимальных глубин как Большого, так и Малого Севана, затянато черным или черносерым очень тонким и клейким илом, промывающимся через решето почти нацело.

Возвращаясь к наиболее важным участкам в вопросе возможной инфильтрации озерной воды — к обширной Еленовской бухте и к западному побережью Малого Севана, надо отметить наличие своеобразного желто-серого ила, режущегося на воздухе подобно желе. Этот ил чрезвычайно богат растительным, органическим детритом, как микроскопическим, так и крупным. Подобное образование залегает у островов Еленовской бухты на 4-метровой глубине и выстилает дно глубоких бухт, изрезавших, подобно фиордам, западное побережье Малого Севана.

В цитируемой работе Л. В. Арнольди (23) пока еще очень немного данных по механическому составу донных грунтов оз. Севан. Имеющийся же материал может быть сведен в табл. 17.

Если попытаться на основании приведенных данных составить пока лишь приблизительную и крайне схематическую карту распределения грунтов по дну озерной котловины, а затем вычислить площади, покрытые различного типа грунтами, то получим:

Глубина	0—9 м — пески, гравий, галька . .	152	кв. км, или 10,8%	всего дна
"	9—15 " — продуктивные илы . . .	192,5	" " " 13,7	" " "
"	15—35 " — конкреционные " . . .	252,7	" " " 17,9	" " "
"	35—50 " — промежуточные " . . .	813,7	" " " 57,6	" " "
"	50—70 " — кристаллы в черных илах			
"	70— " — глубинные илы			

Всего 1410,9 кв. км или 100% всего дна

Таким образом, всего лишь 10% общей площади дна озера покрыто грунтом, могущим фильтровать сквозь себя воду; 90% площади дна затянато плащем илистых, достаточно тонких образований, едва ли могущих являться проводниками воды. Не надо забывать, что до глубины 15—20 м опускается органический мир, и *Characea* покрывают дно сплошным ковром. Легко рисовать процессы накопления органического вещества и образование весьма значительных коллоидных масс, долженствующих создавать желеподобные накопления, растекающиеся по дну в глубину и превращающие его грунты в водоупорный пласт. Что касается водопроницаемых грунтов прибойной зоны, дающих 10% площади, то необходимо указать, что эта площадь достаточно преувеличена. Как можно было видеть из описания распределения донных грунтов, песчано-гравелистые образования нередко выпадают, замещаясь то скальными грунтами, то крепким „травертиновым“ панцырем. Все это заметно уменьшает площадь действительно проницаемых пород. К тому же они не идут глубже 9—10 м.

Понятен становится вывод о возможности фильтрации озерной воды в весьма ограниченном количестве и лишь из области верхней зоны озера.

Естественно, что наличие подобных донных грунтов дает немало-важное указание на невозможность осуществления грунтового питания озера донными родниками. В согласии с этим можно поставить и отсутствие заметной химической стратификации вод озера, на что указывает и что можно видеть из данных приводимых в работе С. Я. Лятти (24) (табл. 18).

Таблица 18

Место выемки образца	Время выемки	Глубина в м	t° Ц	Плотн. остаток в мг на л	$\frac{\text{MgO}}{\text{CaO}}$
Малый Севан . . .	11—12 VIII 28	0	17,22°	548,0	1,9
		25	11,95°	550,8	1,97
		40	5,80°	552,8	1,9
		85	4°	558,0	1,91
Большой Севан . .	12 VIII 28	0	17,65°	550,0	2,0
		25	8,70°	552,8	1,94
		43	5,25°	562,8	1,9

Отклонение концентрации раствора озерной воды в пределах вертикали колеблется между 1—2 ‰. Столь же характерное для воды оз. Севан отношение окиси магния к окиси кальция остается почти неизменным.

„Наблюдаемая, пишет С. Я. Лятти, малая, но вместе с тем закономерная изменчивость химического состава воды оз. Севан с глубиной при наличии значительных температурных скачков, достигающих 5—6° на полуметре водного слоя, позволяет сделать вывод о независимости солевого состава воды от термических показателей, т. е. термические слои скачка воды оз. Севан обусловлены неравномерным прогреванием, остыванием или течениями озерной же воды, но отнюдь не от вод притоков или подводных родников, каковые явления, несомненно, сказались бы на результатах анализов“.

Наряду с химизмом воды озера, в пользу отсутствия сколько-нибудь заметных подводных притоков говорит также вертикальное распределение температур в массе озерной воды. Данные о термике Севана имеются в работе Маркова (3), Фортунатова и Инясевского (25), частично у Давыдова (26).

Большое количество фактического наблюдательного материала говорит с достаточной убедительностью о том, что термика водной массы озера является прямой функцией метеорологической обстановки. В воде озера нигде не обнаружено никаких отклонений от совершенно закономерного вертикального распределения температуры, обусловленного временем года и инсоляцией. Отсылая за деталями к названным работам, приведем здесь из них лишь некоторые цифровые данные:

Средняя температура воды и воздуха в Еленовке по наблюдениям в 1 ч. д.

1896, 1897, 1901—1905 гг.			1925 г.			1926 г.		
Месяцы	Вода	Воздух	Месяцы	Вода	Воздух	Месяцы	Вода	Воздух
Апрель . .	8,6°	6,0°	Апрель . .	—	—	Апрель . .	8,4°	9,2°
Май . .	13,7	9,8	Май . . .	12,3°	14,0°	Май . . .	12,3	8,9
Июнь . .	18,0	16,5	Июнь . . .	16,0	17,2	Июнь . . .	12,1	15,5
Июль . .	22,2	18,8	Июль . . .	20,3	21,6	Июль . . .	19,2	18,0
Август . .	21,9	19,9	Август . .	21,9	23,6	Август . .	21,8	21,4

Приведенные цифры превосходно рисуют закономерный и связный ход температурных изменений воздуха и воды на поверхности озера. Полная сопряженность между изменением температуры воздуха и воды для мелководной Еленовской бухты совершенно очевидна. В открытом Севане с большими глубинами, конечно, эта сопряженность затуманена, но также существует. У М. А. Фортунатова и А. Н. Иняевского находим следующие данные:

Серия проб 1 IV 26

Глубина в м .	0	10	20	30	40	50	60	70	80
t° Ц	2,8°	2,8°	2,8°	2,8°	2,8°	2,8°	2,8°	2,8°	2,8°

Серия проб 1 VIII 26

Глубина в м .	0	10	15	18	20	30	50	85
t° Ц	18,7°	17,1°	16,1°	16,1°	12,6°	7,1°	4,6°	4,6°

Наблюдается полная гомотермичность: от дна до поверхности отмечается одна и та же температура — 2,8° Ц.

„В этот период, пишут авторы, нагревание вызывает повышение плотности воды, благодаря чему только что прогретшиеся верхние слои опускаются ко дну, и конвекционные токи захватывают и перемешивают все слои от поверхности до дна“.

Итак, повидимому, ни подводного притока в озеро ключевых вод, ни фильтрации в его глубинных частях ожидать нельзя. Подземный сток озерной воды, вероятно, ограничивается лишь указанной выше величиной и захватывает поверхностный слой водоема. Еленовские родники, выходя-

щие по левому берегу р. Занга и питающиеся водой озера, которая проходит через трещины андезитобазальтовой гряды, имеют колеблющийся дебит в зависимости от высоты уровня озера (21).

О ГИДРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ВОД БАССЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН

Как можно было заметить уже по приведенным выше частичным полевым анализам, грунтовые воды, питающие оз. Севан, отличаются весьма слабой минерализацией. Это в особенности относится к водам, выходящим из андезитобазальтовых лав и шлаков, а также к тем водам палеотипного рельефа, грифоны которых лежат высоко гипсометрически. Минерализация в двух названных случаях настолько слаба, что практически можно говорить об ее отсутствии и считать воды таких родников в химическом отношении аналогичными водам дождя или тающего снега. Характер минерализации, повидимому, стоит в тесной связи с химическими особенностями и во многом ими обусловленным направлением выветривания тех пород, по которым циркулируют подземные воды. Избегая загромождения, здесь не приводятся анализы пород. Они имеются в работах: 12, 13, 14, 15 и др. Слабость минерализации подземных вод указывает также на быстроту движения их по породам.

Все сказанное относится к водам, циркулирующим в коренных породах. Минерализация же вод, содержащихся в делювиально-аллювиальных наносах Мазринской долины или в своеобразной толще осадков низовой части бассейна р. Кварчай (район Н.-Баязета и с. Норадуз), весьма значительна и резко отлична от химизма грунтовых вод коренных, скального типа пород. Для примера приведем ряд анализов вод из различных пород. Отсутствуют лишь полные анализы вод известняках и габбровых (табл. 19). Приведенные анализы обнаруживают резкое химическое различие вод, циркулирующих по коренным породам, от вод, содержащихся в наносах. О вторых скажем дальше. Что же касается вод коренных грунтов, то они обладают: 1) большим содержанием SiO_2 , 2) значительным количеством CO_2 , 3) преобладанием окиси Na над окисью K, 4) преобладанием извести над магнием и 5) абсолютно небольшим количеством последней, кроме вод из туфопесков.

