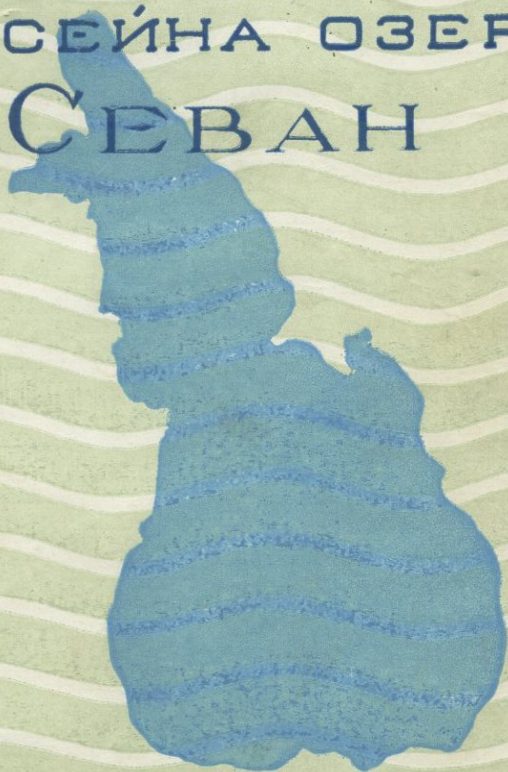


С. Г. Саркисян

ПЕТРОГРАФО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
БАССЕЙНА ОЗЕРА  
СЕВАН



Ереван

1962

С. Г. Саркисян

*Петрографско-минералогические*  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
БАССЕЙНА ОЗЕРА  
СЕВАН

Ереван — 1962

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ  
ԵՐԿՐԱՐԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Ս. Գ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ՍԵՎԸՆԸ ԼՃԻ ԵՎ ԵԶԸՆԻ  
ՊԵՏՐՈԳՐԵՓՈՎԻՆՆԵՐԸ ԼՈԳԻԿԱԿԱՆ  
ՀԵՏԵԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

С. Г. САРКИСЯН

ПЕТРОГРАФО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
БАСЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР  
ЕРЕВАН

1962



13802 16230

*Печатается по постановлению  
Редакционно-издательского совета  
Академии наук Армянской ССР*

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение условий образования современных осадков важно не только для познания жизни существующих в настоящее время водоемов, но и для восстановления палеогеографии геологического прошлого.

Большие исследования проведены в нашей стране по изучению условий осадкообразования морских, солоноватоводных озерных и отчасти пресноводных водоемов. Достаточно упомянуть общеизвестные работы А. Д. Архангельского, Н. М. Страхова, М. В. Кленовой, Д. Г. Сапожникова, В. П. Зенковича, П. Л. Безрукова и др.

Озеро Севан является удачным объектом для подобных исследований. Этот глубоководный пресноводный бассейн — один из высокогорных в Союзе. Выяснение условий формирования осадков в этом водоеме представляет большой интерес не только для Армении, столь богатой древними озерными отложениями, но и для других районов Союза.

Помимо этого, озеро Севан в отношении исследования обладает рядом преимуществ, а именно:

1. Озеро Севан окружено четко выделяющимися петрографическими комплексами, являющимися источниками питания обломочным материалом для береговых и донных осадков, так что материал, разрушаемый и переносимый в озеро Севан, доступен изучению.

2. Агенты переноса терригенного материала разнообразны — постоянные текущие водные потоки, временные потоки, ветры, сила тяжести самого обломочного материала.

3. Прибрежные отложения оз. Севан как по форме, так и в отношении вещественного состава разнообразны.

4. Донные осадки озера Севан не подвергались подробному изучению, в особенности с минералогической точки зрения.

5. В условиях Севана наиболее доступно выяснение вопроса об устойчивости отдельных минералов при переносе от источников питания до места отложения (прибрежная и долина части озера), с учетом геоморфологических и климатических условий.

6. Вследствие отступления береговой линии, осадки, бывшие ранее под водой, постепенно обнажаются, подвергаются действию прибоя и другим процессам, что влечет за собой изменение их как в морфологическом отношении, так и в отношении вещественного состава.

7. В связи со спуском воды изменяется базис эрозии рек, впадающих в озеро, а следовательно, можно предполагать углубление их русел, усиленное эродирование коренных пород, более активный перенос обломочного материала.

Решение всех указанных вопросов на общем фоне геоморфологии района, климата, гидродинамического и гидрохимического режима бассейна позволит создать картину условий современного осадкообразования в севанском водоеме.

Указанный комплекс исследований имеет важное значение для восстановления условий осадконакопления в пресноводных бассейнах геологического прошлого, широко распространенных в третичное и четвертичное время в Закавказье.

В проведении настоящей работы автор пользовался большой помощью И. Г. Гаспарян, А. А. Джафарова, Г. Б. Исаиян, Б. Я. Слободчикова. Важные указания по работе были сделаны А. К. Ананияном и Б. И. Бек-Мармарчевым.

Всем упомянутым товарищам автор приносит глубокую благодарность.

## 1. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА СЕВАН

Озеро Севан было известно уже древнегреческим географам и историкам. По мнению известного французского путешественника Сен-Мартена (1818), озеро Лихнитес (Lychnites), расположенное в средней части Армении на карте Птоломея, соответствует озеру Севан. В глубокой древности армяне называли его Гегамским. У Моисея Хоренского (1858) читаем: «в области Гехаркуник — Гегамское озеро, на котором остров Севан и гора Гех» (стр. 338). Это же название сохранено на карте Михаила Чамчянца, помещенной в его «Истории армян от начала мира до 1784 года» (1784). И. Шопен (1852) указывает, что это название было дано по имени одного из армянских царей Гайковой династии. Впоследствии оно переменялось на Гехаркуни, от округа Гехаркуни, занимавшего южный берег озера. Шарден (1723) приводит другое название, которое было дано озеру персами, — Дериа-Ширин, что значит «пресное озеро». Наряду с этим названием, по свидетельству Сен-Мартена (1818), турки и персы называют его Кукча-Дарья или Кукча-Тенгиз, т. е. «синее море». Об этом же сообщает и А. Худабашев (1859).

По мнению И. Шопена (1852), вошедшее затем во всеобщее употребление название озера Гёг-чай (синяя вода) придали ему татары. О. Grimm (1905) сообщает еще о наименовании озера — Дофа-Ширин (пресное море).

Любопытно также сообщение А. Я. Иоакимова\* (1900) относительно происхождения наименования «Гокча». Он полагает, что озеро стало называться Гокча от слова «гёкча», что означает по-татарски «красиво», а не Гёг-чай, как обычно принималось.

Нынешнее название озера Севан связывают с постройкой в 305 г. «святым» Георгом монастыря на единственном острове озера. Указав рукой на монастырь, Георг будто бы сказал: «са — э — ванк», что значит в переводе с армянского «это — монастырь» (стр. 511, Эйхвальд, 1837).

Лазурная синева одного из живописных озер Закавказья — озера Севан — издавна привлекала к себе путешественников и исследователей. Первое упоминание об озере Севан встречается у французского путешественника Шардена, посетившего берега озера в конце XVII в. (1723). Поток исследователей особенно усилился начиная с XIX в.

В течение первой половины XIX в. на берегах озера побывал целый ряд русских и иностранных путешественников: в 1814 году — Морье (1818), в 1826 г. — Эйхвальд (1837), в 1828 г. — Кун и Бароцци-де-Эльс (1829), Гурьев (1830), в 1830 г. — Шопен (1852) и Монтейт (1856), в 1834 г. — Клапрот (1834) и Дюбуа-де-Монпере (1839), в 1843 г. — М. Вагнер (1848), в 1852 г. — Нейшель и другие. В работах этих ранних исследователей можно найти хотя и неполные, но интересные сведения о породах, слагающих берега и окрестности озера, об орографии, флоре, фауне и этнографии района, указания на изменения уровня озера и т. д. Однако вплоть до 1839 г. озеро Севан оставалось совершенно неисследованным

---

\* «Однажды Ленг-Темур спросил Мелика Манучара, как велико его богатство». — «Да будет здрав хан, — ответил Мелик. — Я настолько богат, что при твоей милости в состоянии оросить льняным маслом всю Мазринскую равнину». — «Гёкча! (красиво!)» — воскликнул Темур, озирая своими зоркими глазами поля Манучара, окружавшие озеро Гокчу. «Очень хорошо (хоч гёкча) все то, что теперь перед моими глазами!» — подтвердил хан, — и с тех пор озеро Новобаязетского уезда с его окрестностями стало называться Гёкча (по русскому произношению — Гокча)». Изв. Кавк. отдела Имп. русск. геогр. о-ва, том XIII, 1900 г. Тифлис, стр. 81.

в отношении рельефа дна и донных отложений. Возможно, что серьезным препятствием для проведения подобного рода исследований служило полное отсутствие какого-либо судна на озере. Эйхвальд (1837), посетивший озеро в 1825—1826 гг., указывает, что даже для сообщения с островом Севан лодок не было, а попасть на остров можно было на «плоту, состоящем из семи толстых бревен, скрепленных между собой» (стр. 505). Лишь в 1838 г., по сообщению газеты «Кавказ» (№ 45, 1846), была построена шлюпка или гичка, а несколько позже, по-видимому, в 1839 г.; под руководством 45-го флотского экипажа лейтенанта Кутузова был наскоро построен небольшой баркас. На этом баркасе лейтенант Кутузов плавал несколько дней по озеру, производя промеры, и «нашел глубину самую меньшую в расстоянии от берега в 5 саж. 8 фут., с удалением же к середине увеличивающуюся более чем на 250 саж. Грунт озера оказался: на середине песок, а возле берегов камень»... (газета «Кавказ», № 61, 1861). Таким образом, первые сведения о грунте озера, хотя и самого общего характера, были получены благодаря работам Кутузова.

По сообщению А. Брандта (1880) карту, составленную на основании промеров Кутузова, имел в руках К. Ф. Кесслер (1878), однако карта эта не была издана и дальнейшая судьба ее неизвестна.

Летом 1847 г. по чертежам В. И. Истомина (в будущем контр-адмирала, одного из героев Севастопольской обороны 1855 г.) были построены 8-весельная верейка и 4-весельный ялик. На этих судах некий чиновник — основатель русских поселений на побережье озера в 1846 г. — по несколько дней совершал поездки по озеру, «делая промеры глубины по разным направлениям, отмечал подводные камни и рифы...», а в особенности отыскивал удобные места для якорной стоянки... (газета «Кавказ», № 61, 1861).

Верейка во время бури 29 августа 1856 г. была выброшена и разбилась о скалистый берег. Ялик погиб еще раньше. С тех пор, видимо, в течение долгого времени казенной лодки не было на озере, но русские поселенцы завели множество небольших лодок, долбушек-душегубок, для ловли на них рыбы у берегов.

До начала XX в. исследования рельефа озера и донных отложений носят эпизодический, случайный характер. О промерах, произведенных после работ Кутузова, имеются сведения в работе К. Ф. Кесслера\* (1878). Согласно этим промерам, максимальная глубина озера оказалась равной всего лишь 361 футу. Кроме того, было установлено, что «северо-западный бассейн его приметно глубже юго-восточного, тогда как в разных частях первого бассейна встречаются глубины свыше 250 футов, в последнем бассейне глубина редко доходит до 180 футов» (стр. 50).

В 1879 г. озеро Севан посетил А. Брандт (1880). Для своих исследований он пользовался складной цинковой лодкой. Им изучалась фауна, но в его отчете приводятся некоторые сведения и о донных отложениях.

Автор пишет: «В береговой полосе дно озера состоит из . . . белого пресноводного известняка, заключающего в себе раковины таких же моллюсков, какие и ныне обитают в озере. С небольших глубин драгой извлекаются покрытые водорослями *Muriophyllum* и *Potamogeton*, неправильные куски этого известняка, отложившиеся вокруг раковин, а также и отдельные раковины с легкой тонкой инкрустацией. Подобная инкрустация найдена, впрочем, и на экземплярах *Planorbis* из глубинного пояса. В последнем дно устлано илом весьма нежным, мягким, заключающим в себе такие мелкие частицы, что они отстаиваются из взбаломученной воды лишь через несколько дней. Ил этот серого цвета и имеет запах сернистого водорода» (стр. 368).

Четыре образца грунта, взятые с глубин от 34 до 72 м, были отосланы А. Брандтом лозаннскому профессору Ф. Форелю (1880). Ф. Форель, исследовавший эти образцы, отмечает, что они относительно богаты органическим материалом. Потеря при прокаливании у этих образцов достигает 20%, в то время как у образцов из озер Женевского, Невшательского и озера Констанца до 3—6%. В органической части этих илов им найдены остатки пелагических *Entomostraces*, до-

---

\* Данные об этих промерах были сообщены К. Ф. Кесслеру генералом И. И. Стебнищим.

вольно большое количество спикул губок, яйца турбеллярий, раковины моллюсков и остракод, трубки хирономид и т. д. В очень небольшом количестве встречены зерна песка и кристаллов  $\text{CaCO}_3$ , которые, по мнению автора, принесены ветром. В иле им было найдено 23 вида диатомей, из которых в значительном количестве встречались: *Campylodiscus poricus*, *Stephanodiscus astraea*, *Cyclotella* sp., *Amphora ovalis*, *Diplo-neis elliptica*, *Asterionella formosa*.

В 1889 и 1890 гг. промеры озера производила экспедиция Министерства государственных имуществ. При этом в северо-западной части озера неоднократно находили глубины в 60 саж. Несколько позже, в 1893 г., в северо-восточной части озера промеры производил А. А. Ивановский (1911), а на участке между Норадузом (коса Шор-гёль) и мысом Артаниш (Артанишский полуостров), по его просьбе, местный учитель Саруханянц.

М. Ландсманом (1903) дана батиметрическая карта Малого Севана, причем наибольшая глубина его им определена в 95 м. Автор отмечает, что изобаты сближены у северо-восточного берега. На дне Малого Севана отмечаются две глубокие впадины (свыше 80 м). Остальные изобаты в общих чертах повторяют очертания береговой линии, окаймляя вышеуказанные впадины, причем одну из впадин автор считает центральной, а другая примыкает к Арегунийскому (Гюнейскому) берегу.

В 1911 г. вышла в свет большая, серьезная монография Е. С. Маркова «Озеро Гокча». Автором составлена батиметрическая карта всего озера и дана подробная характеристика рельефа его дна. Он подчеркивает более сложный характер рельефа Малого Севана по сравнению с Большим Севаном.