Чтобы получить удобный критерий для суждения о количественном содержании тех или других солей в водном растворе, перечислим весовые количества ионов анализов на реактивные ценности и их процентные соотношения (табл. 20, 21). Речки, которые питаются этими грунтовыми водами, представляют обычно небольшие потоки, достигая всего нескольких километров длины. Краткость путей, быстрота движения, непроницаемость

	Родн. № 137, с. Кырх-булак (анд.-баз.)	Родн. № 380, Гю- ней (туфогены)	Родн. № 381, Гю- ней (туфогены, частью туфобрек- ции)	Кол. № 125, с. Б. Маэра (делю- вий)	Кол. № 350, Н.-Байзет (туфо- пески)	Кол. № 348, с. Но- радуз (делювий с пеплом)	Кол. № 348а, при- стань Норадуз (де- лювий) с пеплом; на берегу озера)	Кол. № 133, с. Ба- сартечар (делю- вий)	Кол. № 129, с. Ба- сартечар (делювий)	Родн. Гедак-булак (Короткий) (анд.-баз.)
Плотн. ост. при 105—110°	86,0	138,0	136,0	484,0	209,5	2070,0	698,5	472,5	1255,0	128,0
Жесткость в нем. град.	2,06°	4,75°	5,26°	20,92°	6,74°	53,7°	23,8°	15,87°	50,1°	2,8°
Cl	2,6	2,8	2,4	32,0	13,2	480,3	125,4	51,50	260,2	2,1
SO ₃	4,6	2,9	3,6	22,6	10,6	180,8	21,9	39,4	158,1	6,7
N ₂ O ₅	2,3	7,5	11,3	6,3	8,2	283,4	16,4	62,7	69,5	1,05
N ₂ O ₃	—	—	—	2,26	0,08	0,08	0,11	0,05	Следм	Неб. след.
P ₂ O ₅	0,25	0,11	0,09	0,26	0,23	0,64	0,42	0,365	0,14	0,15
CO ₂ общ.	33,3	83,7	79,7	303,3	112,3	410,2	347,4	129,2	329,3	44,0
CO ₂ гидр.	26,6	74,5	72,2	261,5	82,9	395,0	334,8	106,9	303,9	32,6
CO ₂ своб.	6,7	9,2	7,5	41,8	29,4	45,2	12,6	22,3	25,4	11,4
SiO ₂ общ.	30,5	17,6	18,0	34,0	44,5	43,5	26,5	37,0	50,0	31,0
SiO ₂ связ.	4,7	5,2	6,3	14,7	11,0	9,9	8,5	11,7	6,1	23,8
SiO ₂ своб.	25,8	12,4	11,7	19,3	33,5	33,6	18,0	25,3	43,9	7,2
K ₂ O	3,4	2,7	2,3	11,8	7,7	224,7	29,6	12,0	11,6	4,0
Na ₂ O	6,6	14,7	10,7	19,8	19,2	272,5	102,4	19,1	57,2	8,0
CaO	12,6	33,8	41,0	126,0	42,5	205,2	66,5	128,0	398,0	19,0
MgO	5,7	9,8	8,3	59,4	17,8	236,7	122,5	21,9	73,6	6,4
Окисл. в O ₂	0,9	—	—	18,4	2,8	4,1	2,6	1,9	3,4	0,5
Щ. Р. 0,1 NHCl куб. см в 1 л	7,6	18,7	18,5	66,8	22,5	93,3	78,9	28,2	71,1	9,8
pH	7,22	7,48	7,56	7,37	7,05	7,95	7,96	7,27	7,61	—
NH ₃	—	—	—	1,37	Следы	0,06	0,04	—	—	—
H ₂ S общ.	—	—	—	10,1	—	—	—	—	—	—
H ₂ S связ.	—	—	—	4,2	—	—	—	—	—	—

Таблица 20

	Родн. № 137		Родн. № 380		Родн. № 381		Кол. № 125		Кол. № 350		Кол. № 348		Кол. № 348а		Кол. № 135		Кол. № 129	
	RV	%	RV	%	RV	%	RV	%	RV	%	RV	%	RV	%	RV	%	RV	%
Cl	0,0789	3,91	0,0790	1,8024	0,0677	1,509	0,9024	5,392	0,3722	5,93	13,5445	20,7547	3,5363	14,3344	1,4523	11,195	7,3376	18,515
SO ₄	0,1144	5,66	0,0728	1,6632	0,0894	1,993	0,5637	3,368	0,2642	4,21	4,5115	6,9131	0,5408	2,1921	0,9838	7,584	3,9458	9,957
NO ₃	0,0419	2,07	0,1417	3,2329	0,2097	4,675	0,1159	0,694	0,2125	3,38	5,2373	8,0253	0,3027	1,2270	1,1592	8,935	1,2848	3,242
NO ₂	—	—	—	—	—	—	0,0595	0,356	0,0022	0,03	0,0022	0,0035	0,0028	0,0113	0,0013	0,010	—	—
HPO ₄	0,0071	0,35	0,0032	0,0730	0,0025	0,055	0,0073	0,044	0,0079	0,12	0,0181	0,0277	0,0119	0,0449	0,0102	0,079	0,0040	0,010
HCO ₃	0,6052	29,93	1,6941	38,6539	1,6416	36,595	5,9450	35,515	1,8680	29,74	8,9806	13,7613	7,6129	30,8589	2,4305	19,734	6,9093	17,435
SiO ₃	0,1559	7,71	0,1729	3,9448	0,2096	4,672	0,4873	2,912	0,3642	5,80	0,3275	0,5018	0,2830	1,1471	0,3878	2,989	0,2017	0,509
Σ	1,0034	49,63	2,1637	49,37	2,2205	49,499	—	—	3,0912	49,21	32,6217	49,9874	12,2904	49,8157	6,4251	49,53	19,6832	49,668
K	0,0717	3,54	0,0573	1,3073	0,0486	1,083	0,2509	1,500	0,1638	2,608	4,7744	7,3160	0,6298	2,5529	0,2560	1,973	0,2458	0,620
Na	0,2131	10,54	0,4742	10,8191	0,3437	7,662	0,6395	3,821	0,6178	9,837	8,7957	13,4779	3,3060	13,4009	0,6177	4,761	1,8444	4,654
Ca	0,4541	22,46	1,2026	27,4355	1,4621	32,594	4,4960	26,859	1,5170	24,156	7,3203	11,2171	2,3700	9,6068	4,5658	35,195	14,1966	35,821
Mg	0,2795	13,83	0,4850	11,0655	0,4110	9,162	2,9428	17,576	0,8795	14,005	11,7382	17,9868	6,0746	24,6234	1,0850	8,364	3,6497	9,209
	—	—	—	—	—	—	0,0803	0,481	0,0005	0,008	0,0039	0,0059	0,0022	0,0089	0,0233	0,179	0,0111	0,028
	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0111	0,176	0,0057	0,0087	—	—	—	—	—	—
Σ	1,0184	50,37	2,2191	50,63	2,2654	50,501	8,4095	50,24	3,1897	50,790	32,6382	50,0124	12,3826	50,1929	6,5478	50,47	19,9476	50,332

	Родн. № 137	Родн. № 380	Родн. № 381	Кол. № 125	Кол. № 350	Кол. № 348	Кол. № 348а	Кол. № 133	Кол. № 129
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Сильных кислот	11,64	6,70	8,177	9,454	13,52	35,6931	17,7535	27,714	31,714
Слабых „	37,99	42,67	41,322	40,301	35,69	14,2943	32,0622	21,812	17,954
Поправка	+ 0,37	+ 0,63	+ 0,501	+ 0,24	+ 0,79	+ 0,0124	+ 0,19	+ 0,47	+ 0,332
Σ	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Щелочей	14,08	12,13	8,745	5,321	12,445	20,7939	15,9538	6,734	5,274
Щел.-зем.	36,29	38,50	41,756	45,435	38,161	29,2039	34,2302	43,559	45,030
Слабых основ.	—	—	—	0,481	0,184	0,0146	0,0089	0,179	0,028
Поправка	— 0,37	— 0,63	— 0,501	— 0,24	— 0,79	— 0,0124	— 0,19	— 0,47	— 0,332
Σ	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Кислотность									
I	23,28	13,40	16,354	10,642	24,890	41,5878	31,90	13,468	10,548
II	—	—	—	8,266	2,150	29,7984	3,60	41,960	52,880
III	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Щелочность									
I	4,88	10,86	1,136	—	—	—	—	—	—
II	71,84	75,74	82,510	80,124	72,592	28,5846	64,48	44,218	36,516
III	—	—	—	0,962	0,368	0,0292	0,02	0,358	0,056
Класс воды	I	I	I, приближается к II	III	III, весьма при- ближается к II	III	III	III	III

пород и их большая стойкость растворяющему действию воды вполне объясняют слабую минерализацию, которой характеризуются речные воды. Выйдя из грунта с весьма небольшим количеством растворенных веществ, воды, пробежав весь путь речной долины до устья, практически ничего не прибавляют к своему первичному химизму.

Сказанное прекрасно иллюстрируют многочисленные анализы вод притоков оз. Севан, произведенные в химической лаборатории Севанским бюро гидрометеорологических исследований и напечатанные в № 7 Бюллетеня Бюро (27). Отсылая читателя к первоисточнику, мы приведем здесь из него лишь результаты анализа воды нескольких рек, по возможности выбрав их так, чтобы они протекали в различных морфологических районах и получали грунтовые воды из разных пород (табл. 22 и 23).

Для более быстрого обзора химической сущности родников и речных вод бассейна оз. Севан представим химические анализы некоторых из них графически (табл. III). Преувеличенное содержание азотистых соединений в колодцах 348 и 348а возможно связано с известным загрязнением, обычно наблюдаемым в населенных местах.

Итак, оз. Севан получает большинство грунтовых вод почти исключительно I класса, т. е. щелочных. То же приносят в большинстве случаев и реки. Естественно, что основной химизм озера должен характеризоваться радикалами, содержащимися в грунтовых и поверхностных водах, питающих его. Средний анализ, приводимый С. Я. Лятти (24) из 17 анализов севанской воды, подтверждает сказанное (табл. 24, 25).

Таким образом, господствующим катионом в озерной воде является Mg (22,6%), за ним Na (16,5%), Ca (8,3%), K (2,7%), наконец Fe + Al (0,07%). Господствующим анионом оказывается HCO_3 (33,4%), далее Cl (8,6%), ион CO_3 (5,9%), SO_4 (1,7%), HPO_4 (0,1%).

В общем вода относится к I классу, т. е. она щелочная, только сильно концентрированная по сравнению с водами питающих озеро андезитобазальтовых источников. Кроме концентрации, вода Севана поражает большим содержанием магния, в 2,7 раза превышающего количество кальция. Вследствие отсутствия пока всех данных для возможности объяснения генезиса химического своеобразия воды оз. Севан, обращаем внимание на следующие наши, пока тоже малочисленные, наблюдения. Анализы грунтовых вод, содержащихся в аллювиально-делювиальных образованиях Мазринской долины, определенно показывают (см. анализы родн. № 19, кол. № 9 и № 11) на увеличение минерализации по пути возможного передвижения этих вод от питающих андезитобазальтовых родников к берегу озера. Замечательно, что наблюдается абсолютный рост содержания магния. Подобное же явление имеется и в грунтовых водах района Н.-Баязета и с. Норадуз, а также в родниках Еленовской

Таблица 22

	Р. Балык-чай у устья (туфогены, порфириты) 24 X 28	Р. Тохлуджа у устья (ту- фогены, порфириты) 25 X 28	Р. Сатанахач выше селе- ния (габбро, змеевики, известняки) 4 XII 28	Р. Бахтач-чай у устья (андезито- базальты) 21 I 29	Р. Кявар-чай у с. Норадуз (андезито- базальты) 16 XII 28					
Плотн. ост. при 110°	129,2	• 293,6	171,4	88,0	186,80					
Жесткость в нем. град.	4,5°	11,50°	7,9°	1,9°	5,1°					
Cl	4,1	7,8	1,8	2,6	10,8					
SO ₃	4,8	8,7	12,2	1,8	7,2					
N ₂ O ₅	1,8	14,2	1,47	0,6	2,2					
N ₂ O ₃	Следы	0,02	0	Следы	0,01					
NH ₃	0	0	0,2	0	0					
P ₂ O ₅	0,10	0,09	0,02	0,25	0,60					
CO ₂ общ.	80,1	187,70	116,5	43,1	87,90					
CO ₂ гидр.	80,1	187,70	112,3	33,4	82,60					
CO ₂ своб.	0	0	4,2	9,7	5,3					
SiO ₂ общ.	13,6	22,4	11,6	23,6	42,4					
SiO ₂ своб.	13,6	19,1	8,3	23,6	40,6					
SiO ₂ связ.	0	3,3	3,3	0	1,8					
K ₂ O	2,3	7,7	3,3	2,5	4,9					
Na ₂ O	10,9	24,9	7,6	5,5	20,5					
CaO	34,6	86,1	54,2	11,0	25,4					
MgO	7,6	20,2	17,7	5,8	17,7					
Fe ₂ O ₃	0,60	0,60	0,07	0,15	0,09					
Al ₂ O ₃	0,47	0,09	0,13	0,10	0,2					
Окисл. в O ₂	1,0	1,5	1,0	0,6	0,8					
Щ. Р. HCl	18,2	43,7	26,6	7,6	19,4					
0,1 N куб. см в 1 л										
	RV	%	RV	%	RV	%	RV	%	RV	%
Cl	0,1156	2,78	0,2199	2,16	0,0507	0,81	0,0733	4,06	0,3046	6,06
SO ₃	0,1200	2,89	0,2175	2,14	0,3050	4,91	0,0450	2,49	0,1800	3,58
NO ₃	0,0331	0,79	0,2624	2,59	0,0271	0,44	0,0111	0,61	0,0406	0,81
NO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PO ₄	0,0042	0,10	0,0038	0,04	0,0008	0,01	0,0011	0,06	0,0253	0,51
HCO ₃	1,8212	43,83	4,2676	42,04	2,5631	41,23	0,7593	42,03	1,8580	36,91
SiO ₃	—	—	0,1094	1,08	0,1094	1,76	—	—	0,0595	1,18
		50,39		50,05		49,16		49,25		49,05
K	0,0488	1,17	0,1637	1,612	0,0701	1,13	0,531	2,95	0,1041	2,07
Na	0,3518	8,47	0,8080	7,959	0,2454	3,95	0,1726	9,56	0,6612	13,13
Ca	1,2339	29,70	3,0704	30,244	1,9577	31,49	0,3923	21,68	0,9083	18,04
Mg	0,3764	9,06	1,0015	9,870	0,8771	14,11	0,2875	15,92	0,8771	17,42
Fe	0,0225	0,54	0,0225	0,220	0,0026	0,04	0,0056	0,31	0,0033	0,06
Al	0,0277	0,67	0,0053	0,05	0,0076	0,12	0,0059	0,33	0,0117	0,23
		49,61		49,95		50,84		50,75		50,95

Таблица 23

	Р. Балык-чай у устья (туфогены, порфи- риты) 24 X 28	Р. Тохлуджа у устья (туфогены, порфи- риты) 25 X 28	Р. Сатанахач выше селения (габбро, змеевики, изве- стняки) 4 XII 28	Р. Бахтач-чай у устья (андезитобазальты) 2 I 29	Р. Кявар-чай у с. Но- радуз (анд.-баз.; туфопески) 16 XII 28
	‰	‰	‰	‰	‰
Сильных кислот	3,57	4,75	1,25	4,67	6,87
Слабых „	46,82	45,30	47,91	44,58	42,18
Поправка	— 0,39	— 0,05	+ 0,84	+ 0,75	+ 0,95
Σ	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Щелочей	9,64	9,57	5,08	12,51	15,20
Щел.-зем.	38,76	40,114	45,60	37,60	35,46
Слабых основ.	1,21	0,27	0,16	0,64	0,29
Поправка	+ 0,39	+ 0,05	— 0,84	— 0,75	— 0,95
Σ	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Кислотность					
I	7,14	9,50	2,50	9,34	13,74
II	—	—	—	—	—
III	—	—	—	—	—
Щелочность					
I	12,14	9,64	7,66	15,68	16,66
II	77,52	80,22	89,52	73,70	69,02
III	3,20	0,64	0,32	1,28	0,58
Класс воды	I	I	I	I	I

Таблица 24

	Миллиграммов на 1 л	И о н ы	Миллиграммов на 1 л
Плотн. ост. при 110°	551,8		
Жестк. в нем. град.	17,7°		
K ₂ O	25,8	K	21,4
Na ₂ O	104,2	Na	77,3
CaO	47,4	Ca	33,9
MgO	92,0	Mg	55,9
Fe ₂ O ₃	0,1	Fe	0,07
Al ₂ O ₃	0,2	Al	0,1
Cl	62,3	Cl	62,3
SO ₃	12,4	SO ₄	16,9
P ₂ O ₅	0,73	HPO ₄	0,99
CO ₂ общ.	325,6	HCO ₃	414,7
CO ₂ гидр.	299,2	GO ₃	36,0
CO ₂ своб.	26,4		
SiO ₂	3,2		
Окисл. O ₂	2,1		
Щ. Р. HCl 0,1 N куб. см в 1 л	80,0		

гряды и прибрежной полосы от с. Эффендикянд до с. Н. Адиаман, где под лавовым покровом вскрываются черные слоистые туфопески.

Вообще в отношении количеств Ca и Mg подземные воды Севанских побережий заметно различаются: 1) от с. Эффендикянд до с. Н. Адиаман воды содержат значительное количество магнeзии; 2) от с. Н. Адиаман в Южногокчинском и Мазринском районах $\frac{CaO}{MgO} = 2,5-3$; 3) в Шахдагском районе $\frac{CaO}{MgO} = 4-5$. Повидимому, замагнeзивание подземных вод надо поставить в связь с молодыми туфогенами западного побережья. Отсюда известное количество магния вносится в оз. Севан, но в тоже время приходится допустить, что в известной мере особенности солевого

Таблица 25

	Милли- граммы	RV	%		Милли- граммы	RV	%
K	21,4	0,548	2,693	Cl	62,3	1,757	8,641
Na	77,3	3,364	16,536	SO ₄	16,9	0,352	1,734
Ca	33,9	1,692	8,316	HPO ₄	0,99	0,021	0,102
Mg	55,9	4,595	22,587	HCO ₃	414,7	6,801	32,431
Fe	0,07	0,003	0,014	CO ₃	36,0	1,199	5,893
Al	0,1	0,011	0,053				
Σ	188,67	10,213	50,199	Σ	530,89	10,130	49,801

	%		%	Кислотность		Щелочность	
Сильн. кисл.	10,375	Щелочей	19,289	%		%	
Слаб. кисл.	39,426	Щел.-зем.	30,903	I	20,750	I	17,708
Поправка	+ 0,199	Слаб. основ.	0,067	II	—	II	61,408
		Поправка	— 0,199	III	—	III	0,134
Σ	50,00	Σ	50,00				

состава озера обязаны химическим и биохимическим процессам, происходящим в самом озерном водоеме. К такому положению приводит сопоставление химических анализов озерной воды с водами питающих рек и родников, а также сравнения количества водной массы в озерной впадине с количеством притекающих водных масс. Речные и родниковые воды представляют собой совершенно другие растворы, чем озерная вода: масса же последней, равная приблизительно 50 куб. км, принимает речных, родниковых и дождевых вод всего один с небольшим кубокилометр. Величины, как видим, мало соизмеримые; едва ли они могут сколько нибудь заметно влиять друг на друга в отношении химизма. Опробования, произведенные на разных удалениях от берегов и вблизи речных устьев, показали удивительно однообразный химический состав озерной воды. Некоторое, вполне понятное отклонение наблюдается лишь в мелководных бухтах.

Существуют попытки высокую магниальность воды оз. Севан объяснить испарением, и для доказательства указывают на образование

„травертина“, белых корок в полосе заплеска и донных кальцитовых кристаллов. Данные анализов некоторых из этих образований таковы:

	Белые корки на камнях в % (анал. Соколов)	Грунт из кристаллов в % (анал. Арнольди)	Грунт из кристаллов в % (анал. Молева)
SiO ₂	—	1,65	1,15
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	1,16	0,66	0,70
CaO	35,34	52,02	52,73
MgO	0,81	1,59	1,55
CO ₂	56,03	43,65	41,79
Потеря при прок.	2,98	—	2,01
Нераствор. ост.	3,80	—	—
Всего	100,12	100,18	99,3

Интересно сопоставление с севанской водой оз. Гилли, расположенного в юговосточном углу Севана и в западной части обширной Мазринской низины. Автору известны две работы, целиком посвященные данному водоему, О. М. Зедельмейер (28) и М. С. Киреевой (29). Интересующие нас черты оз. Гилли находим в последней работе.