Е. С. Марковым была собрана коллекция образцов грунта озера, но лишь некоторые из них были подвергнуты макро- и микроскопическому исследованию проф. Туле. В минеральном составе осадков им установлено наличие в изученных образцах кварца (редко), кристаллов полевого шпата (немногочисленных), окиси железа, гранатов, апатита, а также многочисленных зерен пироксена, оливина и роговой обманки, более или менее измененных. На основе визуальных опреде-

лений Е. С. Марковым составлена первая грунтовая карта озера Севан с подробным распределением осадков по дну водоема. Им выделены следующие 4 вида грунта:

1. Песок как чистый, так и с примесью ила и ракушек.
2. Серый ил.
3. Черный ил.
4. Камень.

Как на любопытное образование автор указывает на наличие плиты, или гокчинских камней — конгломерата, состоящего из обломков кристаллических пород в виде угловатых кусков и округленной гальки, крепко сцементированных выделяющейся из воды озера известью.

Исследованиями Е. С. Маркова заканчивается дореволюционный период в изучении рельефа дна и донных отложений озера Севан.

В послереволюционный период донные отложения, как среда обитания организмов, населяющих водоем, привлекают внимание биологов. С другой стороны, изучение грунтов проводится в ряду тех исследований, которые связаны с Севано-Зангинской проблемой.

В работах Л. В. Арнольди (1929) и Г. М. Фридман (1939) характеристика и распределение грунтов в озере Севан дается в связи с изучением донной фауны и подсчетом биомассы бентоса.

Л. В. Арнольди подразделяет грунты на следующие группы: каменистые, песчаные и илистые. К каменистым грунтам относятся крупные обломки пород, валуны, галечники, гравий. Песчаные грунты характеризуются размером частиц 3—5 мм. Илом автор называет такой материал, который при высыхании превращается в глинообразную массу. Л. В. Арнольди приводит таблицу распространения грунтов по глубинам. Согласно классификации грунтов автора, помимо указанных типов, встречаются кристаллы углекислого кальция и так называемый «травертин» («плита» Е. С. Маркова).

Внимание Г. М. Фридман особо привлекают *Otomesosoma auditivum*, которые встречаются в грунте начиная с 21 м. Максимальное количество их приурочено к глубинам свыше 40 м. На этих глубинах их коконы, наряду со створками остракод и *Pisidium*, составляют главную массу включений ила.

Гораздо более полно, чем в вышеуказанных работах, освещены результаты изучения грунтов в ряде других исследований, которые проводились в связи с Севано-Разданской проблемой.

Прежде чем приступить к выполнению этой грандиозной проблемы, необходимо было провести всестороннее изучение озера. С этой целью в период 1927—1930 гг. Севанским гидрометеорологическим бюро было проведено комплексное исследование территории бассейна озера Севан (климат, гидрология, донные осадки и т. д.), а Закавказской экспедицией АН СССР под руководством акад. Ф. Ю. Левинсона-Лессинга — геологическое изучение ее. В комплексе исследований Севанского гидрометеорологического бюро изучение рельефа дна озера было проведено И. А. Киреевым (1933), а грунтов — С. Я. Лятти (1932).

В Закавказской экспедиции АН СССР донные отложения озера были предметом исследования Г. Д. Афанасьева (1933).

И. А. Киреевым составлена подробная батиметрическая карта. Для составления ее использованы данные 52 909 промеров. Автор подчеркивает ряд особенностей в рельефе дна, которые ранее не отмечались: наличие подводных песчаных валов, особенно характерных для юго-западного побережья Большого Севана, а также подводных террас близ устья Арцатах-берка (Ахбулаха), и к югу от Джила и далее в нескольких районах близ Арегунийского берега Большого Севана. Автором, кроме того, подсчитаны площади, ограниченные изобатами, составлена гипсографическая кривая озера Севан и батиграфические кривые для Малого и Большого Севана в отдельности. Следует отметить, что столь подробных исследований рельефа дна озера со времени работ, проведенных И. А. Киреевым, не было. Несмотря на то, что в связи со спуском озера в батиметрии его произошел ряд изменений, исследования И. А. Киреева не потеряли своей ценности до сих пор.

С. Я. Лятти в своей работе основное внимание уделяет литологическим типам грунтов и их химическому составу.

Им выделяются 6 типов грунта: 1) глубинные илы, 2) ракушечно-меловые илы, 3) прибрежные пески, 4) скалисто-каменистые прунты береговой полосы, 5) псевдокристаллы известия, наконец, 6) отложения мелководных бухт, представляющие собой ил, почти нацело сложенный из  $\text{CaCO}_3$ .

Описания автора, также как и наименования типов грунтов, страдают с точки зрения литологической терминологии, что естественно, так как автор является гидрохимиком. Наличие химических анализов грунтов, а также некоторые рассуждения автора о процессах образования углекислого кальция и возможности в будущем использования донных отложений под сельскохозяйственные угодья делают работу автора интересной и для литолога.

Наиболее полно изучение донных отложений озера Севан, по сравнению с предыдущими исследованиями, дано в работе Г. Д. Афанасьева.

Будучи геологом-петрографом, он уделяет в своей работе большое внимание геологическим вопросам, в частности, условиям формирования грунтов. В его работе приведены данные гранулометрического, химического и, отчасти, минералогического состава грунтов. Автор освещает процессы образования различных модификаций углекислого кальция, столь распространенных в бассейне Севана. Наиболее характерным для отложений озера он считает выпадение из раствора углекислого кальция, и поэтому при классификации осадков деление их на типы проводится им с учетом формы и количества выпадающего  $\text{CaCO}_3$ . Им выделены: 1) прибрежные отложения (песок, гравий, галька), 2) прибрежные конгломераты, 3) известковый песок, 4) растительно-органогенный ил, 5) песчаный ил, 6) кристаллы  $\text{CaCO}_3$ , 7) диатомовый ил.

В течение 1947—1948 гг. Академией наук Армянской ССР было проведено комплексное изучение изменения природных условий, связанных со снижением уровня озера Севан. В числе этих исследований было проведено изучение прибрежных отложений озера Севан (С. Г. Саркисян, 1950, А. А. Джафаров). Параллельно с этим большое внимание уделялось исследованию террас озера, аллювия рек, впадающих в озеро, и конусов выноса, являющихся источниками питания прибреж-

ных осадков (Н. М. Казакова, 1952), а также изучению коренных пород, слагающих берега озера (И. Г. Гаспарян, 1950).

Интересные данные об истории формирования озера Севан приводятся в работе Н. М. Казаковой (1955).

В результате спуска воды озера Севан значительная часть площади дна его вышла на поверхность. В 1946—1950 гг. Р. А. Эдилян (1950) исследовал вновь обнаженные грунты и составил карту прибрежных обнаженных почво-грунтов озера Севан. Доминирующими грунтами в прибрежной полосе являются рыхлые песчаные и галечниковые отложения, площадь которых превышает 50% всех обнаженных грунтов. Наряду с прубозернистыми отложениями и скалистым грунтом, к которому принадлежит и так называемый травертин, обнажились и некоторые богатые органическими веществами илы. Последний тип отложений, в частности илы Севанской бухты, был подвергнут исследованию А. Т. Смбатяном (1949) и В. П. Ананяном (1953). А. Т. Смбатян установил, что содержание органического вещества в них доходит до 21,27%, общего азота 0,63—0,98%, общей фосфорной кислоты 0,33—0,39% и общего калия 2,15—2,63%.

По данным В. П. Ананяна, илистые отложения Севанской бухты характеризуются значительным содержанием силикатов (42—52%), карбонатов (15—35%) и органических веществ (до 32%). Автор находит, что эти грунты по своим свойствам очень напоминают сапропелиты.

А. Р. Давтян, Р. Б. Хачикян, Т. А. Дадоян и Л. С. Меликян (1958) занимались детальным изучением четвертичных отложений бассейна озера Севан. Авторы приводят карту четвертичных отложений и подробное описание различных типов этих образований.

В интересной работе С. П. Бальяна и П. С. Бошнагяна (1961) отмечается, что данные буровых работ, проведенных в последние два года, археологические материалы, полученные вследствие спуска озера, геоморфологические и гидрогеологические сведения позволили осветить новейшую историю озера. На глубинах 9—10 метров после спуска воды обнаружены кладбища и разные предметы материальной культу-

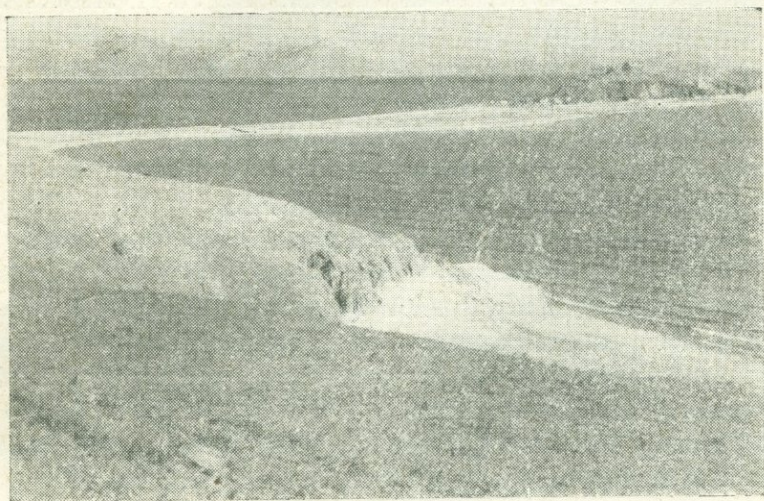
ры раннего бронзового и медного веков, что указывает на то, что озеро Севан в тот период имело ограниченный размер. Перемычка, соединяющая остров на Севане с материком, является в своей центральной (серединой) части искусственной и сложена глыбами базальтов. Необходимость этого сооружения, вероятно, связана с языческими обрядами. На пологих склонах Гегамского и Варденисского хребтов обнаружены следы ирригационных каналов, которые в Урарту использовали для орошения прибрежной полосы озера, находящейся вне пределов озера. Палинологические данные указывают, что в историческом аспекте наблюдается смена сухолюбивых флористических комплексов влаголюбивыми, лесных массивов — ксерофитными редколесьями и степными, полупустынными травами; эти данные свидетельствуют об изменении климата в течение четвертичного времени на территории бассейна озера Севан.

Авторы высказывают свои взгляды на возраст и генезис котловин Большого и Малого Севана. Они считают, что основная масса воды озера была накоплена в голоцене.

На обнажившемся дне были найдены кости различных животных. Так, в 1947 г. С. К. Даль (1950) собрал обломки рогов оленей, части черепов и позвонки крупных быков и нижнюю челюсть взрослого верблюда, а в 1948 г. им был найден обломок мозговой части черепа карликового тура. Я. И. Хавесон (1954), которому была передана челюсть верблюда для определения возраста, относит ее к верхнему плейстоцену — голоцену, по-видимому, не позже III тысячелетия до н. э.

## II. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ ОЗЕРА СЕВАН И ПИТАНИЕ ЕГО ОСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ

Озеро Севан расположено в северо-восточной части Армянской ССР на высоте 1916,09 м над уровнем моря. Оно



Фиг. 1. Озеро Севан

принадлежит к числу крупнейших высокогорных озер мира (фиг. 1). Только четыре озера из всех озер земного шара — Тенгри-нор, Титикака, Поопо и Куку-нор — превосходят его одновременно по площади и по высоте над уровнем моря\*.

\* В отличие от озера Севан все указанные озера являются не пресными, а солоноватыми (Титикака, Тенгри-нор) или солеными (Поопо, Куку-нор).

По своей форме озеро напоминает косой треугольник с закругленными углами, вытянутый в направлении с северо-запада к юго-востоку. Площадь озера до спуска составляла 1416 км<sup>2</sup>, запас воды в нем исчислялся в 58,5 млрд. м<sup>3</sup>. Длина озера составляла 75,5 км; максимальная ширина — 17 км в северо-западной части и 32 км в юго-восточной. Длина береговой линии равнялась 256 км.

К 1956 г. в связи со снижением уровня воды озера на 10 м, площадь озера сократилась на 96,7 км<sup>2</sup>, а объем воды — на 15,05 км<sup>3</sup> (М. Е. Гамбарян, 1955).

В настоящее время уровень воды озера снижен примерно на 15 м и слито до 20 млрд. м<sup>3</sup> из вековых запасов.

Севанская впадина находится в зоне тектонической системы Малого Кавказа, представляющей собой огромный, сложнопостроенный мегаантиклинорий. По Л. Н. Леонтьеву (1949), он состоит из следующих тектонических элементов первого порядка:

- 1) Сомхето-Карабахского антиклинория,
- 2) Севано-Курдистанского синклинория,
- 3) Мисхано-Зангезурского антиклинория,
- 4) Еревано-Джюльфинского антиклинория,
- 5) Шаруро-Джюльфинского антиклинория.

Севано-Курдистанский синклинорий, протягивающийся между Сомхето-Карабахским и Мисхано-Зангезурским антиклинориями, как самостоятельная тектоническая единица обособился в альбе. Мощного развития в этой зоне достигли отложения мела и эоцена.

В. Е. Хаин и Л. Н. Леонтьев (1950) считают, что Севанская впадина образовалась на месте отмершей в конце палеогена Севано-Курдистанской интрагеосинклинали.

По Е. Е. Милановскому (1953), Севанская впадина располагается в осевой части Малокавказского мегаантиклинория, в пределах входящего в его состав Севанского синклинория, по отношению к структуре которого она должна рассматриваться как унаследованная мульда. Согласно его воззрениям, развивавшаяся в течение плиоцена и антропогена Севанская впадина представляет собой плоскую тектоническую депрессию типа обширной брахисинклинали или мульды.

А. А. Габриелян (1956) связывает формирование Севанской впадины с интенсивными тектоническими движениями, происходившими на территории Армении в конце плиоцена и начале постплиоцена. Эти движения, вызвавшие поднятия в районах Гегамского и Арагацкого вулканических нагорий, в их периферических частях обусловили синклиналильные прогибания. Образовался ряд синклиналильных чаш — Араратская, Ленинанканская, Севанская и Апаранская котловины, в которых установился озерный режим. Северо-восточное побережье озера Севан входит в зону глубинного разлома, вдоль которой выходят интрузии ультраосновных и основных пород. К этой зоне приурочены многочисленные очаги землетрясений, в том числе и Севанский.

Озеро Севан занимает значительную часть Севанской котловины, составляющей бассейн озера.