Высота оз. Гилли над уровнем моря отвечает отметке оз. Севан. Гилли имеет в ширину около 3,5 км и протоком до 15 м шириной соединяется с оз. Севан, неся в него свои воды. Наибольшая глубина Гилли достигает 2 м; дно, по данным М. С. Киреевой, очень однообразно: у берега глубины с 0,5 м постепенно падают до 2 м. Дно покрыто мощным слоем темносерого ила с запахом сероводорода. В иле обнаруживаются микроскопические полуразрушенные растительные остатки и огромное количество диатоме.

Пользуясь данными М. С. Киреевой, можно составить следующую табличку, сравнительно характеризующую Гилли и Севан в отношении некоторых физико-химических факторов:

	Оз. Гилли	Оз. Севан
	Миллиграммов на 1 л	
Плотн. остаток	147,2 (потеря при прокалив. 33,6)	551,8
CaO	51,6	47,4
MgO	12,0	92,0
Fe ₂ O ₃	0,9	0,1
Al ₂ O ₃	3,3	0,2
Cl	Следы	62,3
SO ₃	5,1	12,4
P ₂ O ₅	0,021	0,73
SiO ₂	13,6	3,2
Жестк. в нем. град.	6,8°	17,7°
Окисляемость	4,41	2,1

Озеро Гилли получает воду от впадающих в него речек Мазринского района и, очевидно, представляет другой и самостоятельный от Севана водный организм, являясь типичным примером проточного водоема.

Работами Закавказской экспедиции Академии Наук (31, 32) установлено наличие в бассейне Севана нескольких минеральных источников. Они отмечаются в районе Н.-Баязета и в бассейне р. Айриджа. Все это слабо минерализованные воды с нормальной температурой. Едва ли они могут иметь большое практическое значение. Интерес их заключается в повышенном содержании магнезии. Самое существование этих минерализованных источников, вероятно, связано с трещинами, возникшими вследствие тех сбросовых дислокаций, которые сопутствовали и следовали движениям глыб всего Армянского нагорья (33). Физико-химические же особенности данных источников могут найти объяснение в том, что до выхода на дневную поверхность эти глубокие воды вступают в связь с простыми грунтовыми водами и перемешиваются с ними.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя все вышеизложенное, мы приходим к следующим заключениям.

1) Грунтовое питание играет совершенно определенную и значительную роль в водном балансе оз. Севан.

2) Главная масса грунтовых вод подается с андезитобазальтовых покровов области кайнотипного рельефа.

3) Выясняется ряд определенных закономерностей для грунтовых вод: а) термическая, б) химическая, в) гипсометрическая.

4) Выясняется также количество грунтовых вод, подаваемых в озеро.

5) Все стекающие в Севан грунтовые воды коренных пород, обладают минимальной минерализацией и являются идеальными по химической чистоте подземными водами. Они вносят в озеро щелочи, избыток углекислоты и кремнекислоту.

6) Грунтовые воды, вмещенные в наносные породы Мазринской и Баязетской равнин, отличаются высокой минерализацией, причем в них почти отсутствует кремнекислота, из щелочей — натрий, как и в коренных водах, доминирует над калием, а из щелочных земель — кальций над магнием. Последняя закономерность нарушается в колодцах Норадуза и Норадузского мыса, в которых замечаются химические особенности озерной воды, т. е. большее количество Mg, чем Ca. Это — результат частичного внедрения озерных вод; однако оно ограничено площадью мыса, прибрежной полосой: все наблюдения в Мазринской и Новобаязетской равнинах приводят к согласным данным о направлении потока грунтовых вод к озеру, о подпоре водной массой последнего грунтовых вод, о предозерной депрессии их и о росте минерализации их по мере передвижения с материка к озеру. Замагничивание грунтовых вод удается наблюдать в прибрежной полосе от с. Эффендикянд до с. Н. Адияман. Здесь над андезитобазальтом прослеживаются черные слоистые туфопески.

7) Несомненная фильтрация озерной воды наблюдается через андезитобазальтовую еленовскую гряду в р. Занга; в остальном побережьи Ордаклинско-Еленовской равнины принимаем фильтрацию без указания ее путей. Размер всей инфильтрующейся воды не больше 1,5 куб. м в 1 сек.

8) Фильтрация озерной воды в бассейн Куры и в депрессивную область Тертера отсутствует.

9) Водные свойства грунтов материковой части бассейна крайне ограничены в отношении водоемкости и водопроводности. Особняком стоят андезитобазальты и делювиально-аллювиальные массы: эти две группы грунтов являются превосходными собирателями-накопителями и хранителями вод. Андезитобазальты обладают названным водным свойством вследствие огромной трещиноватости, делювиально-аллювиальные массы вследствие грубости слагающего их обломочного материала.

10) Пути передвижения андезитобазальтовых вод являются трещины, главным же образом лавовое ложе, представляющее собой водупорный грунт с выработанным палеотипным рельефом, обращенным стоком к оз. Севан.

11) Андезитобазальтовый покров „унаследовал“ все формы подлавового палеотипного рельефа и отражает его нередко в деталях.

12) Выяснение этого обстоятельства позволило на обширных площадях, закрытых лавовыми полями и часто гидрогеологически немых, обнаружить бассейн грунтового питания оз. Севан. Этот бассейн почти точно совпал с бассейном поверхностного стока, с бассейном топографическим. Однако, пока еще не удалось выяснить водораздельную линию в районе оз. Б. и М. Ала-гель. Принадлежат ли эти озера и все высокое Алагельское плато (площадь около 95 кв. км) бассейну оз. Севан? Существуют данные, могущие склонять к положительному ответу на этот вопрос. Воды оз. Ала-гель пресные, несмотря на отсутствие видимого стока из него. Химический анализ воды оз. Ала-гель, любезно предоставленный мне М. А. Фортунатовым, таков:

	Миллиграммов на 1 л
Плотн. ост. при 110°	32,06
CaO	6,40
MgO	1,40
Fe ₂ O ₃	0,07
Al ₂ O ₃	0,02
Cl	1,10
SO ₃	2,40
CO ₂ общ.	17,30
SiO ₂	4,00
Жестк. в нем. град.	0,80°
Окисляемость	4,42
РН	7,20

Это состав, — обычный для проточных водоемов. Поскольку Ала-гель не имеет видимого стока, приходится допускать подземный сток путем инфильтрации. Конечно, этим совершенно не решается направление фильтрации: идут ли просачивающиеся воды на северозапад в бассейн оз. Севан, или на юговосток в депрессивные области бассейна р. Аракс.

Кроме отмеченного обстоятельства, исключение оз. Ала-гель и Ала-гельского плато из Севанского бассейна делает в известной мере затруднительным понимание мощности родников Гедак-булак, Ярпузлу и Кырх-булак: исключив из области их питания алагельские площади, придется допускать высокий процент грунтового стока по андезитобазальтам. Есть возможность допускать наличие поверхностного стока из оз. Ала-гель, который может осуществляться периодически в моменты высоких паводков, используя долины, находящиеся на границе Южногочинского и Мазринского районов.

13) Все грунтовые воды Севанского бассейна являются водами первичного залегания, образовавшимися на счет атмосферных осадков и конденсации.

14) Инфильтрации осадков благоприятствуют трещиноватость пород и геологоморфологическая структура (изобилие равнинных плато на высоких отметках, обширные котлообразные расширения в верховьях рек, обращенность рельефа долин последних и т. д.).

15) Особенности выпадения атмосферных осадков сводятся к: а) росту их годового количества с гипсометрической высотой; высший градиент этого роста выражается величиной в 3,8 мм на 10 вертикальных м; б) значительному количеству твердых осадков; в) значительным, повидимому, процессам конденсации.