Бассейн озера представляет собою впадину, окруженную горными хребтами, отдельные вершины которых возвышаются над уровнем озера в среднем на 600—1 000 м, а некоторые — до 1 500 м. Падение склонов гор к озеру около 50 м на 1 км или  $4^{\circ}30'$ , что благоприятствует развитию делювиальных отложений. С северо-запада озеро Севан ограничено хребтами Памбакским с высотами 2 200—2 400 м и Арегунийским с высотами 2 500—2 600 м. Относительная высота зоны Арегунийского и Памбакского хребтов колеблется от 200 м в северо-западной половине до 800 м — в юго-восточной. Крутые склоны гор и отвесные скалы в результате быстрого сноса обломочного материала остаются почти лишенными делювиального покрова. Местами склоны гор сильно расчленены оврагами, сухими долинами, а в местах распространения известняков — пещерами.

Зона Арегунийского — Памбакского хребтов может быть разделена на три участка:

1. Крутой склон слабо расчлененного Памбакского хребта (гор. Севан — р. Дзыкнагет).

2. Крутой скалистый склон сильно расчлененного Арегунийского хребта (р. Дзыкнагет — р. Драхтик (Тохлуджа)).

3. Крутой склон слабо расчлененного Арегунийского хребта (р. Драхтик — с. Шоржа). Несколько нарушают картину

высокогорного рельефа устья рр. Дзыкнагет и Тохлуджа. Река Дзыкнагет близ устья имеет широкую долину и слабое течение, настолько слабое, что приустьевая часть разветвляется на ряд рукавов, которые не могут прорвать береговой вал и, следуя вдоль этого вала, заболачивают прибрежную часть озера. Долина р. Тохлуджа близ устья расширяется и образует конус выноса.

Артанишский (Адатапинский) полуостров может быть выделен в самостоятельную орографическую единицу. Характеризуется сильно расчлененным рельефом: крутыми склонами (в особенности, южный и восточный), множеством балок и сухих долин, обрывистыми берегами. Относительная высота полуострова 550 м. С юго-востока к озеру примыкает Севанский (Шахдагский) хребет, достигающий 3 700 м высоты.

Севанский хребет характеризуется сильно расчлененным рельефом с разработанными формами речных долин в верховьях рек. Относительные высоты здесь колеблются от 700 м на северо-западе и до 1 100 м на юго-востоке.

Руководствуясь особенностями рельефа, Севанский хребет можно разделить на три участка.

Первый участок представляет собой водораздельную часть хребта с глубокими долинами, циркообразными истоками рек.

Второй участок характеризуется крутыми склонами, местами лишенными обломочного материала. Многочисленные реки имеют глубокие долины и крутой профиль дна.

Третий участок отличается широким распространением конусов выноса и большим количеством обломочного материала. В западной части этого участка расположена коса Артаниш.

Из наиболее крупных рек, текущих с Севанского хребта, можно упомянуть рр. Памбак, Шишкая и др. Расстояние от водораздела до берега озера в северной полосе озера колеблется в широких пределах от 1 км (сел. Цовагюх) до 10 км (сел. Шишкая).

В самостоятельную орографическую единицу выделяется Масрикская (Мазринская) равнина, ограниченная Се-

ванским, Зангезурским и Вардениским хребтами. Огромная площадь Масрикской равнины покрыта делювиальными, аллювиальными, пролювиальными и озерными отложениями. Относительное превышение равнины над озером 200 м. Выполаживание происходит в западном направлении, где прибрежная часть озера заболочена. Река Масрик (Мазра) является основной речной системой этого района. Истоки ее расположены на Зангезурском хребте, а впадает она в озеро Севан; нижняя часть долины реки расположена в заболоченной местности. Присутствие большого количества валов на Масрикской равнине, террасовых образований, возможно озерного происхождения, и карбонатных участков говорит о том, что вода озера Севан в прошлом заливала всю равнину. Южная часть озера ограничена Вардениским (Южно-Гокчинским) хребтом с высотными отметками 3 400—3 500 м и Гегамским (Агмаганским) с высотами 3 100—3 600 м. Водораздельная линия хребтов расположена от берега озера на расстоянии около 20 км.

В арденисский хребет имеет превышения отдельных вершин над уровнем озера от 500 до 1 600 метров. Здесь выделяются три участка.

Первый участок охватывает водораздельную часть хребта с максимальной высотой 3 500 м; в западной части его высоты снижаются до 2 400 м. Этот участок сильно расчленен и изобилует вулканическими конусами, лавовыми потоками и огромными элювиальными и делювиальными скоплениями. На этом участке расположены озера Большой и Малый Алагель, питающиеся талыми водами и отдающие свою воду Севану подземным путем.

Второй участок отличается пологими склонами и глубокими каньонами рек. Таков, например, каньон р. Варденис с почти отвесными стенами, сложенными андезитовыми лавами.

Третий участок охватывает восточную часть хребта, для которой характерны холмистые, сильно расчлененные предгорья (сс. Цовак-Цовинар), переходящие в западной части в широкую предгорную равнину (сс. Цовинар-Мартуни). Здесь долины рек широкие, водные потоки сравнительно слабые; наблюдаются скопления аллювиальных отложений.

Гегамский хребет представляет собой горное сооружение с высотами 2 500—3 000 м. Водораздельная линия расположена в 20 км от берега. Здесь можно выделить три участка.

Первый участок охватывает привершинную платообразную поверхность, покрытую массой вулканических конусов с сохранившимися кратерами. Не менее яркой особенностью этого участка является сравнительно широкое распространение ледниковых образований.

Второй участок характеризуется холмистым лавовым ландшафтом (сс. Лчашен — Айриван). Здесь наблюдается нагромождение шлаковых конусов, холмов, гряд вулканического происхождения. Относительная высота этих образований над поверхностью лав 10—30 м, а некоторые шлаковые конусы возвышаются до 200 м.

Третий участок представляет собой высокую вулканическую равнину и охватывает территорию от сел. Неркин Геташен до сел. Айриван и от сел. Лчашен до гор. Севан. Реки этого участка в среднем течении имеют глубокие долины с крутыми, а местами отвесными склонами. В прибрежной части долины рек расширяются, что способствует накоплению аллювиальных отложений.

Таковы основные черты рельефа областей сноса обломочного материала.

Береговая линия озера в общем сравнительно плавная и только местами нарушается лавовыми потоками и речными долинами.

В районе Севан — Цовагюх — Шоржа (Арегунийский — Памбакский хребты) береговая линия в целом плавная, хотя на отдельных участках наблюдаются мелкие заливы и небольшие мысы. Побережье носит здесь абразионный характер и отличается скоплением, главным образом, крупнообломочного материала.

Характер береговой линии Артанишского полуострова неоднородный: у западного склона береговая линия ровная, а у южного и восточного — изрезанная, с множеством заливов и бухточек. Побережье в основном носит абразионный характер.

В полосе Шоржа — Шишкая береговая линия ровная, но у Шоржи прослеживаются береговые валы, а у Артаниша — коса, что присуще берегам аккумулятивного типа.

Береговая линия в районе Масрикской равнины очень ровная, а прибрежная полоса изобилует валами.

На участке Цовак — Мартуни береговая линия в общем ровная, а в восточной части этой полосы она нарушена выступами скал. Характер берега в основном аккумулятивный, с множеством валов.

На участке Мартуни — Айриван береговая линия ровная, слабо расчлененная с широким развитием валов.

На интервале Айриван — Лчашен береговая линия имеет извилистый характер, с множеством бухт и заливов. Такая изрезанность берега объясняется наличием множества лавовых потоков, спускающихся к берегу и обуславливающих прихотливое очертание его. Характер берега абразионный.

Участок сел. Лчашен — гор. Севан характеризуется плавной береговой линией. Тип берега здесь абразионный с незначительными участками накопления песчаного материала (близ сел. Лчашен и у пристани гор. Севан).

Таким образом, в общем и целом, береговая линия озера Севан плавная с преобладанием аккумулятивных участков над абразионными.

Озеро Севан относится к котловинному типу озерных водоемов. Артанишский полуостров и Норадузский мыс делят его на два водоема: Большой и Малый Севан.

Чаша Большого Севана обладает сглаженным, выровненным рельефом дна. Почти повсюду уклоны дна весьма пологие. Так, в юго-восточном углу его уклон дна не превышает  $0^{\circ}30'$ . Средние углы склона колеблются от  $1^{\circ}54'$  до  $0^{\circ}08'$ . Относительно более крутые уклоны отмечены лишь у некоторых мысов западного берега и в районе Артанишского полуострова.

Центральная часть Большого Севана занята впадиной, площадь которой составляет от площади всего озера 34,7% или около 70% всей площади Большого Севана.

Западнее центральной впадины, на глубинах 50—51,5 м, расположена другая впадина, значительно меньшая по пло-

щади. Ряд небольших впадин имеется на глубинах менее 50 м. По мнению К. Н. Паффенгольца (1934), на дне Большого Севана можно проследить долину некоей реки, с руслом, отодвинутым к северо-восточному берегу.

Котловины Большого и Малого Севана разобщены подводным возвышением, протягивающимся по дну Норадузского пролива.

Чаша Малого Севана имеет более расчлененный рельеф. В значительной мере своеобразие подводного рельефа Малого Севана обусловлено наличием лавовых потоков. Углы склонов его отличаются значительной крутизной, средние углы склонов изменяются от  $4^{\circ}10'$  до  $0^{\circ}18'$ . Наиболее крутым является северо-восточный склон, где глубины 60—80 м встречаются уже на расстоянии 1 км от берега. В отличие от Большого Севана, в Малом Севане нет центральной впадины. Наиболее глубокая впадина намечается около 70-метровой изобаты вдоль Арегунийского берега. Она составляет около 25% всей площади Малого Севана. Ряд более мелких впадин отмечен в западной части Малого Севана в прибрежной зоне между гор. Севан и сел. Мухан. На дне озера на северо-запад от Норадузского пролива прослеживается ряд террасовидных уступов.

Любопытная картина наблюдается у устьев рек, впадающих в озеро Севан. Здесь, благодаря привносу сравнительно большого количества обломочного материала (например, рр. Гаварагет, Арпичи и др.), изобата 10 м отодвинута на большое расстояние от берега. Таким образом, распределение глубин в озере Севан находится в тесной зависимости от положения и состава хребтов, окружающих озеро, и наличия крупных притоков, несущих большое количество обломочного материала. Безусловно, первоначальный рельеф дна в настоящее время значительно замаскирован терригенным материалом, принесенным с суши и заполнившим все неровности дна озера.

Климат Севанской котловины умеренно холодный и сухой. В пределах бассейна озера Севан среднегодовая температура воздуха составляет около  $5^{\circ}$ . Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца (январь) минус 6, а наи-

более теплого месяца (август) плюс 16. Абсолютный минимум в январе достигает  $-32^{\circ}$ , а летом абсолютный максимум доходит до  $+30^{\circ}$ .

Наиболее теплым участком в бассейне является район сел. Шоржа, где среднегодовая температура воздуха доходит до  $6,3^{\circ}\text{C}$ , а самым холодным — сс. Яных и Семеновка со среднегодовой температурой около  $3^{\circ}\text{C}$ .

Годовое количество осадков в пределах бассейна оз. Севан колеблется от 380 до 700 мм. Количество их в различных районах озера меняется по сезонам. Максимум их наблюдается весной в северо-западной части озера — до 250 мм, в юго-восточной же всего лишь 160 мм. Летом количество осадков резко сокращается: на Малом Севане (сс. Семеновка, Тохлуджа) более 90 мм, а на Большом — 70 мм. Осенью — на восточном берегу больше, чем на западном; большое количество осадков отмечается в северо-западной и юго-восточной частях озера (более 120 мм) и незначительное — на ст. Яных и Нордуз (до 80 мм). Зимой на Малом Севане и на восточном берегу Большого Севана — до 50 мм, а на западном и южном берегах — 75—90 мм.

В бассейне Севана преобладают ветры западного, юго-западного и северо-восточного направлений. В теплую половину года значительное развитие получают ветры северо-восточного, северного и восточного направлений. Среднегодовая скорость ветра меняется от 1,3 м/сек. (гор. Камо) до 4,5 м/сек. (остров Севан). Кроме этих ветров, в Севанском бассейне наблюдаются ветры, имеющие местное значение: озерно-береговые бризы, горно-долинные ветры и т. д. Постоянных ветров, в целом, в бассейне озера не существует, а следовательно, и не может быть постоянных течений в озере, что имеет большое значение для выяснения характера распределения терригенного материала на дне озера и в прибрежных его частях.

В зимние месяцы сплошной ледяной покров на поверхности озера Севан обычно отсутствует. С 1833 г. сплошное замерзание на озере наблюдалось 11 раз. В последние годы ледоставы наблюдались в 1949 г. с 20 февраля по 22 апреля, в 1950 г. с 4 февраля по 13 апреля и в зиму 1953/1954 гг.

Обычно же озеро покрывается льдом частично, причем наиболее устойчивый ледовый покров наблюдается в бухтах. В среднем, ледовый покров держится 135 дней.

Вследствие отсутствия сплошного ледяного покрова вся водная масса озера в течение всей зимы доступна ветровому перемешиванию, что и определяет собой низкую температуру всей толщи воды. В конце февраля — начале марта наблюдаются минимальные температуры воды (около 1—2°). Обратная термическая стратификация, свойственная озерам северных широт, здесь почти не выражена. Разности температур в поверхностном и придонном горизонтах выражаются не более чем десятыми долями градуса. Эта особенность термической циркуляции озера, по мнению В. К. Давыдова (1934), объясняется почти непрерывной деятельностью ветров зимой, производящих глубокое перемешивание вод; этому способствует также большая прозрачность воды (до 18,5 м) и интенсивность излучения тепла. В период весеннего прогревания (апрель — май) в толще озерной воды проявляется термическая стратификация: между верхним нагретым слоем — эпилимнионом и нижним холодным — гиполимнионом располагается слой температурного скачка. Летний период, со второй половины мая по сентябрь, характеризуется сильным прогреванием озера (до глубины около 40 м). Максимальная поверхностная температура приурочена к этому времени года и достигает 17,8—20,8° (К. С. Владимирова, 1947). На глубинах 40—50 м температура воды доходит до 9—10°, в придонных горизонтах превосходит 8°. Слой температурного скачка в это время года выражен на глубинах от 20 до 30 м. Температурный градиент в слое скачка часто составляет 3° на 1 м, но известен случай, когда он достигал 7° на 1 м.

В октябре начинается осеннее охлаждение. Поверхностная температура колеблется в это время около 13°. Охлаждающаяся вода становится плотнее и опускается на глубину. Энергичное ветровое воздействие обуславливает сильное перемешивание всей водной массы, что и приводит к наступлению гомотермии. В Большом Севане гомотермия наступает в середине декабря с температурой воды во всех слоях 7°, а в Малом Севане — в начале января с температурой около 4,5°.