16) Понижение уровня оз. Севан на дебите и режиме вод коренных грунтов практически никак не отразится: а) воды палеотипного рельефа фильтруются по древним дренажным путям, не имеющим никакой связи и зависимости от современного озерного уровня; отсутствие сколь угодно значительного гидростатического горизонта в палеотипных породах ставит в совершенную независимость накопление и циркуляцию грунтовых вод от озера; б) мощные грунтовые потоки, содержащиеся в трещинах и пустотах андезитобазальтов, вырабатывают свой режим исключительно от водоколлектирующей способности этих грунтов и от установившегося климатического режима; понижение уровня озера может освободить сток тем андезитобазальтовым водам, которые подперты ныне в таких районах, как побережье Ордакля—Агкала, Мартуни—Загалу; в) заметное влияние понижения уровня скажется на грунтовых водах Мазринской и Н.-Баязет-Норадузской равнин, но это влияние будет только положительным, так как понижение уровня озера приведет к осушению заболоченных подпертыми грунтовыми водами площадей и к более быстрому движению грунтовых вод, вследствие большой кривизны их зеркала. Быстрота же инфильтрации скажется уменьшением минерализации, а, следовательно, улучшением качеств воды.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. В. Егиазаров. Озеро Гокча и связанные с ним вопросы использования водных сил и орошения. Изв. Научно-мелиор. инст., вып. 6, П., 1923, стр. 21.
2. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Предварительные соображения об использовании озера Гокча (Севан) для орошения. Басс. оз. Севан (Гокча), т. I, 1929.
3. Е. С. Марков. Озеро Гокча. Географическое описание озера, ч. I. География физическая. Главн. упр. землед. и землеустр. Отд. Зем. улучш. СПб., 1911, стр. VIII—189.
4. А. П. Сутугин. Библиография бассейна озера Гокчи (Севана). Мат. КЭИ, вып. 3, стр. 80.
5. К. Кейльбак. Подземные воды и источники. 1912.
6. M. L. Fuller. Total amount of free water in the earth's crust. Water. Sup. and Irrig. Paper, № 160.
7. С. С. Кузнецов. О некоторых геоморфологических чертах побережья оз. Севан. Изв. Акад. Наук СССР, IV, 1930.
8. Бюлл. Бюро гидром. исслед. в басс. оз. Севан, № 4—5, Эривань, 1927.
9. S. Slichter. Motions of underground water. Water Sup. and Irrig. Paper, № 67.
10. Van Hise. A treatise on metamorphism. 1896.
11. В. А. Николаев. Гидрогеологический очерк правобережья Зеравшана. Мат. по гидрогеол., вып. 8, 1926.
12. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Андезитобазальтовая формация центральной части Армении. Басс. оз. Севан (Гокча), т. I, 1929.
13. А. С. Гинзберг. Геолого-петрографическое описание северо-восточного побережья озера Гокча. Там же.
14. Б. М. Куплетский. Геолого-петрографический очерк восточной части Ахманганского вулканического плато. Там же.
15. С. С. Кузнецов. Геология северозападного побережья озера Гокча. Там же.
16. С. С. Кузнецов. Гидрогеология северозападного побережья озера Гокча. Там же.
17. А. С. Берг. Заметки об уровне некоторых озер Армянского плоскогорья. Землеведение, т. XVII, кн. 2, 1910, стр. 66—80.
18. W. Belck. Zeitschrift für Ethnologie, XXX, 1898, Verhandlungen, p. 414.
19. Гукасов. Основные черты строения Армянского нагорья.
20. А. С. Берг. Основы климатологии. ГИЗ. 1927, стр. 236—237.
21. А. П. Соколов. К вопросу о фильтрации озерной воды в Еленовском районе. Бюлл. Бюро гидром. исслед. в басс. оз. Севан, № 4, Эривань, 1928.
22. А. П. Соколов. Новые данные о фильтрации воды из оз. Севан. Бюлл. Бюро гидром. исслед. в басс. оз. Севан, № 7—8, Эривань, 1929, стр. 1—25.
23. Л. В. Арнольди. Материалы по изучению донной продуктивности озера Севана. Труды Севанской озерной станции, т. II, вып. I, Эривань, 1929, стр. 96.
24. С. Я. Лятти. Гидрохимические исследования озера Севан и его притоков. Бюлл. Бюро гидром. исслед. в басс. оз. Севан, № 7—8, Эривань, 1929, стр. 35—37.
25. М. А. Фортунатов и А. Н. Иняевский. К вопросу о вертикальном распределении температуры в Севанском озере. (Из работ Севанской озерной станции). Эривань, 1927, стр. 1—25.
26. В. К. Давыдов. Несколько замечаний о термике Севана в связи с его климатическим влиянием. Бюлл. Бюро гидром. исслед. в басс. оз. Севан, № 4, Эривань, 1928, стр. 39—42.
27. Бюлл. Бюро гидром. исслед. в басс. оз. Севан, № 7—8, Эривань, 1928, стр. 44—48.
28. О. М. Зедельмейер. Очерк растительности озера Гилли. Изв. Тифлис. Госуд. политех. инст., вып. II, 1925.
29. М. С. Киреева. Эпифитные диатомовые озера Гилли. Оттиск из т. II, вып. 3 Трудов Севанской озерной станции. Эривань, 1929, стр. 6—10.
30. А. Ф. Лайстер. К вопросу о происхождении озера Гокча. Изв. Кавк. отд. Русск. геогр. общ., т. XXI, № 4, 1912.
31. М. П. Казаков. Гидрогеологические исследования Ахманганского хребта. Бассейн оз. Севан (Гокча), т. I, 1929.
32. Рукописные материалы: а) М. П. Казаков. О гидрогеологии Южноокчинского района; б) А. А. Турцев. О гидрогеологии басс. р. Занга; в) А. С. Гинзберг. Геология Южноокчинского хребта; г) С. С. Кузнецов. О гидрогеологии Шахдагского хребта.
33. Ф. Освальд. Тектоническая история Армянского нагорья. Перев. Л. Шишкиной под ред. В. В. Богачева. Зап. Кавказ. отд. Русск. геогр. общ., 1912.

S. KUZNECOV (S. KOUSNETZOFF)

HYDROGEOLOGY OF THE BASIN OF SEVAN LAKE

SUMMARY

1) Ground alimentation plays a quite definite and considerable part in the watering balance of Sevan lake.

2) The main mass of the ground waters is received from the andesite-basaltic covers of the region of cenotypic relief.

3) A number of definite regularities is pointed out for the ground waters: a) thermal, b) chemical, c) hypsometrical.

4) The quantity of the ground waters entering the lake is stated, too.

5) All ground waters of primary rocks running down to Sevan exhibit a minimal degree of mineralization and are as to their chemical purity ideal subterranean waters. They are carrying into the lake alkalies, carbonic acid in excess and silicic acid.

6) The ground waters contained in the alluvial rocks of the Mazri and Bayazet plains are distinguished by a high rate of mineralization, silicic acid wanting almost completely, among the alkalies sodium, as in the primary waters, predominating over potassium, and of alkaline earths calcium over magnesium. The last rule is broken up in the wells of Noraduz and of the Noraduz promontory, which are exhibiting chemical properties peculiar to lake water, i. e. a higher amount of Mg than of Ca. This may be a result of infiltration of lake water, which is, however, limited within the surface of the promontory and of the littoral zone: all observations in the Mazri and the Novo-Bayazet plains lead to concordant data as to the direction of the current of ground waters towards the lake, as to the water mass of this latter sustaining the ground waters and to the increase of mineralization of same with progressing from the firm ground towards the lake.

7) Doubtless filtration of lake water is observed throught the andesite-basaltic Elenovka ridge into the Zanga river; on the remaining littoral pertaining to the Ordakly-Elenovka plain we admit a filtration, fluctuating about an amount of 1,5 c. m per sec.

8) There is no filtration of lake water into the basin of Kura river and into the depressive region of Terter.

9) The watering properties of the rocks belonging to the firm ground part of the basin are to the utmost limited with regard to capacity and conductivity of water. Quite separate a place belongs to andesite-basalts and to deluvial-alluvial masses: these two groups of rocks are excellent collectors-accumulators and preservers of waters. The andesite-basalts are endowed with the said properties thanks to their enormous cleftedness, the deluvial and alluvial masses because of the coarse character of the composing debris.

10) The ways of displacement of the andesite-basaltic waters are the clefts, but principally the lava-bed, which offers an impermeable ground with worked out paleotypic relief, directing the flow towards Sevan lake.

11) The andesite-basaltic cover has „inherited“ all the forms of the sublavial paleotypic relief and not unfrequently reproduces it down to minute peculiarities.

12) Clearing up this moment allowed to reveal on extensive surfaces covered with lava fields and mostly mute in hydrogeological respect, the basin of ground alimentation of Sevan lake: This basin almost exactly coincided with the basin of superficial flowing, i. e. with the topographical basin. We have not yet succeeded, however, in elucidating the watershed line in the region of the two lakes Ala-gel. Do these lakes and the whole of the high plateau of Ala-gel pertain to the basin of Sevan lake? There are data which may incline towards a positive answer to this question. The waters of Ala-gel lake are sweet in spite of the absence of visible flow. A chemical analysis of the water of Ala-gel lake, kindly put at our disposal by the chemist Mr. S. Latty, furnishes the following data:

Mg per 1 l water

Solid residue at 110°	32,06
CaO	6,40
MgO	1,40
Fe ₂ O ₃	0,07
Al ₂ O ₃	0,02
Cl	1,10
SO ₃	2,40
CO ₂ gen.	17,30
SiO ₂	4,00
Hardness	0,80°
Oxydability	4,42
pH	7,20

That is a composition common in basins of profluent waters. Inasmuch Ala-gel has no visible flow one is compelled to admit a subterrenean flow by way of infiltration. This of course does not resolve the question as to the direction of filtration: whether the filtrating waters run to north-west into

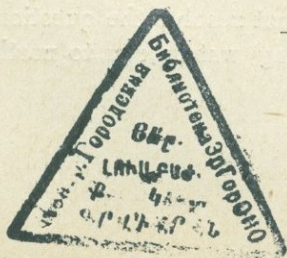
the Sevan lake basin, or to south-east towards the depressive regions of the Arax river basin. Besides the circumstance referred to, excluding Ala-gel lake and plateau from the Sevan basin renders it somewhat difficult to explain the yielding power of the wells of Gedak-bulak, Yarpuslu and Kyrkh-bulak; if we exclude the Ala-gel superficies from their sphere of alimentation, we would be contrived to admit a high rate of ground flow along the andesite-basalts.

13) The whole of the ground waters of the Sevan basin are waters of primary formation, provenient from atmospheric precipitations and from condensation.

14) The infiltration of the latter is favorized by the cleftedness of the rocks and by their geomorphological structure (abundance of plain-shaped plateaus at high levels, extensive valley-like broadenings in the upper parts of the rivers, the inverted character of relief of the valleys belonging to these latter etc.).

15) The peculiarities of downfall of the atmospheric precipitation may be reduced to: a) increase of their annual amount with hypsometric height, the highest gradient of this increase being expressed by 3,8 mm per 10 m vertical; b) apparently important processes of condensation.

16) Lowering the level of Sevan lake would not prove to be of any practical influence on rate of flowing and régime as are proper to the waters of the primary rocks: a) the waters of the paleotypic relief are filtrated along ancient lines of drainage having no connection with nor dependance from the present level of the lake; the want of any somewhat considerable hydrostatic horizon in paleotypic rocks occasionates accumulation and circulation of ground waters to be wholly independent of the lake; b) mighty ground currents existing within cliffs and voids of the andesite-basalts work out their régime exclusively upon the water collecting capacity of these rocks and upon the settled climatic régime; a lowering of the lake level only would set free the flow of the andesite-basaltic waters which are now sustained within such regions as the littorals of Ordakly — Agkala, Martuni — Zagalu; c) a sensible influence of level lowering would be experienced for the ground waters of the Mazri and the Novo-Bayazet-Noraduz plains, but such influence only will be advantageous, as lowering of the lake level will result in drying up terrains which have become marshy on account of the sustained ground waters and in an accelerated circulation of those ground waters because of the increased incurvation of their mirror. Whereas the velocity of filtration shall lead to a decrease of their mineralization and, consequently, to qualitative improvement of the water.



НОМЕРАЦИЯ РОДНИКОВ И КОЛОДЦЕВ,
ОСМОТРЕННЫХ И ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В РАБОТАХ
ЗАКАВКАЗСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ АКАДЕМИИ НАУК
в 1927, 1928, 1929 гг.



Номера по сводной карте	Номера по карте из отчета С. С. Кузнецова за 1928 г. (Гидрогеология Шах-дага)	Номера по сводной карте	Номера по карте из отчета С. С. Кузнецова за 1928 г. (Гидрогеология Шах-дага)	Номера по сводной карте	Номера по карте из отчета С. С. Кузнецова за 1928 г. (Гидрогеология Шах-дага)
1	23	25	24	49	64
2	21	26	36	50	52
3	10	27	1	51	53
4	22	28	38	52	54
5	20	29	37	53	55
6	11	30	39	54	55 а
7	18	31	30	55	55 а
8	17	32	31	56	56
9	16	33	32	57	56 а
10	15	34	33	58	57
11	14	35	35	59	58
12	13	36	49	60	61
13	19	37	34	61	62
14	6	38	40	62	63
15	9	39	41	63	59
16	8	40	42	64	60
17	5	41	41	65	72
18	4	42	43	66	65
19	12	43	46	67	69
20	3	44	45	68	70
21	27	45	48	69	71
22	28	46	47	70	67
23	29	47	50	71	68
24	25	48	51	72	66

Примечание. Буква к, стоящая у некоторых номеров, означает колодез.

(Продолжение)

Номера по сводной карте	Номера по карте из отчета С. С. Кузнецова за 1928 г. (Гидрогеология Шах-дага)	Номера по сводной карте	Номера по карте из отчета С. С. Кузнецова за 1928 г. (Гидрогеология Шах-дага)	Номера по сводной карте	Номера по отчету С. С. Кузнецова за 1929 г. (Гидрогеология Мазринского района)
73	65 а	99	102	119	33 к
74	76	100	103	120	32 к
75	73	101	105	121	31 к
76		102	104	122	29 к
77	74	103	111	123	30 к
78	75	104	106	124	27 к
79	79	105	107	125	26 к
80	78	106	108	126	25 к
81	80	107	109	127	77
82	77	108	110	128	78
83	81	109	112	129	11 к
84	85			130	10 к
85	84		Номера по отчету С. С. Кузнецова за 1929 г. (Гидрогеология Мазринского района)	131	7 к
86	82			132	6 к
87	83			133	9 к
88		110		134	15 к
89	87	111	2	135	3 к
90	88	112	1	136	12
91	89	112 а	8	137	19
92	86	113	4	138	12 а
93	86 а	114	3	139	13
94	99	115	7	140	17
95	98 а	115 а	5	141	14
96	98	116	6	142	34
97	100	117	9	143	74
98	101	118	11	144	75
			10		

(Продолжение)

Номера по сводной карте	Номера по отчету С. С. Кузнецова за 1929 г. (Гидрогеология Мазринского района)	Номера по сводной карте	Номера по отчету С. С. Кузнецова за 1929 г. (Гидрогеология Мазринского района)	Номера по сводной карте	Номера по отчету С. С. Кузнецова за 1929 г. (Гидрогеология Мазринского района)
145	16	171	67	197	37
146	15	172	66	198	38
147	18	173	64	199	39
148	23 κ	174	65	200	42
149	24 κ	175	58	201	40
150	13 κ	176	59	202	41
151	21 κ	177	56	203	43
152	20 κ	178	60	204	44
153	22 κ	179	61	205	45
154	72	180	32	206	50
155	63	181	31	207	46
156	62	182	30	208	47
157	20	183	21	209	48
158	20 а	184	28	210	49
159	19 κ	185	27	211	49 а
160	18 κ	186	21	212	51
161	17 κ	187	22	213	52
162	16 κ	188	26	214	а
163	14 κ	189	23	215	54
164		190	24	216	53
165	71	191	24 а	217	А
166		192	25	218	б
167	12 κ	193	33	219	в
168	68	194	34	220	76
169	70	195	36		
170	69	196	35		

(Продолжение)

Номера по сводной карте	Номера по отчету М. П. Казакова за 1928 г. (Гидрогеология Южногочинского района)	Номера по сводной карте	Номера по отчету М. П. Казакова за 1928 г. (Гидрогеология Южногочинского района)	Номера по сводной карте	Номера по отчету М. П. Казакова за 1928 г. (Гидрогеология Южногочинского района)
221	69	247	46	273	16
222	71	248	48	274	19
223	70	249	45	275	13
224	67	250	40	276	18
225	66	251	39	277	11
226	62	252	38	278	12
227	63	253	37	279	8
228	68	254	36	280	6
229		255	35	281	7
230	65	256	28	282	9
231	64	257	29	283	5
232	58	258	27	284	4
233	60	259	26	285	3
234	59	260	25	286	49
235	61	261	30	287	1
236	55	262	34	288	50
237	54	263	31		
238	57	264	33		
239	66	265	32		
240	51	266	23		
241		267	24	289	71
242	42	268	21	290	77
243	43	269	20	291	76
244	44	270	14	292	70
245	41	271	15	293	69
246	47	272	17	294	68

Номера по отчету
М. П. Казакова за
1927 г. (Гидрогео-
логия Ахманган-
ского района)

(Продолжение)

Номера по сводной карте	Номера по отчету М. П. Казакова за 1927 г. (Гидрогеология Ахманганского района)	Номера по сводной карте	Номера по отчету М. П. Казакова за 1927 г. (Гидрогеология Ахманганского района)	Номера по сводной карте	Номера по отчету М. П. Казакова за 1927 г. (Гидрогеология Ахманганского района)
295	67	320	33	344	12
296	60	321	34	345	11
297	61	322	36	346	14
298	66	323	35	347	10
299	65	324	31	348	Г _к
300	62	325	30	348 а	Е _к
301	63	326	29	349	2
302	64	327	49	350	III _к
303	59	328	41	351	5
304	58	329	40	352	6
305	57	330	28	353	9
306	51	331	22	354	8
307	52	332	21	355	7
308	53	333	16	356	38
309	54	334	23	357	39
310	55	335	27	358	1
311	56	336	20		Номера по отчету С. С. Кузнецова за 1927 г. (Гидрогеол. с.-з. поб. оз. Севан)
312	44	336 а	17		
313	43	337	15		
314	49	338	18	359	
315	50	338 а	19	360	5
316	48	339	26	361	4
317	45	340	25	362	3
317 а	46	341	24	363	2
318	47	342	13	364	1
319	32	343	37	*	Колодцы сел. Ордаклю-Агкала

(Продолжение)

Номера по сводной карте	Номера по отчету А. А. Турцева за 1927 г.	Номера по сводной карте	Номера по отчету С. С. Кузнецова за 1928 г. (Гидрогеология Шах-дага)	Номера по сводной карте	Номера по отчету С. С. Кузнецова за 1928 г. (Гидрогеология Шах-дага)
с 365 по 379		383	119	391	114
380	Номера по отчету С. С. Кузнецова за 1928 г. (Гидрогеология Шах-дага)	384	115 а	392	
		385	118	393	
		386	115	394	
		387		395	
		388		396	
		389		397	
		390	113	398	
	L				
	B				
	120				