Несмотря на высоту почти в 2000 м над уровнем моря, озеро Севан, благодаря своему расположению под 40° с. ш., является все же тепловодным бассейном. Средняя годовая температура на поверхности озера Севан, по данным В. К. Давыдова, колеблется между 9 и 10°. Любопытное явление отмечает В. К. Давыдов (1934) в Большом Севане: в центральной части его на глубинах 30—40 м температура воды значительно ниже, чем на периферии. Эта температурная аномалия, по его мнению, связана с деятельностью местных ветров-бризов, которые довольно слабо выражены в Малом Севане, зато в Большом Севане достигают полного развития. Смена направления бризов обуславливает явление сгона и нагона теплых или холодных масс воды. В летнее время озерные бризы пресобладают над береговыми, что вызывает сгон поверхностных частиц воды к берегам. При продолжительном действии ветра у берегов возникает вертикальная циркуляция воды. При дальнейшем ее усилении на некоторой глубине, обычно соответствующей слою температурного скачка, появляется обратное течение. В центре озера создается мертвая зона, где противоположные течения сходятся. Эта зона питает и верхнее течение — взамен сгоняемого к берегам поверхностного слоя выступают нижележащие частицы воды. Таким образом, создается целая система течений, расходящихся на поверхности от центра и сходящихся на некоторой глубине в том же месте. При этом в центральной мертвой зоне, где происходит медленное поднятие водных масс с глубины, температура воды, как уже отмечалось, значительно ниже, чем на периферии.

Система постоянных течений в озере выражена весьма слабо, неопределенно. Отрывочные наблюдения над течениями в озере Севан производились Е. С. Марковым (1911). Согласно его данным, скорость течений на поверхности озера равна 1,1—1,2 км/ч. Сейши наблюдаются на озере почти постоянно. Обычно они имеют небольшую амплитуду в пределах до 10 см и период в несколько минут, но иногда наблюдаются колебания с периодом волны около двух часов и высотой до 0,5 м (В. К. Давыдов, 1938).

Волнение на озере настолько значительно, что Севан иногда называют Закавказским Байкалом.

Водный баланс озера Севан до начала спуска воды был подсчитан В. К. Давыдовым (1938) (табл. 1).

Таблица 1

Средний многолетний баланс воды оз. Севан в млн. куб. метров  
(по В. К. Давыдову, 1938)

П р и х о д	Р а с х о д
Осадки на зеркале озера . . . . . 552	Поверхностный сток . . . . . 50
Приток воды в озеро . . . . . 770	Подземный сток . . . . . 60
Итого . . . . . 1322	Итого . . . . . 110

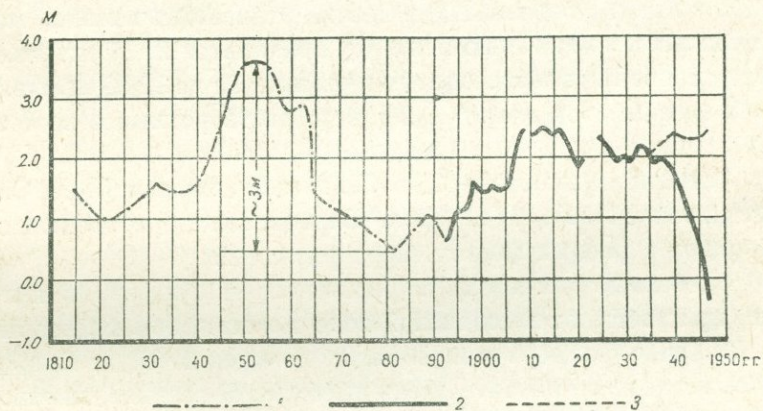
Как видно из таблицы, большая часть поступающей в озеро воды расходуется им на испарение (1212 млн. м<sup>3</sup>) и лишь 8—9% ее вытекает из озера через р. Раздан и подземные источники.

Осуществление Севано-Разданской проблемы в ее старом виде вызовет изменения в водном балансе озера. Согласно предусмотренному плану уровень озера будет в течение 50 лет постепенно понижаться, в среднем падение уровня в год составит около 1 м. В результате Большой Севан будет полностью осушен, и площадь озера сократится в 7 раз. В связи с этим испарение с поверхности озера сократится с 1210 млн. м<sup>3</sup> до 210 млн. м<sup>3</sup>, а сток р. Раздан возрастет со 110 млн. м<sup>3</sup> до 700 млн. м<sup>3</sup>.

Прозрачность севанской воды сильно меняется от 5,8 до 18,5 м. Максимальная прозрачность наблюдается в августе и минимальная — в марте. Колебания ее связаны с временами года, развитием планктона, солнечной радиацией и имеют различный характер в различных частях озера.

Вопросу о колебаниях уровня оз. Севан посвящена обширная литература (Р. Зигер — 1888, М. Ф. Митте — 1891, В. Белк — 1894, Л. С. Берг — 1910, Е. С. Марков — 1911, А. Ф. Ляйстер — 1912, Б. Д. Зайков и С. Ю. Белинков — 1932, А. А.

Габриелян — 1944, Б. И. Бек-Мармарчев — 1951 и др.). Уже наиболее ранние исследователи озера (Эйхвальд, Шопен, Вагнер, Нейшель и др.) обратили внимание на это явление. Для объяснения его высказывались самые различные предположения. Среди них — гипотеза о подземной связи озера Севан с озерами Ван и Урмия, гипотеза о появлении на дне озера ключей, которые «засорялись» и временно прекращали свою деятельность, о заполнении части озера речными наносами, о влиянии тектонических процессов и др. Но в последние годы совершенно четко определилось мнение о том, что причиной колебаний уровня озера Севан являются колебания климата. Эта точка зрения была развита первоначально в работах М. Ф. Митте (1891) и Е. С. Маркова (1911) и получила свое подтверждение в работах Б. Д. Зайкова (1933, 1947) и Б. И. Бек-Мармарчева (1951) (фиг. 2). А. А. Габриелян наряду с климатом придает большое значение тектоническим движениям.



Фиг. 2. Кривая многолетних колебаний уровня озера Севан (по Б. И. Бек-Мармарчеву, 1951): 1—визуальные наблюдения; 2—инструментальные наблюдения; 3—восстановленные естественные уровни

В связи со спуском уровня озера в 1957 году археологической экспедицией Исторического музея Академии наук Армянской ССР на обнажившемся дне озера были обнаружены развалины города, протянувшиеся почти на километр.

На одной из площадей города найден камень с клинописной надписью урартского царя Аргишти I. Могильные курганы, обнаруженные во время этих раскопок, относятся к XI веку до н. э.

Солевой состав севанской воды представлен в табл. 2. В воде озера, отличающейся сравнительно высокой минерализацией, главную роль играют ионы уголекислоты, гидрокарбонат-ионы и карбонат-ионы. Из общего количества растворенных солей в 550,0 мг/л на долю уголекислых солей приходится 79,88%. Гидрокарбонатные ионы составляют 33,71 мг/экв%, а карбонатные — 6,23 мг/экв%.

Вследствие отсутствия отчлененных, обособленных заливов, малого количества островов и интенсивной ветровой деятельности существенного различия в химическом составе Малого и Большого Севана нет, но воды Малого Севана обладают более высокой минерализацией, чем воды Большого Севана, что, между прочим, определяется малым количеством притоков в Малом Севане. Вода Севана отличается высокой магниальностью. На долю иона Mg приходится 21,37 мг/экв.%. Содержание Mg превосходит содержание Ca на 12,36 мг/экв.%. Соли магния составляют 45,2% всех растворенных в воде солей.

Среднее содержание Cl в Севане, по данным Б. Я. Слободчикова (1951), 62,27 мг/л. Вертикальное распределение хлоридов в разных местах озера различно.

Биогенные элементы, за исключением фосфора и кремния, присутствуют в севанской воде в ничтожном количестве. Содержание фосфора в 0,365 мг/л, по мнению Б. Я. Слободчикова, следует признать очень высоким. В осенние, зимние и ранневесенние месяцы фосфатов в озере больше, чем летом.

Количество кремнекислоты в течение года колеблется от 0,70 до 5,40 мг/л. Минимальное содержание ее наблюдается в марте, в связи с развитием диатомовых, а максимальное — в ноябре. У берегов количество SiO<sub>2</sub> почти всегда больше, чем в открытом озере, так как поступающая в озеро вода богата силикатами. Вертикальное распределение кремнекислоты характеризуется увеличением ее содержания к придонным горизонтам с максимумом нахождения в последних.

Содержание сульфатного иона невелико и равно всего лишь 15,83 мг/л. Бедна также севанская вода соединениями железа.

Вода озера Севан имеет ярко выраженную щелочную реакцию, обусловленную отсутствием в ней свободной углекислоты и наличием большого количества карбонатного иона. В течение годового цикла величины рН изменяются в пределах от 8,80 до 9,20. С глубиной изменения рН крайне незначительны.

Озеро Севан принадлежит к числу водоемов с повышенным содержанием растворенного в воде кислорода. Количество его, по данным Б. Я. Слободчикова (1955), меняется на протяжении годового цикла от 5,15 до 10,18 мг/л, что составляет от 54,26 до 97,66% нормального насыщения при существующих температурах. Годовой максимум содержания кислорода приурочен к январю. Первый кислородный минимум наблюдается в марте, а второй — в ноябре.

Вертикальное распределение кислорода также характеризуется неоднородностью насыщения различных горизонтов воды кислородом на протяжении года. В июне поверхностные слои воды озера пересыщены кислородом. В июле и августе абсолютное содержание кислорода возрастает по направлению от дна к поверхности. Но в придонных горизонтах, соприкасающихся с донными отложениями, количество  $O_2$  несколько уменьшается. В сентябре и октябре наибольшее абсолютное содержание кислорода приурочено к средним горизонтам водной толщи Севана. Кислородная стратификация почти полностью отсутствует в январе, апреле и мае.

Фауна озера Севан отличается однообразием и не богата количественно. В планктоне насчитывается 250 форм растений и 29 видов животных.

В фитопланктоне преобладают диатомовые водоросли, которых насчитывается 147 видов — представителей 32 родов.

Второе место занимают зеленые водоросли (57 видов). Остальные формы представлены значительно слабее: сине-зеленых — 24, конъюгат — 14, жгутиковых — 5, разножгутиковых — 2, перидиниевых — 1. В прибрежной зоне водоема фитопланктон отличается значительным разнообразием форм, в

Таблица 2

Средний химический состав воды озера Севан за 1947—1948 гг.  
по Б. Я. Слободчикову

Компоненты	мг/л	ионы	мг/л	мг/экв.	мг/экв. ‰
		катионы			
K <sub>2</sub> O	26,80	K <sup>+</sup>	22,22	0,56	2,75
Na <sub>2</sub> O	106,38	Na <sup>+</sup>	78,92	3,43	16,83
CaO	51,65	Ca <sup>++</sup>	36,92	1,84	9,02
MgO	88,12	Mg <sup>++</sup>	53,15	4,36	21,39
Σг			191,22	10,19	49,99
		анионы			
Cl	62,27	Cl <sup>-</sup>	62,27	1,75	8,56
SO <sub>3</sub>	13,19	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	15,83	0,32	1,56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,26	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0,35	0,00	0,00
CO <sub>2</sub>					
гидрок.	302,85	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	419,93	6,88	33,66
CO <sub>2</sub>					
карб.	28,17	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	38,42	1,27	6,21
Σг'			536,80	10,22	50,08
Σ (г' + г)			728,02	10,41	100,0

pH — 9,00

Кремнекислота 1,94 мг/л

N — 0

H<sub>2</sub>S — 0

Жесткость в немецких

градусах — 17,41

Окисляемость в мг O<sub>2</sub> — 2,06

Сухой остаток 555,0 мг/л

Миллиграмм эквив. ‰

Сильных кислот — 10,12

Слабых кислот — 39,87

Поправка — 0,01

50,00

Щелочей 19,58

Щелочных земель 30,41

Поправка 0,01

50,00

пелагиали же встречается всего 29 видов: диатомовых — 8, зеленых — 15, сине-зеленых — 4, разнужгутиковых — 1, перидиниевых — 1 (по В. Г. Стройкиной, 1952).

Наибольшее развитие фитопланктона наблюдается весной и осенью. Весной и в начале лета (в июне м-це) в открытой части озера наблюдается преобладание диатомовых водорослей, которые составляют от 60,8 до 83,6% от общего количества. С конца июня и по сентябрь включительно первое место в фитопланктоне занимают зеленые водоросли (95—98,7% от общего количества). В ноябре месяце количество зеленых уменьшается и вновь наступает развитие диатомовых

водорослей (*Stephanodiscus*). В этот же период наблюдается развитие сине-зеленых водорослей (*Aphanothece clathrata*).

Интересно отметить, что такие формы диатомовых, как *Melosira* и *Tabellaria*, характерные для многих западно-европейских озер, в Севане отсутствуют.

По количественному развитию первое место в планктоне Севана занимает *Asterionella formosa* Gr, второе место — *Stephanodiscus*. Значительно меньшее распространение имеет род *Cyclotella*.

*Asterionella* встречается в планктоне в течение почти всего года. С февраля по апрель она распределена на всех глубинах равномерно. Максимум развития ее приходится на май, причем главная масса ее содержится в слое от 20 до 40 м. В летние месяцы количество ее заметно уменьшается, особенно в верхних слоях. Максимальное развитие ее происходит при низких температурах (3—8,5°).

В Севане найдено 4 формы *Stephanodiscus*: *St. astraea*, *St. astraea* v. *minutula*, *St. astraea* v. *intermedia*, *St. Hantzschii*.

*Stephanodiscus* встречается почти в течение всего года, главным образом в верхнем слое воды. Максимумы развития ее наблюдаются зимой (с января по март) и осенью (в ноябре месяце). По данным К. С. Владимировой (1939), во время второго (осеннего) максимума *Stephanodiscus* встречается только в верхнем слое воды до 20 м, причем особенно сильное развитие ее происходило на глубине 2 м (177 100 экз. в 1 л воды).

Значительно меньшее распространение имеет род *Cyclotella*. В Севане встречаются три формы: *Cyclotella Kützingiana*, *C. Kützingiana* v. *planetophora* и *C. ocellata*. Максимального развития она достигает весной, в апреле (до 900 экз. в 1 л воды), летом встречается редко, иногда полностью отсутствует. В верхнем 2-метровом слое эта форма развивается в меньших количествах, чем в слое от 5 до 20 м.

По величине биомассы в Севане на первом месте стоят диатомовые (1672 мг/м<sup>3</sup>), на втором — зеленые (614 мг/м<sup>3</sup>) и на третьем — сине-зеленые (181 мг/м<sup>3</sup>) водоросли. По данным В. Г. Стройкиной (1952), среднегодовая биомасса фито-

планктон в Малом Севане равна 9504 т, в Большом Севане — 25 568,1 т. Для всего озера в целом она исчисляется в 35 072,1 т.

В процессах осадкообразования в озере Севан фитопланктон, особенно диатомовые, играют довольно существенную роль. Недаром Г. Д. Афанасьев (1933) один из типов грунта, имеющих широкое распространение в озере, назвал диатомовым илом. Еще в 1880 г. Форелем в образцах ила, которые были переданы ему Брандтом, было найдено 23 вида диатомей, из которых в значительных количествах встречались: *Campylodiscus noricus*, *Stephanodiscus astraea*, *Cyclotella* sp., *Amphora ovalis*, *Diploneis elliptica*, *Asterionella formosa*. К. С. Владимировой (1947) были просмотрены образцы грунта, взятые в разных пунктах с различных глубин. Оказалось, что в образцах песка из района Гюнейского побережья преобладают *Cyclotella*, *Gomphonema* и *Epithemia*, а в образцах близ Норадуза *Achnanthes delicatula*, *Stephanodiscus astraea* f. *minutula* и *Cocconeis placentula*. Кроме диатомовых, изредка встречаются мертвые экземпляры *Ceratium* и *Pediastrum*. В образцах „псевдокристаллов“ и в районе Гюнея чаще всего встречаются *Cyclotella* и *Stephanodiscus*, а в районе Норадуза *Achnanthes atacamae*. Кроме створок диатомовых, обнаружены несколько ниточек живых *Oeclogonium* sp. и *Tribonema depauperatum*. В образцах ила определено до 30 форм диатомовых. Чаще всего встречаются створки *Stephanodiscus astraea* f. *minutula* и *Cyclotella*. Интересно отметить, что в донных отложениях, взятых с глубины свыше 20 м, *Asterionella formosa* почти совершенно отсутствовала. Это подтверждает высказывание многих авторов о том, что нежные лучи *Asterionella* растворяются в воде, не доходя до дна.

В зоопланктоне Севана, по данным Т. М. Мешковой (1952), насчитывается всего 10 видов: 4 коловратки, 1 дафния и 5 copeпод.

Наиболее богатую группу по количественному развитию представляют Copepoda. Зоопланктоном заселена вся толща воды, но районы малых и средних глубин богаче, чем

районы больших глубин. Биомасса зоопланктона составляет 35 345 т/год (Т. М. Мешкова, 1952).

Донная растительность в озере представлена разнообразными водорослями, высшими водными растениями и харовыми. Последние особенно характерны для озера.

Водоросли (сине-зеленые, зеленые, багрянки и бурые) особенно пышного развития достигают в прибрежной зоне, ими обрастают прибрежные камни.

Высшая растительность в озере представлена 20 видами: ряска, камыш, рдест, тростник, роголистник, рогоз и др. Большая часть из них приурочена к предустьевым участкам рек, впадающих в озеро, особенно рек Гаварагет и Аргичи, заливов — Севанского, Лчашенского и Артанишского, и мелких бухт западного побережья Малого Севана.

В открытом озере наибольшее значение принадлежит видам *Potamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus* и его варианту *P. crispus*, *Butomus umbellatus*, *Lemna trisulca*, *Ceratophyllum demersum* и *Myriophyllum spicatum*. Однако основную массу донной растительности открытых участков озера составляют харовые водоросли (*Chara fragilis* Desv, *Chara intermedia* A. Br, *Chara crinita* Wall) и мох (*Drepanocladus*), образующие в Севане так называемую «зону мха и хары». Хара и мох занимают участок дна литорали с 6—7 до 14 м у западного и южного берегов и до 17 м у восточного берега. В бухтах и заливах, т. е. в участках озера, защищенных от прибойной волны, хара и мох встречаются с глубин 1—2 м. Количество растений в Малом Севане значительно больше, чем в Большом Севане, при этом мох значительно превосходит по количеству харовые водоросли. Средняя биомасса хары и мха вместе выражается величиной 3400 т. (А. К. Маркосян, 1951).

Макрофиты играют важную роль в процессах осадкообразования в озере Севан. Так, Л. В. Арнольди связывает образование ила в Севанской бухте, ныне частично вышедшего на поверхность, с мощным развитием донной растительности *Ceratophyllum* и *Lemna trisulca*. Происхождение же черного ила с запахом  $H_2S$ , по его мнению, связано с харовыми водорослями. Некоторые участки дна настолько густо заселены растениями, что остатки их не успевают быстро разл

житься и подвергаются медленному разложению с обильным выделением метана и сероводорода. Это наблюдается в глубоких бухтах западного берега, включая Севанский залив, а также в лагунах Артанишского залива. Помимо этого, живые растения благодаря ассимиляции очень сильно влияют на химические и физико-химические особенности воды — в течение суток изменяется активная реакция и связанная с нею рН воды, а также содержание кислорода и  $\text{CO}_2$  (Л. В. Арнольди, 1929).

В бентосе озера, по данным Г. М. Фридман (1950), насчитывается 128 видов животных форм. Основными представителями донной фауны являются бокоплав *Gammarus pulex*, составляющий главную пищу форели, а также многочисленные виды пиявок и личинки хирономус (преимущественно *Chironomus*). Характерной чертой фауны Севана является количественная и качественная бедность *Molluscae* — всего найдено 16 видов и 13 разновидностей представителей семейств *Limnaeidae*, *Planorbidae*, *Sphaenidae* и *Valvatidae*. Исключение составляет *Pisidium pusillum*, дающий несколько тысяч особей на 1 м<sup>2</sup>. В распределении моллюсков по дну озера наблюдается ряд особенностей (Г. М. Фридман, 1950). Так, для *Planorbis planorbis* оптимальным биотопом являются заросли хары. *Limnea stagnalis* обитает на всех биотопах литорали. Максимальное количество взрослых особей приурочено к глубинам 6—17 м, молодых — к 42 м. Среди представителей рода *Pisidium* по характеру распределения в озере можно выделить две группы: одна группа, в которую входит большинство видов этого рода, заселяет глубины от 30 до 50 м, другая же — встречается выше, на глубине 16 м.

Количественная бедность моллюсков, отсутствие целого ряда пресноводных форм, как *Unio*, *Anadonta* и др., обусловлены высокой щелочностью воды озера. Этим же объясняется тонкость и депрессивность их раковин.

Среди других представителей зообентоса Г. М. Фридман особо подчеркивает большое значение в населении глубокой части озера *Otomesostoma auditivum*, встречающейся начиная с 21 м до 80 м. Различными исследователями (Л. В. Арнольди — 1929; С. Я. Ляtti — 1932; Г. Д. Афанасьев — 1933)

в донных отложениях на этих глубинах констатировано обилие как живых, так и пустых коконов — яйцевых капсул *Otomesostoma auditivum*, которые принимались ими за неизвестные «семена растений». Г. Д. Афанасьевым (1933) отмечено присутствие коконов в колонках диатомового ила от поверхности до 2,4 м. В более глубоких слоях колонок они отсутствуют, их сменяют солоноватоводные диатомовые.

Общая биомасса бентоса озера равна 5342,3 тонны. Средняя биомасса его на 1 га донной площади озера определяется в 37,7 кг/га (Г. М. Фридман, 1950).

Ихтиофауна озера Севан весьма своеобразна. В озере водится всего 4 вида рыб: форель, храмуля, усач и сиг. Коренными обитателями озера являются первые три вида, причем севанская форель и усач являются эндемичными формами. Сиги (ладожский и чудской) начали акклиматизироваться в озере с 1924 г.

Севанская форель, по-местному ишхан, представляющая собой древний релик *Salmo ischchan* Kessl образует 4 расы, которые отличаются между собой некоторыми морфологическими и биологическими особенностями:

1. *Salmo ischchan typicus* Kessl — зимний бахтак,
2. *Salmo ischchan gegarkuni* Kessl — гегаркуну,
3. *Salmo ischchan aestivalis* Fortunatov — летний бахтак,
4. *Salmo ischchan danilevskii* Yakawlew — боджак.

Наиболее ценной в промысловом отношении из рыб, обитающих в озере, является форель, обладающая высокими вкусовыми качествами.

Являясь одним из крупнейших высокогорных озер мира, Севан имеет сравнительно небольшой бассейн питания, площадью всего лишь 4 890 км<sup>2</sup>, что дает весьма невысокий коэффициент отношения В : L, равный 3,4. Для сравнения ниже приводятся отношения В : L, вычисленные для различных озер (табл. 3).

Из таблицы видно, что на единицу площади озера Севан можно ожидать значительно меньшего поступления осадочного материала, чем на других озерах.

Преобладание устойчивых магматических пород в составе окаймляющих озеро хребтов определяет собой слабую денудацию их.

Соотношение площадей акватории и площадей питания  
у некоторых озер\*

Оз е р а	Площадь водоема, км <sup>2</sup> (L)	Площадь питания, км <sup>2</sup> (B)	B:L
Аральское море . . . . .	63 600	446 000	7,0
Балхаш . . . . .	17 300	132 000	7,6
Байкал . . . . .	31 500	445 000	14,1
Ильмень . . . . .	1 300	41 010	31,5
Женевское (Леман) . . . . .	581,45	7975,34	13,7
Боденское . . . . .	475,48	10922,17	23,00
Маджире . . . . .	211,6	6 562	31,00
Фирвальдштетское . . . . .	113,8	2 238	19,6
Цюрихское . . . . .	88,5	1 828	20,6
Бенц . . . . .	39,3	8 305	211,9
Вален . . . . .	24,2	1 061	43,8
Севан . . . . .	1416	4 890	3,4

\* Данные для этой таблицы, за исключением озера Севан, заимствованы из работы Н. М. Страхова «Основные черты питания современных внутриконтинентальных водоемов осадочных материалов». В сб.: «Образование осадков в современных водоемах». М., 1954.

Сухой континентальный климат бассейна озера также не способствует интенсивной дезинтеграции и химическому разложению пород. Все эти обстоятельства определяют собой сравнительно малое поступление осадочного материала в озеро Севан. Основная масса его приносится в озеро реками и различными временными потоками (селевыми и ливневыми).

Бассейн озера Севан отличается густой гидрографической сетью. По данным В. К. Давыдова (1938), в озеро Севан впадает около 28 ручьев и рек, а вытекает из него только одна река Раздан. В. П. Валесян (1955) насчитывает до 35 рек и речек, впадающих в озеро. Длина рек достигает 5 км, среднегодовой расход каждой из них не превышает 3,99 м<sup>3</sup>/сек (табл. 4). Лишь р. Масрик, ранее впадавшая в озеро Гилли, имеет длину 69 км.

Большая часть рек и наиболее крупные из них впадают в Большой Севан. В Малый Севан впадают лишь 4 реки.

Наиболее значительный расход имеют реки южной части бассейна — Аргичи, Варденис, Макенис и Даштагет. Поми-

## Реки бассейна озера Севан\*

Название реки	Длина реки в км	Площадь бассейна в кв. км	Средний годовой расход в м <sup>3</sup> /сек
Дзыкнагет . . . . .	23	96	0,88
Драхтик . . . . .	12	40	0,16
Арцатахберк (Агбулак) . .	10,6	23,5	0,04
Аргундж (Артаниш) . . . .	7,3	16,9	3,99
Новруз-оглы . . . . .	5,5	7,4	0,01
Дали-ага . . . . .	6,1	12,0	0,03
Джил . . . . .	10	18	0,07
Бабаджан . . . . .	7,4	19,1	—
Шампырт . . . . .	8,8	16,8	—
Памбак . . . . .	11	21,3	0,18
Хавсатахт (Дара) . . . . .	8,4	26,9	0,1
Сатанахач . . . . .	8,8	11	0,07
Саринер . . . . .	5,8	11,9	—
Шишкая . . . . .	5,2	8,6	—
Масрик . . . . .	69	510	—
Аргичи . . . . .	26	368	3,99
Даштагет (Дайшти) . . . .	25	93	0,73
Астхадзор . . . . .	20,2	49,8	—
Золакар . . . . .	13,5	32,4	—
Снеговая . . . . .	15,4	22,8	—
Варденис . . . . .	28	99	1,40
Алучалу . . . . .	20	76	0,27
Макенис . . . . .	24	114	0,85
Гаварагет . . . . .	48	428	3,34
Шохвак . . . . .	19,5	69	0,90
Цаккар . . . . .	4,1	64	0,88
Бахтак . . . . .	31	148	0,61

\* Данные для этой таблицы заимствованы из работ Б. Д. Зайкова и С. Ю. Белинкова (1932), В. К. Давыдова (1938) и частично В. П. Валесяна (1955), а также из Гидрологич. ежегодн., т. 3, в. 2—5, 1947 г.

мо указанных рек, относительно многоводны р. Дзыкнагет на севере, реки Гаварагет, Шохвак и Цаккар на западе и река Масрик на востоке. Указанные реки являются постоянными водными потоками. Другие реки, впадающие в озеро,— небольшие, непостоянные и носят порный характер. В северном и северо-восточном районах, на склонах Севанского и Арегунийского хребтов, наряду с множеством ручьев и речек, имеется большое количество оврагов и сухих логов, по которым поверхностный сток проходит во время ливней.

Кроме того, озеро питается еще рядом подземных источ-

ников. По данным В. К. Давыдова (1938), поверхностный сток в озеро Севан до начала спуска его уровня исчислялся в 660 млн. м<sup>3</sup> в год.

В годовом ходе стока в бассейне озера Севан отмечается ряд особенностей, обусловленных количеством выпадающих атмосферных осадков, температурой воздуха и геологическим строением территории. Так, максимальные расходы, связанные с таянием снега и ливневыми осадками, наблюдаются весной (апрель — июнь). Зимние расходы являются минимальными.

Химический состав воды притоков изучен С. Я. Лятти (1929). Степень минерализации воды притоков во много раз меньше воды озера. Притоки несут в озеро углекислоту гидрокарбонатную и избыточную в свободном состоянии. В воде рек СаО содержится в несколько раз больше, чем Na<sub>2</sub>O и MgO. Содержание SiO<sub>2</sub> в воде притоков во много раз выше, чем в озере. Реки и временные потоки доставляют осадочный материал во взвешенном, влекомом и растворенном состоянии.

Большая часть крупного обломочного материала, поступающего в озеро, остается в прибрежной его части, а более мелкий материал разносится по дну.

С. Я. Лятти (1932) изучил средний гранулометрический и химический состав взвешенных наносов.