4026

СИНОНИМИКА

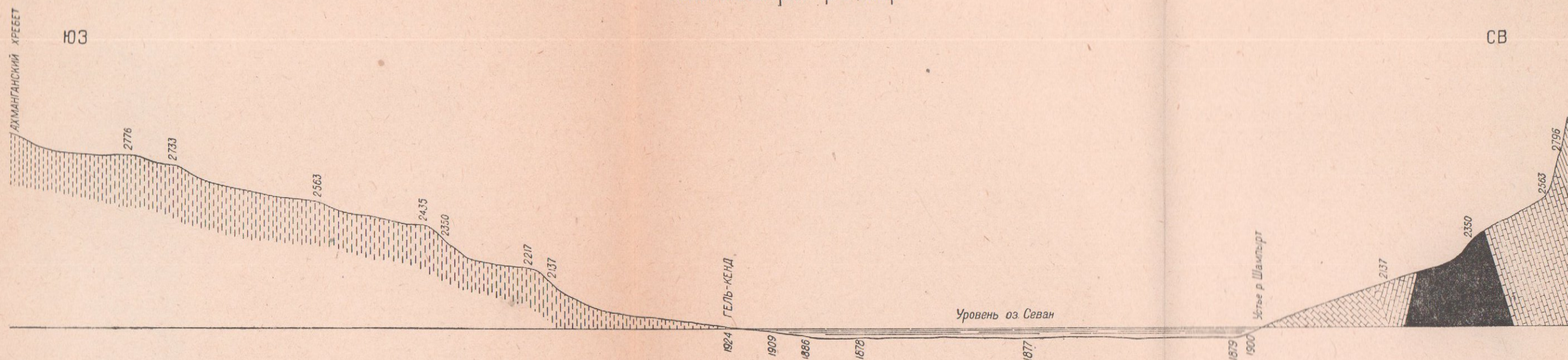
Река Западная Айриджа = Атташ

„ Средняя „ = Харасу

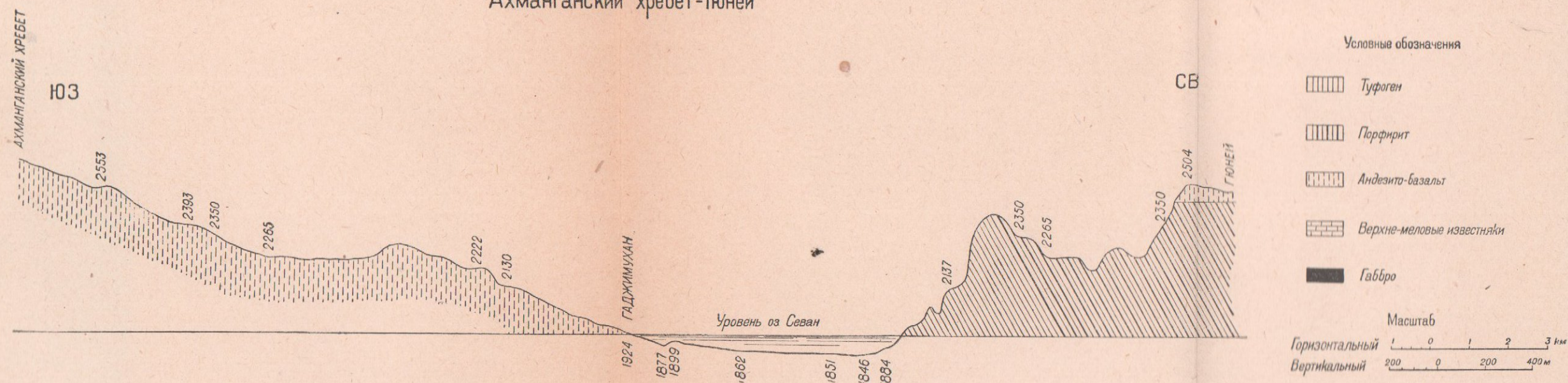
„ Восточная „ = Хартлуг

„ Ардачай „ = Агбулак

Профиль
Ахманганский хребет-р. Шампырт



Профиль
Ахманганский хребет-Гюней



Условные обозначения

- Туфоген
- Порфирит
- Андезито-базальт
- Верхне-меловые известняки
- Габбро

Масштаб

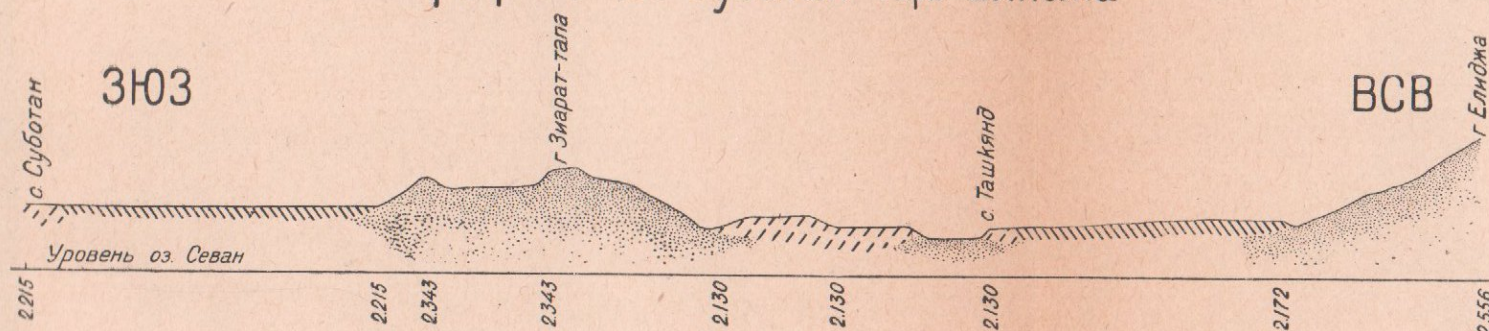
Горизонтальный 1 0 1 2 3 км
Вертикальный 200 0 200 400 м

Примечание. Незаштрихованное — ожидаемые под лавовым покровом палеотипные породы (порфириты, туфогены, известняки).

Профиль гора Дали-даг-долина р. Кейты-чай

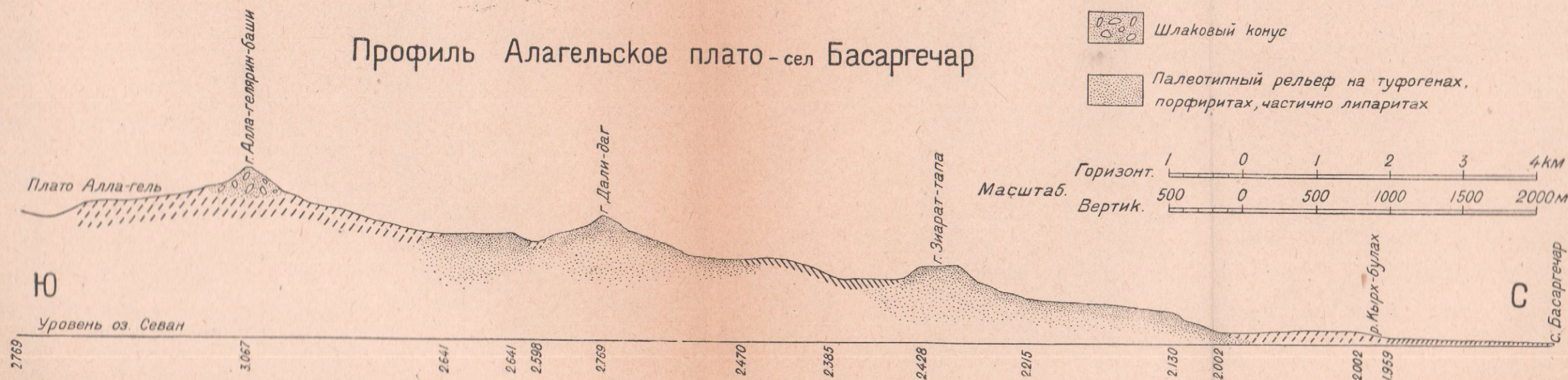


Профиль сел. Суботан - гора Елиджа



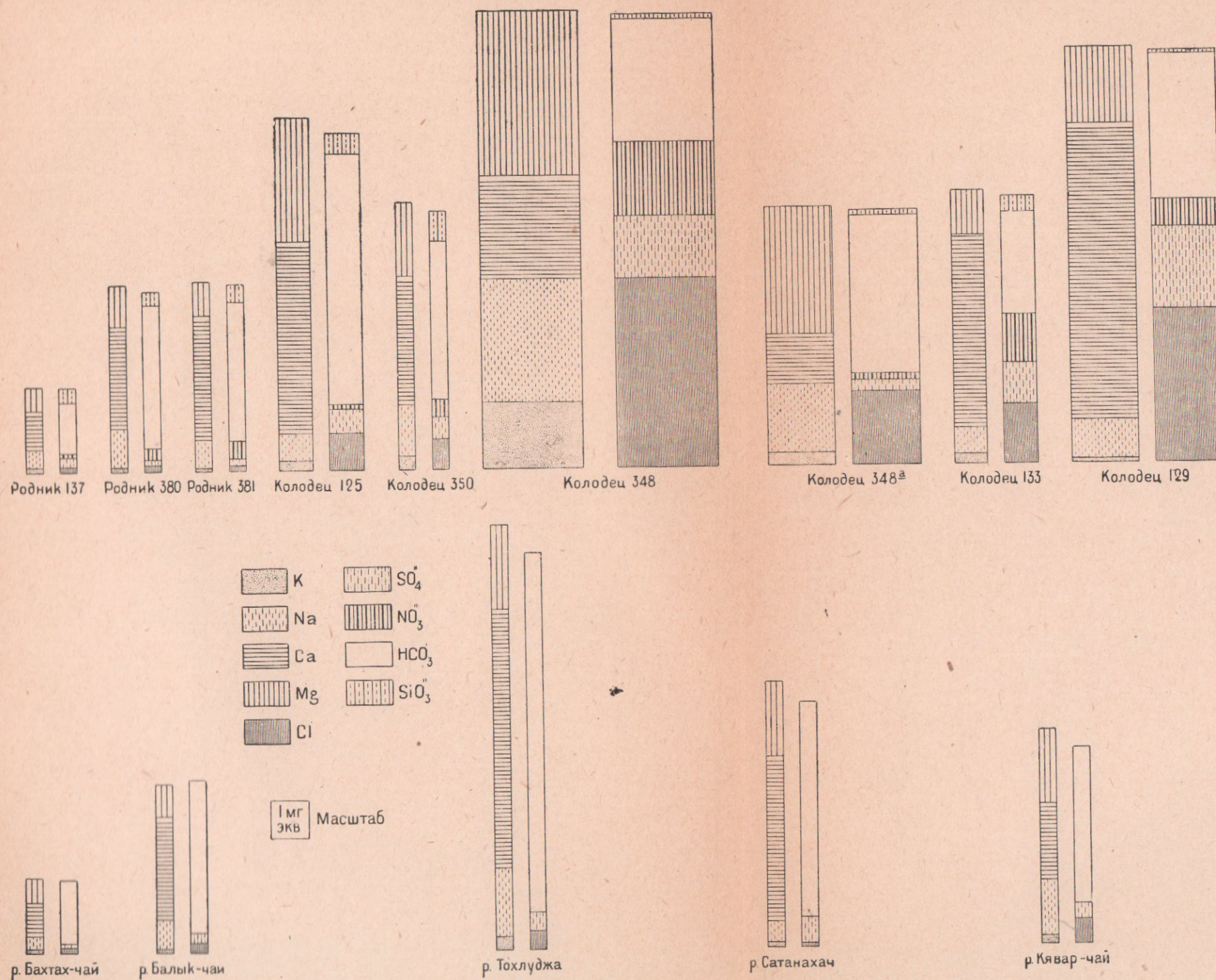
-  Делювиально-аллювиальный нанос
 -  Равнинная
 -  Бугристая
 -  Шлаковый конус
 -  Палеотипный рельеф на туфогенах, порфиритах, частично липаритах
- } Андезито-базальтовая лава