Таблица 5  
Средний гранулометрический состав взвешенных наносов  
по С. Я. Лятти

Тип наносов	Фракции в %		
	1,00—0,25 мм	0,25—0,01 мм	<0,01 мм
Взвешенные наносы (среднее 16 речек) . . . . .	4,74	56,54	38,72

В гранулометрическом составе взвешенных наносов преобладает фракция 0,25—0,01 мм и около 40% приходится на частицы <0,01 мм. Свыше 50% в химическом составе их составляет SiO<sub>2</sub> (табл. 5 и 6).

Средний химический состав взвешенных наносов (среднее для четырех рек) по С. Я. Лятти

Компоненты	В процентах сухого вещества	Компоненты	В процентах сухого вещества
SiO <sub>2</sub>	55,35	MnO	0,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,94	TiO <sub>2</sub>	0,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,96	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,23
CaO	2,88	CO <sub>2</sub>	0,02
MgO	2,53	Гумус	5,16
K <sub>2</sub> O	1,16	N	0,23
Na <sub>2</sub> O	0,80	H <sub>2</sub> O	7,43

С. Я. Лятти вычислил, что ежегодно, вследствие испарения и других причин, из раствора поступающих в озеро притоков воды выпадает 24 074 т карбоната кальция, 23 158 т аморфного кремнезема и около 6 687 т прочих элементов и соединений (Mg, K, Na, S и HPO<sub>4</sub>). Данных о количестве поступающих влекомых наносов не имеется. По-видимому, роль их в питании озера невелика. Значительно больше материала поступает в озеро за счет эоловой аккумуляции.

Таблица 7

Средний гранулометрический состав эоловых наносов по С. Я. Лятти

Тип наносов	Фракции в %		
	1,00—0,25	0,25—0,01	<0,01
Эоловые наносы (среднее для восьми станций)	1,55	47,25	51,20

В гранулометрическом составе эоловых наносов (табл. 7) преобладает фракция <0,01 мм, а в химическом — (табл. 8) преобладают SiO<sub>2</sub>—54,50%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—в сумме достигающие 28,98%.

Общее количество поступавшего в озеро материала составляло 234 108 т ежегодно (табл. 9).

Таблица 8

Средний химический состав эоловых наносов  
по С. Я. Лятти (1932)

Компоненты	В процентах сухого вещества	Компоненты	В процентах сухого вещества
SiO <sub>2</sub>	54,50	MnO	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,98	TiO <sub>2</sub>	0,51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—
CaO		CO <sub>2</sub>	3,81
MgO	2,92	Гумус	6,82
K <sub>2</sub> O	0,83	N	0,39
Na <sub>2</sub> O	0,35	H <sub>2</sub> O	2,57

Таблица 9

Годовой приход взвешенных и эоловых наносов и химико-биогенных осадков по С. Я. Лятти (1932)

Тип наносов	Количество поступающего материала в тоннах
Взвешенные наносы . . . . .	130 734
Эоловые наносы . . . . .	49 455
Химико-биогенные осадки* . . . . .	53 919
Итого . . . . .	234 108

\* Под этим названием С. Я. Лятти объединяет соединения, выпавшие из раствора поступающей в озеро притоковой воды вследствие испарения и других причин. Имеются в виду CaCO<sub>3</sub>, аморфный SiO<sub>2</sub> и др. элементы и соединения (HPO<sub>4</sub>, K, Na, S).

### III. ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАСТЕЙ СНОСА БАССЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН

Окружающие озеро Севан горные массивы, разрушаясь, доставляют обломочный материал в этот водоем. Памбакский и Арегунийский хребты на участке от Цамакаберда до Шоржи сложены, по К. Н. Паффенгольцу (1934), туфогенными породами, туфами, туфобрекчиями с подчиненными пачками порфиритов и редко известняков.

Порфириты имеют серую, темносерую, желтоватую и зеленоватую окраску. Количественное соотношение вкрапленников и основной массы сильно варьирует. Вкрапленники представлены крупными кристаллами (до 3—5 мм) плагиоклазов и пироксенов, сильно разложившихся. Под микроскопом структура порфиритовая. Основная масса сильно разложена. Вкрапленники плагиоклазов могут быть отнесены к андезину-лабрадору, а иногда к битовниту (р. Дзыкнагет). Темноцветные минералы представлены исключительно авгитом. Иногда попадает и роговая обманка обыкновенная. Из редко встречающихся минералов отмечены апатит, хлорит, вторичный кварц.

По данным И. Г. Гаспарян (1950), изучавшей искусственные шлихи порфиритов, встречаются следующие минералы:

Тяжелые: пирит, ильменит, пикотит, магнетит, рутил, лимонит, гиперстен, диопсид, авгит, обыкновенная роговая обманка, альмандин, циркон, эпидот, турмалин, биотит, хлорит, титанит, апатит.

Легкие минералы: кварц, полевые шпаты разложившиеся, плагиоклазы.

Брекчиевидные порфириды синевато-фиолетового цвета, сильно разрушены и раздроблены. Наиболее распространенным минералом является авгит, затем можно отметить апатит и циркон, хлорит, обыкновенную роговую обманку, рутил, пикотит, пирит, биотит, иногда титанит, магнетит и лимонит.

Туфогенные породы имеют зеленоватую окраску. Под микроскопом обнаружены: кварц, кислые плагиоклазы и обломки лав.

Туфы кристаллические и аггломератовые зеленоватого, желтого, фиолетового и серого цвета. Основная масса их состоит из хлорита (делессит?), плагиоклаза, кварца, редко обыкновенной роговой обманки. Местами туфы эпидотизированы.

В искусственных шлихах туфов И. Г. Гаспарян отмечает из тяжелых минералов: магнетит, рутил, лимонит, гиперстен, авгит, обыкновенную роговую обманку, альмандин, циркон, эпидот, апатит; из легких минералов обнаружены: кварц, полевые шпаты.

Известняки отмечены в долине р. Дзыкнагет. Макроскопически они плотные, серого цвета. В нерастворимых остатках обнаружены: апатит, циркон, авгит, биотит, хлорит, магнетит, лимонит, доломит и очень редко рутил, альмандин и эпидот.

У сел. Шоржа также обнаружены известняки пелитоморфные и зернистые. В нерастворимых остатках этих пород зарегистрирован тот же комплекс минералов, а также диопсид, обыкновенная роговая обманка, пикотит.

Помимо описанных пород, широко распространенных в Памбакском и Арегунийском хребтах, И. Г. Гаспарян отмечены и другие, имеющие небольшое развитие в этом районе. Так, габбро обнаружен между Тохлуджа—Шоржа и в долине р. Дзыкнагет. Из тяжелых минералов в габбро зарегистрированы: пикотит, магнетит, рутил, лимонит, гиперстен, авгит, обыкновенная роговая обманка, альмандин, оливин, циркон, эпидот, хлорит, хромит, апатит.

Легкие минералы представлены: кварцем, разложенными полевыми шпатами, плагиоклазами, серпентином; полевые шпаты преобладают.

Из перечисленных минералов наиболее распространенным является авгит, значительно меньше апатита и редко встречается циркон; полевых шпатов больше, чем кварца.

Андезиты роговообманковые обнаружены между Цовагюхом и Тохлуджа. Отличаются они высоким содержанием апатита и эпидота, обыкновенной и базальтической роговой обманки и хлорита. В виде единичных зерен встречаются авгит, альмандин, рутил, пикотит; иногда встречаются магнетит, лимонит, плагиоклазы и кварц.

Базальты обнаружены у с. Тохлуджа. Это плотные породы, богатые содержанием авгита; обыкновенная роговая обманка отмечена в незначительном количестве.

Разнообразные брекчии и туфобрекчии распространены между Гомадзором и Цамакабердом и между Тохлуджа и Шоржа. Они состоят из обломков разнообразных пород порфиритового типа. Из тяжелых минералов в них присутствуют пирит, пикотит, магнетит, рутил, лимонит, диопсид, авгит, роговая обманка обыкновенная и базальтическая, альмандин, циркон, эпидот, биотит, хлорит, титанит, апатит. Легкие минералы представлены кварцем, кальцитом, разложенными полевыми шпатами, плагиоклазами.

Наиболее распространенными минералами в этих породах на участке Гомадзор—Цамакаберд являются: авгит, затем апатит, меньше обыкновенной роговой обманки и биотита, редко циркон и пирит. Помимо этого, отмечены магнетит, лимонит, полевые шпаты и кварц.

На участке Тохлуджа—Шоржа брекчии и туфобрекчии характеризуются сильно разложенным авгитом, апатитом, цирконом, незначительным содержанием альмандина, титанита, эпидота, роговой обманки обыкновенной и базальтической и хлорита; редкие зерна рутила, биотита, кальцита; много магнетита, лимонита, пелевого шпата; сравнительно мало кварца.

Песчаники были встречены в ущелье Гомадзор, где они представлены серыми плотными мелкозернистыми разностями своеобразной шаровидной отдельности, размером около 50—100 см. Порода серого цвета; под микроскопом в шлифах отмечены угловатые и угловато-округленные зерна разложленно-

го полевого шпата, микроклина, редкие зерна кварца и обломки порфирированных пород; изредка попадаются зерна апатита и рудных минералов (магнетит, лимонит). Цемент песчаника состоит из сильно измененного глинистого материала с примесью хлорита.

В шлихах обнаружено высокое содержание авгита, значительно меньше апатита, обыкновенной роговой обманки и биотита, редкие зерна циркона; наблюдается много лимонита, меньше магнетита. Из легких минералов отмечено высокое содержание полевых шпатов и значительно меньше кварца.

Хлоритизированные глинистые породы обнажаются на правом берегу р. Дзыкнагет, в 3 км от устья. Они имеют зеленую окраску, сланцеватое сложение и пелитоморфную структуру. Под микроскопом видно, что их основная масса состоит из преобладающего хлоритового вещества и глинистого материала. Среди тяжелых минералов отмечено высокое содержание авгита, значительно меньше гиперстена, еще меньше циркона и эпидота. Из легких минералов обнаружены кварц, кальцит и вулканическое стекло; много разложенных минералов.

Таким образом, породы, слагающие Памбакский и Арегунийский хребты в целом характеризуются высоким содержанием авгита, сравнительно меньше в них обыкновенной роговой обманки, эпидота, рутила, апатита, диопсида. Эти тяжелые минералы широко распространены почти во всех породах. Из легких минералов необходимо отметить полевые шпаты и менее распространенный кварц.

Севанский хребет сложен вулканогенной толщей, известняками, комплексом основных и ультраосновных пород и вулканогенно-обломочными образованиями. Здесь имеют развитие также метаморфические породы.

Вулканогенная толща сложена порфиритами, туфами и туфобрекчиями. Порфириты диабазовые с микровкрапленниками, представленными плагиоклазами и авгитом. Порода хлоритизирована и карбонатизирована.

Туфы и туфобрекчии порфиритов, а также диабазовые туфобрекчии и туфы сильно разложены.

Известняки обычно серые, темно-серые, желтовато-серые, слоистые и трещиноватые. В нерастворимых остатках известняков содержатся роговая обманка обыкновенная, а также биотит, титанит и пирит.

Основные и ультраосновные породы представлены габбро, перидотитами, дунитами, пироксенитами, анортозитами, лабрадоритами, серпентинитами. Габбро имеет зеленовато-серую окраску, средне- и крупнозернистое сложение. Главным минералом является плагиоклаз (андезин-битовнит); из темноцветных минералов в шлифах обнаружен авгит, а в некоторых разностях и роговая обманка (у Артаниша и Кяса-мана).

И. Г. Гаспарян (1950) в искусственных шлихах габбро отмечает следующие минералы: авгит и обыкновенная роговая обманка, реже тремолит и актинолит и еще реже: оливин, серпентин, гранат, циркон, биотит, рутил, магнетит, пирит.

Среди массивов габбро локальное распространение имеют троктолиты, состоящие в основном из оливина и плагиоклазов (лабрадор-битовнит); затем следуют авгит, обыкновенная роговая обманка, гиперстен; реже попадаются хромит, пирит, пикотит, магнетит, рутил, циркон и еще реже серпентин и хлорит.

Перидотиты обычно серпентинизированы, имеют зеленоватую окраску. Наиболее выветрелыми минералами являются оливин и авгит. Преобладает в породе серпентин; встречаются также магнетит, глаукофан, хромит, пикотит, пирит, гранат.

Дуниты сильно серпентинизированы и в основном состоят из оливина; иногда наблюдаются авгит, роговая обманка обыкновенная, эпидот и цоизит, хромит, магнетит и редкие зерна пикотита и пирита.

Т. Ш. Татевосян среди пироксенитов выделяет две разновидности: одни представлены энстатитом, другие — диаллагом. Из вторичных минералов в этих породах им отмечаются бесцветная роговая обманка, серпентин и хлорит.

По данным Т. Ш. Татевосяна и И. Г. Гаспарян, серпентиниты обычно представляют собой агрегаты антигорита и хризотила, а иногда бастита. В иммерсионных препаратах, помни-

мо серпентина, обнаружены магнетит, реже обыкновенная роговая обманка, актонолит, тремолит, глаукофан, еще реже биотит, оливин, пирит и пикотит.

Из метаморфических пород можно указать на амфиболиты, отличающиеся высоким содержанием обыкновенной роговой обманки и плагиоклазов; редко встречаются в них актинолит, эпидот, цоизит, титанит, магнетит и вторичный кварц.

Местами наблюдаются кварцевые диориты, содержащие большое количество обыкновенной роговой обманки и плагиоклаза, незначительное — актинолита, глаукофана, цоизита и редкие зерна циркона, апатита, рутила, титанита, пирита.

К. Н. Паффенгольц (1934) отмечает наличие даек диабазов в районе Шоржа-Артаниш. В шлифах им отмечены плагиоклазы (андезин-лабрадор), авгит, кварц и редко апатит и хлорит.

И. Г. Гаспарян (1950) обнаружены липариты с большим содержанием биотита, плагиоклаза и сравнительно редко встречающимся цирконом, апатитом, титанитом и еще реже рутилом, обыкновенной роговой обманкой, тремолитом, авгитом, магнетитом и кварцем.

Описав петрографический и минералогический состав пород, слагающих Севанский хребет, попытаемся установить зоны распространения определенных комплексов пород.

Участок от сел. Шоржа до сел. Бабаджан характеризуется широким развитием известняков, диабазовых порфиритов, рогово-обманковых габбро (у сел. Артаниш), перидотитов, серпентинитов. Минералогический состав их выражается роговообманково-авгитовой ассоциацией тяжелых минералов.

В полосе от сел. Бабаджан до сел. Памбак и несколько восточнее к сел. Дара в основном распространены габбро и местами диабазовые порфириты. В минералогическом составе пород преобладают авгит, меньше — обыкновенная роговая обманка.

Район сс. Памбак — Дара — Шишкая выделяется присутствием ультраосновных пород — перидотитов, серпентинитов, дунитов и редко габбро. Среди терригенных минералов

встречаются авгит, обыкновенная роговая обманка, биотит и серпентин.

Участок Шишкая — Зод отличается присутствием диабазовых порфиров, габбро, перидотитов и серпентинитов. Минералогический состав этих пород в целом характеризуется следующими тяжелыми минералами: авгитом, обыкновенной роговой обманкой, серпентином, тремолитом, биотитом.

В Вардениском и Гегамском хребтах широко развиты базальты четвертичного возраста и вулканогенные образования: андезиты, липариты, туфобрекчии и различные туфогенные породы плиоцена. Имеются также небольшие выходы известняков верхнего сенона и нижнего эоцена, а также вулканогенно-обломочные образования эоцена и олигоцена. Помимо этого, в Арцвакарском (Сарыкаинском) обрыве обнажаются песчаники, пеплы и галечники. К югу от Арцвакарского обрыва широко развиты различные пресноводно-озерные диатомовые отложения верхнего плиоцена.

Четвертичные андезито-базальтовые лавы широко представлены в южной и особенно в западной части озера. Среди этих лав различаются андезиты, андезито-базальты и базальты. Окраска лав разнообразная: черная, темно-серая, кирпично-красная. Мощность лавовых потоков колеблется от 2—3 до 30—40 м, а местами доходит до 100—150 м.

К. Н. Паффенгольц расчленяет лавы на следующие типы — А, В, С, Е\*.

Лавы типа А являются наиболее древними и распространены в районе Севан — Лчашен, а также на полосе Камо — Гехаркуник — Еранос. Локальное развитие они имеют у сел. Варденик. Общая мощность покрова достигает 40—60 м. Лавы относятся к базальтам и андезито-базальтам и имеют серую окраску.

В состав этих пород входят микролиты основного плагиоклаза (№№ 50, 60), пироксены, магнетит и вулканическое стекло.

В базальтах сел. Лчашен обнаружено много авгита, меньше хлорита и обыкновенной роговой обманки, еще меньше

---

\* В настоящее время данное расчленение лав не всеми исследователями принимается.

апатита. Из легких минералов отмечены полевые шпаты и кварц, причем первые преобладают.

В базальтах гор. Камо главным компонентом является оливин, значительно меньше авгита и очень мало пирита. Из легких минералов присутствуют плагиоклазы.

Базальты района сел. Еранос состоят из оливина и авгита; местами наблюдаются ромбический пироксен и амфиболы.

Лавы типа *B* распространены в районе сс. Дзорагюх, Золакар — Варденик, Неркин Алучалу и Цовак. Общая мощность 100—150 м. Они представлены андезитами и андезито-дацитами. Макроскопически породы имеют темно-серую и темно-коричневую окраску с вкрапленниками полевых шпатов и прозрачного кварца.

Структура породы гипокристаллически-порфировая. Вкрапленники представлены андезином, изредка роговой обманкой и авгитом. Основная масса состоит из андезина, заметного количества авгита, амфибола, магнетита и небольшого количества стекла.

В лавах у сел. Цовак И. Г. Гаспарян обнаружено много авгита и оливина, меньше серпентина и еще меньше пирита.

Лавы типа *C* отмечены к юго-западу от сел. Карчахпюр. Окрашены они в темно-серые тона, пористые и не содержат вкрапленников. Максимальная мощность 15—20 м. В породе обнаружены олигоклаз, андезин, авгит, магнетит и незначительное количество вулканического стекла. Среди вкрапленников отмечены авгит и плагиоклазы.

Лавы типа *E* распространены к югу от сс. Лчашен, Лчап, Верин и Неркин Геташен. Относятся они к пироксеновым андезитам. Окраска пород черная, черно-серая; состоят они из олигоклаза, магнетита и небольшого количества вулканического стекла. Вкрапленники являются олигоклазами и пироксенами. По данным И. Г. Гаспарян, эти лавы содержат много авгита и очень мало гематита, пирита, серпентина.

Андезиты плиоценового возраста имеют серую, коричневую, красноватую, сиреневую и фиолетовую окраску. Основная масса чаще всего гиалопилитовая, реже трахитовая или витрофировая. Вкрапленники представлены плагиокла-

зами ряда андезин-лабрадор, базальтической роговой обманкой, биотитом, реже встречается авгит, диопсид и гиперстен. К. Н. Паффенгольц выделяет андезиты роговообманковые, биотитово-роговообманковые и авгитово-роговообманковые.

Липариты имеют светло-серую и белую окраску. Вкрапленниками в них являются кварц, реже олигоклаз и санидин. Темноцветные минералы редки: биотит, роговая обманка или пироксен.

Липариты местами сопровождаются туфовыми и брекчиевидными образованиями, а также переслаиваются с обсидамианами.

Туфогенные породы, туфы и известняки распространены у сел. Акунк, на них мы не будем останавливаться.

На территории от с. Цовак до гор. Севан можно наблюдать следующие зоны развития определенных комплексов пород.

В районе сел. Цовак широким распространением пользуются андезиты, лавы типа *B* и липариты, которые, в целом, характеризуются наличием авгита, биотита, обыкновенной и отчасти базальтической роговой обманки, серпентина и гиперстена.

В полосе Цовинар — Цахкашен (севернее сел. Гехаркун) наблюдается развитие андезитов, лав типа *B*, *E* и *A*, которые, в целом, выделяются присутствием авгита, гиперстена и обыкновенной роговой обманки.

Наконец, участок от гор. Камо до сел. Лчашен сложен лавами типа *E*, а Лчашен — Севан — лавами типа *A*. Для этого комплекса пород характерны авгит, оливин и очень редко-обыкновенная роговая обманка.

Породы, распространенные в районах Вардениского и Гегамского хребтов, бедны тяжелыми минералами.

\* \* \*

Сравнивая минералогический состав материнских пород, слагающих все пять горных массивов, окружающих озеро Севан, приходим к выводу, что каждая из них характеризуется определенной ассоциацией минералов. Это является ценным признаком для дальнейшего сопоставления минералов коренных пород с минералами прибрежных осадков.

#### IV. ПРИБРЕЖНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ОЗЕРА СЕВАН

Прибрежная полоса озера Севан является областью накопления обломочного материала, перенесенного реками, отчасти временными потоками и ветрами.

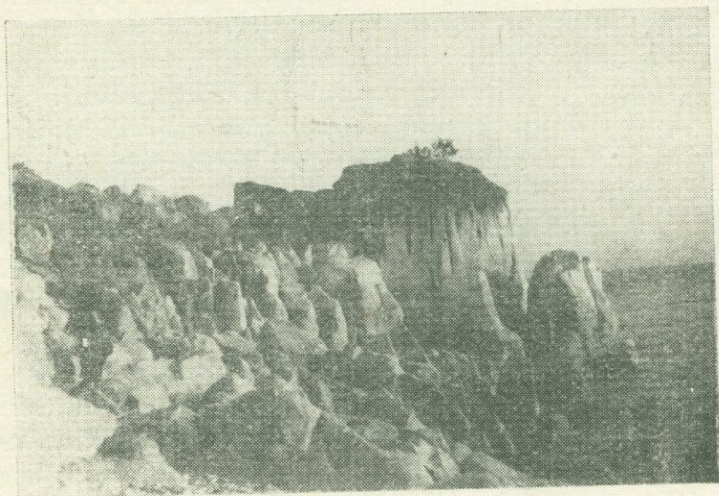
Ширина прибрежной полосы резко меняется в тесной зависимости от геоморфологических особенностей берега, от петрографического состава береговых образований и от удаленности горных массивов от береговой линии озера. Местами скалы подступают близко к озеру и здесь ширина прибрежной полосы резко сокращается (северо-восточный и северо-западный берега); иногда горы находятся на большом удалении от береговой линии, и ширина прибрежной полосы соответственно увеличивается (юго-восточный и юго-западный берега).

##### 1. Формы прибрежных отложений

В морфологическом отношении прибрежные осадки представлены «бесформенными» скоплениями крупнообломочного материала — линзами и валами.

«Бесформенные» скопления, сложенные глыбами и мелкими обломками пород, распространены на значительной площади или на ограниченных участках по северо-восточному и северо-западному берегам озера Севан. Так, например, подобные образования наблюдаются между сс. Цовагюх и Тохлуджа, где они состоят из огромных глыб порфиритов, покрытых белым налетом углекислого кальция. Очень крупные обломки пород нагромождены и у живописной скалы близ сел. Шоржа (фиг. 3). Сравнительно широкое распростра-

нение имеют эти образования между сс. Лчашен и Чкаловка и у сел. Норашен. Здесь огромный делювиальный плащ из глыб и обломков базальта спускается с гор и нагромождает прибрежную часть озера.



Фиг. 3. Обрыв и глыбы пород близ сел. Шоржа. Обнаженная из-под воды часть пород покрыта налетом карбонатов. На основной скале заметны „струйки“ карбоната, напоминающие следы струек и брызг волн. Вершина скалы не покрыта карбонатами; вероятно, до спуска озера она выступала из-под воды

Линзообразную форму залегания имеют обычно пески, которые встречаются среди бесформенных накоплений глыб и галечников. Линзы песков достигают иногда довольно крупных размеров — до 40—50 м в длину и 1—2 м в ширину. Такие линзы стмечаются, например, между сс. Тохлуджа и Шоржа, в полосе Дара-Памбак и Шоржа.

Валы являются наиболее выразительным типом прибрежных отложений. Наблюдаются они обычно на широких пологих берегах, где располагаются параллельно современному берегу озера (1-й тип) или простираются под некоторым углом к береговой линии (2-й тип).

Валы первого типа пользуются большим распространением, чем валы второго типа. Протяженность их меняется

от нескольких метров до сотен метров при высоте от 0,1 до 2,5 м; ширина свода — от 0,3 до 6 м. Углы наклона склонов колеблются от 0—2° до 33—40°. Разница в углах наклона одного и того же вала обычно значительная: примерно 2 и 12°, 3 и 19°, 10 и 20°, поэтому валы большей частью несимметричны, с крутым углом наклона к озеру и очень редко в противоположную сторону. Примером таких валов может служить район косы у с. Артаниш. Здесь, если проследить вал с юга на север, можно наглядно видеть несимметричную форму его, крутой склон направлен на юг и на север, в обоих случаях к берегу озера. Подобные валы наблюдаются у Арцвакарского (Сарыкаинского) мыса, между Башкендским кочевьем и сел. Еранос, на Масрикской равнине, в районе сс. Памбак, Бабаджан и др. Часто несимметричное строение валов приводит к образованию уступов и микротеррас. Эти валы имеют сравнительно крутой склон к озеру — 10—19° и 0° падения от озера. Такковы, например, прибрежные отложения юго-восточнее сел. Цовагюх, где резко выражен лишь один вал с углом наклона 14 и 10°, если не считать небольшие валики у береговой линии. Остальные «валы» представляют собой террасообразные площадки с углами падения склона к озеру 11—19° и от озера 0°. Подобные террасообразные уступы встречаются на Масрикской равнине, в районе сел. Бабаджан и др.

Иногда валы имеют более или менее симметричное строение. Такие валы распространены у сел. Шоржа. Углы наклона склонов их здесь примерно 11—15°, 10—12°, 7—8°, 3—5°.

Описываемые валы первого типа располагаются параллельными рядами, но иногда они сливаются друг с другом, образуя один общий вал (пристань Цовак).

Валы второго типа простираются обычно под углом 10—20° к береговой линии и редко до 40°. Размеры описываемых валов незначительные: их высота 15—50 см, ширина свода 10—30 см (очень редко больше, и то у древних валов), углы наклона склонов 8—40°, причем крутой склон направлен к зоне прибоя. Протяженность валов второго типа 1—2 м и редко до 8—12 м. Подобные валы имеют распространение в

различных участках озера Севан и, в частности, на южном берегу косы у сел. Артаниш. Здесь, под действием сильного бокового прибоя волн, формируются валы с углами наклона склонов  $30^\circ$  в зоне прибоя и  $5-10^\circ$  в противоположную сторону. Высота валов около 40 см, ширина свода 20—25 см, длина вала до 4—5 м. Простираение валов СЗ  $290^\circ$ , причем они параллельны друг другу. Общее простираение береговой линии СЗ  $300^\circ$ . Таким образом, валы направлены под углом  $10^\circ$  к берегу.

Между описанными валами обычно располагаются ложбины, или, как их иногда называют, «депрессии», имеющие корытообразную, овальную и линзовидную формы. Размеры депрессий колеблются в широких пределах: длина их колеблется от 6 до 1300 м, а ширина от 0,10 до 400 м. Ложбины либо сухие, либо заполнены водой. В последнем случае они представлены озерами, лагунами, болотами. Эти ложбины характеризуются присутствием большого количества водорослей (кочевки Гехаркуник и др.), болотной растительности (с. Цовинар, Цовак и др.) и зарослями камышей (Артанишский полуостров, севернее сел. Норадуз, у сел. Шоржа и др.). Постепенно они заполняются осадками, переносимыми реками, и высыхают. Древние ложбины более крупные по своим размерам, выдержаны по простираению и, как правило, сухие.

Литологический состав осадков, слагающих валы первого типа и ложбины, различен; в строении их принимают участие пески и обломки пород. Валы чаще сложены песками, а ложбины — более грубым материалом. Иногда и ложбины бывают сложены тонким материалом, и в этом случае здесь развита болотная растительность. Валы второго типа обычно сложены грубыми угловатыми обломками пород и щебнем.

Остановимся несколько подробнее на литологическом составе осадков, слагающих валы первого типа, как наиболее распространенных. Эти валы, как было отмечено, сложены песками, причем структурные особенности материала и окраска его очень быстро меняются по простираению вала в зависимости от состава материнских пород и их расположения (по отношению к прибрежной части озера). Например,

вал, протягивающийся от Гехаркуникского кочевья в сторону сел. Еранос, вначале сложен песками среднезернистой структуры и имеет сероватую окраску, затем через несколько сот метров песок становится мелкозернистым, а окраска его несколько темнеет. Это явление находится в тесной зависимости от положения материнских пород по отношению к береговой линии. У кочевья сел. Гехаркуник коренные породы находятся очень близко от береговой линии (15—25 м) и поэтому обломочный материал в этой части вала грубый. Затем ширина берега увеличивается на протяжении 1,2 км до 200—300 м; естественно, обломочный материал, перенесенный на большое расстояние, становится более мелким. Иногда на поверхности валов можно заметить тонкий прослой песка, обогащенный магнетитом. Такие валы встречаются у устья р. Драхтик, у пристани Мартуни, на Масрикской равнине и др.