Профиль Алагельское плато - сел Басаргечар



Горизонт. 1 0 1 2 3 4 км
 Масштаб. Вертик. 500 0 500 1000 1500 2000 м

График химического состава родниковых и речных вод



Схематическая геологическая карта бассейна озера Севан

Масштаб 1:450 000

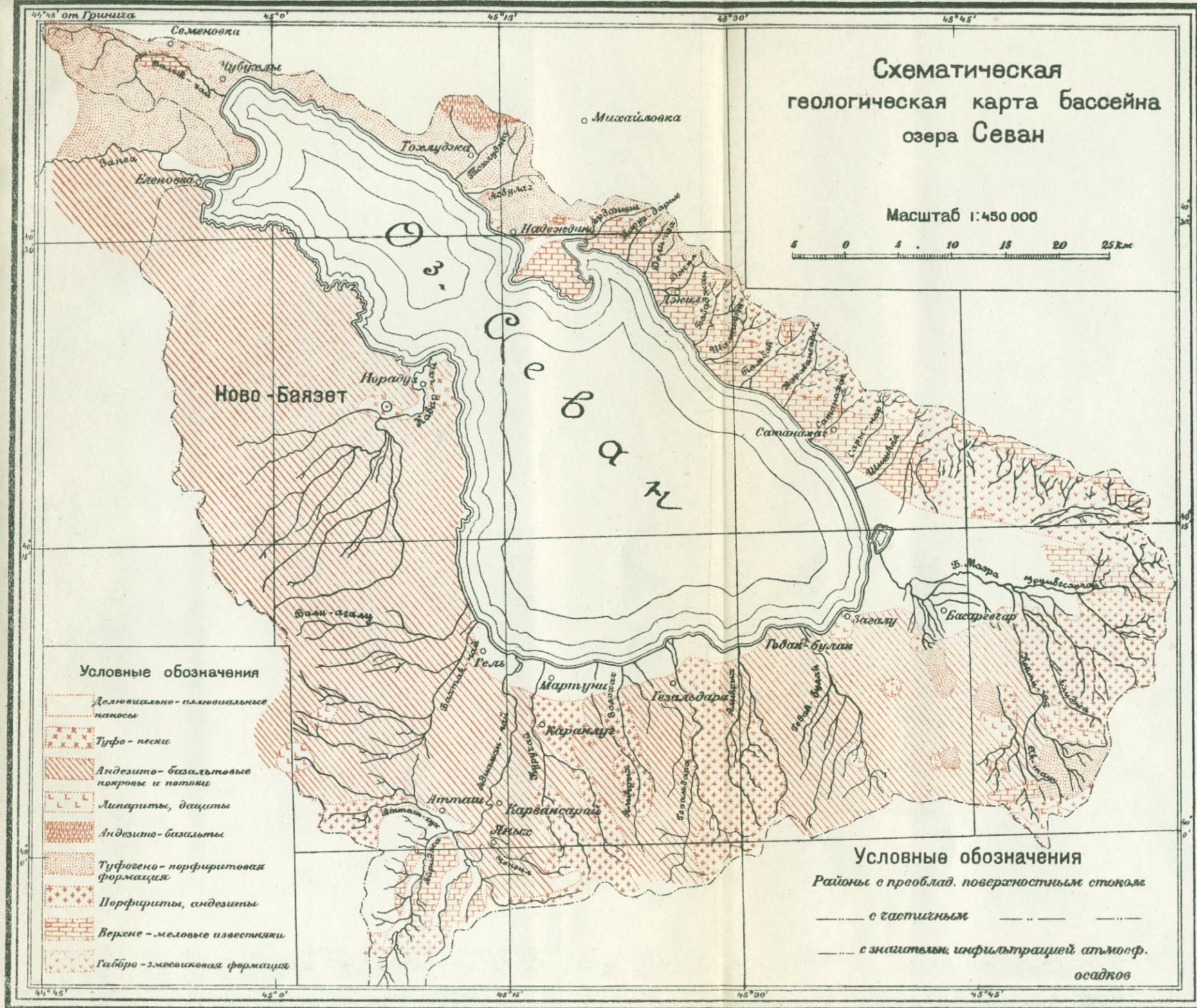
5 0 5 10 15 20 25 км

Условные обозначения

- Доломитово-палеогеновые пласты
- Туфо-пески
- Андезито-базальтовые покровы и потоки
- Липариты, дациты
- Андезито-базальты
- Туфогено-порфиритовая формация
- Порфириты, андезиты
- Верхне-меловые известняки
- Габбро-эвдоксовская формация

Условные обозначения

- Районы с преоблад. поверхностным стоком
- с густым
- с значительн. инфильтрацией атм. осадков



КАРТА водоносных пород, родников и зарегистрированных колодцев

Масштаб 1:250 000

5 0 5 10 15 20 км

Условные обозначения

-  Воды в аллювий и делювий
-  Площади без обжитых грунтовых вод
-  Воды в трещинно-сиенито-базальтах
-  Воды в туфо-песках
-  Воды в туфогенно-порфиритовой формации
-  Воды в известняках, габбро-диоритовых формациях
-  Колодезные воды в сележках "рисового берега"
-  Родники, колодцы

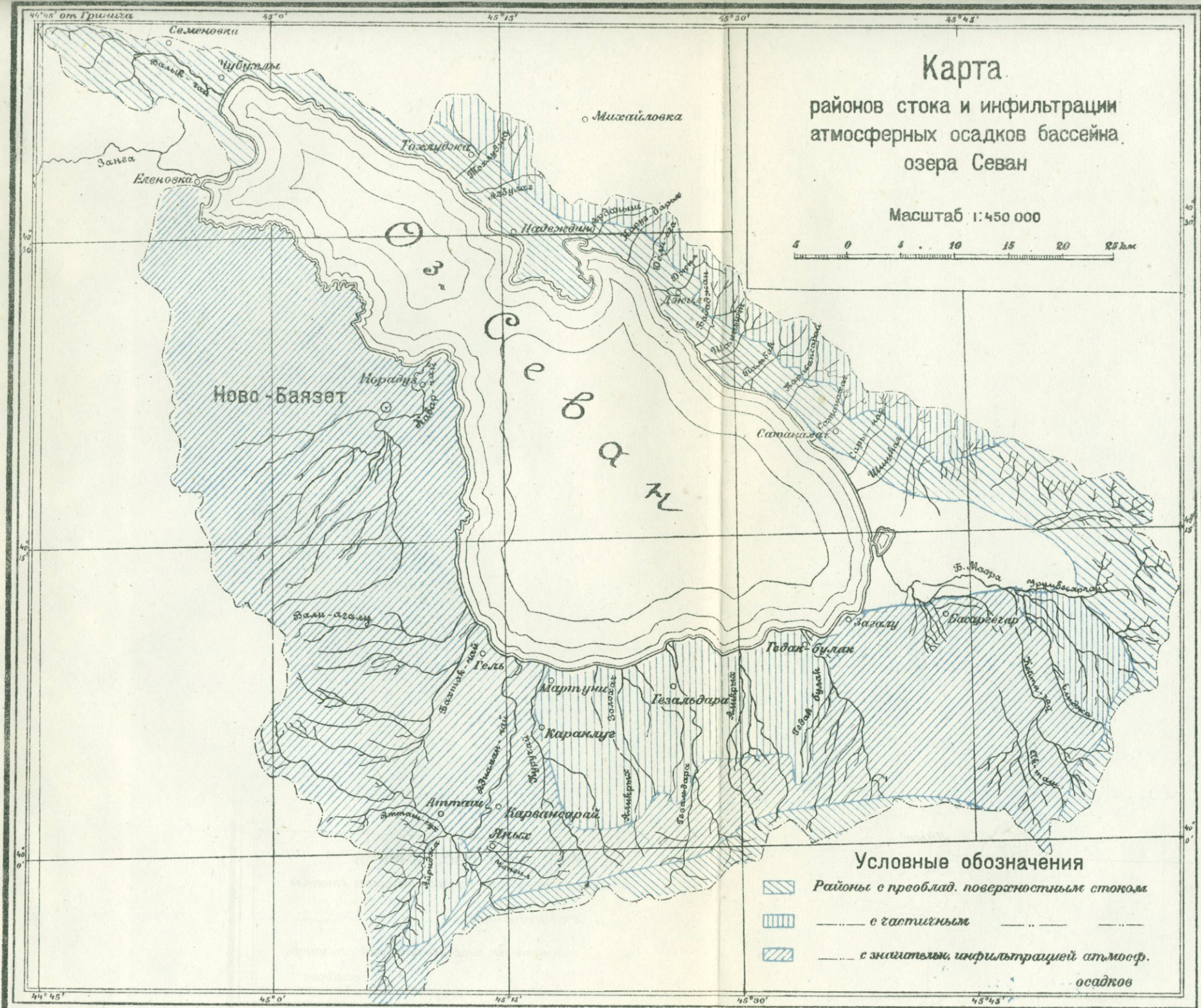
Карта районов стока и инфильтрации атмосферных осадков бассейна озера Севан

Масштаб 1:450 000

5 0 5 10 15 20 25 км

Условные обозначения

-  Районы с преоблад. поверхностным стоком
-  с частым
-  с значительн. инфильтрацией атм. осадков





S. KUZNECOV (S. KOUSNETZOFF)

HYDROGEOLOGY OF THE BASIN OF SEVAN LAKE

SUMMARY

1) Ground alimentation plays a quite definite and considerable part in the watering balance of Sevan lake.

2) The main mass of the ground waters is received from the andesite-basaltic covers of the region of cenotypic relief.

3) A number of definite regularities is pointed out for the ground waters: a) thermal, b) chemical, c) hypsometrical.

4) The quantity of the ground waters entering the lake is stated, too.

5) All ground waters of primary rocks running down to Sevan exhibit a minimal degree of mineralization and are as to their chemical purity ideal subterranean waters. They are carrying into the lake alkalies, carbonic acid in excess and silicic acid.

6) The ground waters contained in the alluvial rocks of the Mazri and Bayazet plains are distinguished by a high rate of mineralization, silicic acid wanting almost completely, among the alkalies sodium, as in the primary waters, predominating over potassium, and of alkaline earths calcium over magnesium. The last rule is broken up in the wells of Noraduz and of the Noraduz promontory, which are exhibiting chemical properties peculiar to lake water, i. e. a higher amount of Mg than of Ca. This may be a result of infiltration of lake water, which is, however, limited within the surface of the promontory and of the littoral zone: all observations in the Mazri and the Novo-Bayazet plains lead to concordant data as to the direction of the current of ground waters towards the lake, as to the water mass of this latter sustaining the ground waters and to the increase of mineralization of same with progressing from the firm ground towards the lake.

7) Doubtless filtration of lake water is observed through the andesite-basaltic Elenovka ridge into the Zanga river; on the remaining littoral pertaining to the Ordakly-Elenovka plain we admit a filtration, fluctuating about an amount of 1,5 c. m per sec.

8) There is no filtration of lake water into the basin of Kura river and into the depressive region of Terter.