Изучая валы и ложбины между ними, можно наметить этапы миграции береговой линии озера Севан в ближайшем прошлом. В случае плохо сохранившихся валов, можно руководствоваться сменой литологического состава прибрежных отложений в направлении от береговой линии озера к коренным породам, предполагая при этом, что в зоне распространения песка (и отчасти гравия) располагались валы, а в полосе развития угловатых обломков пород (и отчасти глин) — ложбины. Иногда берега бывают сплошь сложены одной и той же породой; тогда можно принять во внимание следы болотной растительности, указывающие на бывшие лагуны.

Приведем несколько примеров. В районе пристани сел. Цовак валы и ложбины (частично распаханые) сравнительно хорошо сохранились; их всего 16, но четко выражены только 5.

В 5 км восточнее сел. Мартуни на пологом берегу наблюдается чередование валов и лагун. Валы сложены песками, а лагуны — глиной с растительными остатками. Наиболее молодые лагуны (1-ая и 2-ая) заполнены водой, а более древние — 3-я — еще сырая и 4-я — совершенно сухая. Таким образом, здесь наблюдается постепенное высыхание лагун, но поскольку здесь берег очень пологий, то при сильном прибое и древние лагуны периодически заполняются водой.

В 1,5 км восточнее сел. Цовинар берег сложен песками, причем валы здесь почти сnivelированы. Между бывшими валами располагались заболоченные лагуны с растительностью, остатки которых еще сохранились и расположены рядами параллельно друг другу и береговой линии озера. Всего насчитывается четыре ряда валов, а следовательно, в ближайшем прошлом было четыре этапа отступления береговой линии озера.

Таких примеров можно привести много. Все эти признаки, а также карбонатные полосы и пятна, наблюдаемые на берегах, могут помочь восстановить динамику миграции береговой линии озера.

Широкое распространение в прибрежной части озера имеют волноприбойные знаки, напоминающие описанные валы в миниатюре. Они обычно либо параллельны береговой линии, либо располагаются под некоторым углом к ней. Например, между сс. Цовагюх и Тохлуджа, на берегу, сложенном из мелкого гравия (3—6 мм), волноприбойные знаки хорошо выражены. Наиболее крупные, ярко выделяющиеся знаки почти параллельны берегу; их простираение СЗ 295°, а берега — СЗ 300°. Наиболее мелкие знаки направлены на СЗ 320°, т. е. под углом 20° к береговой линии.

Аналогичные волноприбойные знаки прослеживаются в береговой части озера между сс. Тохлуджа и Шоржа.

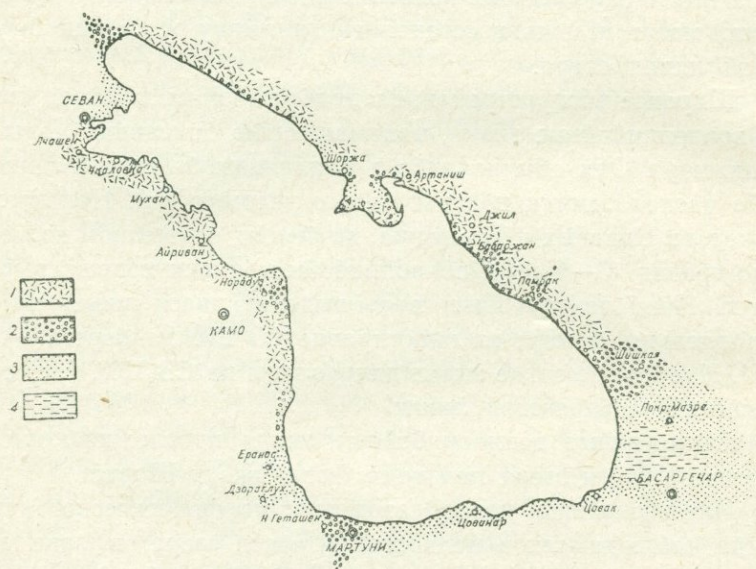
Интереснейшие новообразования морфологического порядка наблюдаются в мелководной части озера, в зоне затишья, близ какой-либо косы, вновь обнаженной из-под воды озера в связи с ее спуском. Эти новообразования представлены бугорками — оплывинами, микродюнами в форме полумесяца и, наконец, микровалами волнистой формы. Новообразования постепенно растут и укрепляются, но иногда вновь набежавшей волной смываются. Подобные образования наблюдаются у кочевья сел. Гехаркуник, у сел. Цовинар и др.

Все описанные разнообразные формы прибрежных отложений своим образованием обязаны, в первую очередь, работе прибоя волн, направление и сила которых находятся в тесной зависимости от ветрового режима в бассейне озера Севан. Естественно, геоморфологические условия береговой

полосы, характер коренных пород и их состав и другие факторы играют также большую роль в формировании различных типов морфологических прибрежных образований.

## 2. Литологический состав прибрежных отложений

Литологический состав прибрежных отложений (фиг. 4) находится в тесной зависимости, главным образом, от состава материнских пород и дальности расположения их от



Фиг. 4. Схематическая литологическая карта прибрежных отложений озера Севан: 1—глыбы, угловатые обломки пород, щебень, дресва; 2—галька и гравий; 3—пески; 4—торфяники и торфяные болота

береговой линии. В зависимости от этих факторов и ряда других (наличие притоков, сила прибой волн, присутствие растительности) образуются разнообразные по крупности обломочные породы.

По морфологическим признакам крупные обломки делятся на угловатые, угловато-округленные и округленные.

1. Угловатая форма обломков:

а) Глыбы пород. Их размер от 6 м до 1 м. Приурочены

они к скалистым берегам и широкого распространения не имеют.

б) Угловатые обломки пород имеют размер от 1 м до 10 см; чаще всего 20—25 см. Они пользуются широким развитием и встречаются на узких берегах, близ выходов коренных пород.

в) Щебень представлен угловатыми обломками от 10 до 3 см; большей частью попадают обломки от 8 до 10 см.

г) Дресва состоит из обломков от 3 до 1 см. Встречается сравнительно редко.

2. Округленная и угловато-округленная форма обломков:

а) Валуны встречаются разнообразных форм размером от 30 до 20 см.

б) Гальки по своей форме могут быть разделены на изометрические и плоские. Изометрические гальки имеют угловато-округленную и округленную форму. Размер их колеблется от 10 до 1 см. Этот тип галек характерен для широких берегов с далеким расположением гор (с. Цовак, Норадуз и др.). Плоские гальки со сглаженными контурами размером от 8 до 2 см присущи также сравнительно широким берегам при недалеком расположении материнских пород от береговой линии. Форма галек находится в зависимости и от петрографического состава пород.

в) Гравий состоит из частиц размером от 1 до 0,3 см.

Среди мелкого материала выделяются:

1. Пески (от 1 до 0,1 мм): крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые. Имеют местами широкое распространение.

2. Алевриты (от 0,1 до 0,01 мм) встречаются очень редко.

3. Глины (меньше 0,01 мм) наблюдаются лишь в лагунах.

Кроме отмеченных рыхлых пород, встречаются и плотные образования, сцементированные карбонатами. Цементации подвергнуты все типы пород с образованием песчаников, брекчий и конгломератов, очень плотных. Карбонаты не только цементируют обломочный материал, но и составляют пленки и налеты на грубых обломках и на поверхности коренных пород.

Каково же распространение выделенных типов пород в прибрежной части озера Севан?

Глыбы, разнообразные обломки пород, щебень и дресва наиболее широким распространением пользуются вдоль берегов Малого Севана, а на западном и юго-восточном берегах Большого Севана встречаются отдельные незначительные участки.

У Цамакаберда берег сложен угловатыми обломками порфиритов разных размеров, до 1 м, в среднем 2—3 см. На протяжении Лчашен — Чкаловка — Айриван наблюдается скопление угловатых обломков базальта с белым налетом карбонатов. Обломки базальтов размером 5—7 см, редко 10 см; прослеживаются они и в районе мыса Норадуз.

Очень крупные глыбы размером до 3 м встречены между сел. Айриваном и устьем р. Гаварагет.

Полоса береговых отложений между мысом Арцвакар и кочевьем сел. Гехаркуник сложена угловатыми обломками, щебнем и редко глыбами базальтов. Затем, незначительные пятна, сложенные обломками базальтов, обнаружены между сс. Еранос и Алучалу, у сс. Дзорагюх; Мартуни. Западнее сс. Карчахпюр и Цовак встречаются крупные обломки пород и глыбы базальтов размером до 5—6 м. Угловатые обломки основных пород (габбро, перидотиты, серпентиниты) сравнительно широкое распространение имеют между сс. Памбак — Бабаджан — Джил — Артаниш.

Южный берег косы у сел. Артаниш и полоса берега от Артаниша на юго-восток сложены угловатыми обломками пород размером до 10—15 см, в среднем 8 см.

У Трех Шишек встречаются обломки пород размером 40—60 см, а иногда 1,5 м.

Между сс. Шоржа и Тохлуджа имеются отдельные участки, замороженные глыбами и обломками туфогенных пород, а между р. Тохлуджа и сел. Цовагюхом тянется полоса обломков порфиритов размером до 50 см и более, в среднем 7—10 см.

Гальки, гравий и редко валуны распространены в основном вдоль берегов Большого Севана, а на Малом Севане попадаются в виде отдельных скоплений. Гальки и гравий залегают в виде линз, полос или пятен среди обломков по-

род и песков, либо слагают валы. Большое скопление галек порфиристов наблюдается у сел. Цамакаберд; редко попадаются гальки туфов; размер галек в среднем 5 см.

Начиная от сел. Чкаловка до сел. Айриван, гальки встречаются вместе с угловатыми обломками базальтов. Здесь чаще всего наблюдаются линзообразные и кучевые скопления галек. Очень редко встречаются скопления галек в виде отдельных полос. Такие полосы попадают в восточнее сел. Ахкала; протяженность этой полосы около 300 м, при ширине 2—3 м. Гальки хорошо окатанные, изометрические, размером 5—6 см.

Далее, на юго-восток от сел. Айриван по побережью встречаются отдельные небольшие скопления галек. В 7—8 км юго-восточнее сел. Айриван гальки смешаны с гравием и крупнозернистым песком. На этом участке гальки распространены и в ложбинах. Далее на юго-восток до устья р. Гаварагет количество их постепенно меняется, то увеличиваясь, то уменьшаясь.

Сплошное распространение галек наблюдается у пристани Норадуз и далее по направлению к мысу Норадуз. Иногда в этом участке попадают поля, сложенные обломками пород, где гальки представлены линзообразными или бесформенными скоплениями и имеют изометрическую или плоскую форму.

Начиная от мыса Норадуз до мыса Арцвакар, гальки имеют в основном изометрическую форму. На юг от Сарьякинского мыса гальки распространены в прибрежной части озера, местами покрывая поверхность валов. Они представлены полосами, расположенными на расстоянии 40 м от уреза воды. Такой тип берега продолжается около 4 км, после чего гальки встречаются в виде отдельных скоплений.

Начиная от Гехаркуникского кочевья до сел. Еранос и далее на юго-восток, гальки наблюдаются в основном в ложбинах и на древних валах.

В 160—170 м юго-западнее р. Цаккар наблюдается сплошное распространение галек, слагающих местами береговые валы. Эта полоса протягивается примерно на 700 м, далее гальки встречаются в ложбинах, за которыми следуют забо-

лоченные участки, а затем до дороги наблюдается широкое распространение галек вплоть до пристани Мартуни.

Так как берег между р. Аргичи и пристанью Мартуни изрезан многочисленными речками и их притоками, здесь наблюдаются почти изометрические гальки речного характера, которые образуют конусообразные выносы. На этом участке береговой вал, сложенный песками, часто содержит и гальки, среди которых встречаются валуны.

Распространение галек достигает своего максимума в устьях ручейков. Примером может служить устье р. Варденис и ее притоков, где гальки имеют изометрическую форму и образуют большие скопления. На этом участке можно наблюдать несколько полос древних валов, сложенных изометрическими гальками. Этот тип прибрежных отложений продолжается до сел. Цовинар, после чего встречаются смешанные с песком гальки, из которых сформированы современные и древние валы; валы продолжают до р. Алучалу, где сплошное распространение имеют изометрические и частично плоские гальки размером до 10—25 см. Восточнее устья р. Алучалу встречаются гальки, в которых присутствуют валуны.

Значительное скопление галек наблюдается у устья р. Макенис. Между сс. Карчахпюр и Цовак гальки прослеживаются в виде отдельных полос, сложенных исключительно изометрическими гальками. Здесь они отмечаются как на склонах, так и на поверхности берегового вала; затем количество их по направлению к сел. Цовак увеличивается, и вал сложен уже исключительно гальками. У сел. Цовак этот вал расположен непосредственно у береговой линии и часто прерывается нагромождениями обломков и пород, которыми сложен берег озера.

Начиная от сел. Цовак до р. Шишкая и далее, гальки отличаются плоской формой и смешаны с песком и гравием. Значительное распространение гальки имеют и на поверхности современных и древних валов, а иногда они протягиваются в виде отдельных полос.

Между рр. Шишкая и Сатанахач многочисленные речки и ручейки, приносящие большое количество галек, образуют

конуса выноса. Этим и объясняется широкое развитие здесь галечных образований, залегающих в виде отдельных полос. Местами гальки встречаются в смеси с гравием и песком.

На северо-восточном берегу озера Севан распространены плоские гальки.

От р. Сатанахач до р. Памбак плоские гальки протягиваются отдельными полосами вдоль всего берега и формируют древние валы. Количество их увеличивается в приустьевых частях рек. В 1,5 км от сел. Памбак гальки сменяются обломками пород, в которых они встречаются в линзообразном залегании. Выдерживается лишь полоса галек шириной до 7 м, находящаяся на расстоянии 10—30 м от уреза воды.

Подобная картина наблюдается в районе р. Джил и от р. Дали-ага до района сел. Артаниш.

В районе сел. Бабаджан гальки встречаются в смеси с песком, гравием и валунами и протягиваются примерно на 4 км.

По середине косы сел. Артаниш прослеживается мощная полоса плоских галек, а на берегу Артанишского полуострова распространены гальки с валунами.

У сел. Шоржа побережье сложено изометрическими гальками (размером до 10 см, в среднем 4 см) и плоскими (размером до 20 см, в среднем 10 см).

Между сс. Шоржа и Тохлуджа широко распространены гальки не только изометрической, но и плоской формы. Участок между р. Тохлуджа и сел. Цовагюх сложен также гальками, размером от 3 до 20 см.

Пески развиты главным образом по берегам Большого Севана. Для побережья Малого Севана характерно линзообразное скопление песка. Пески обычно встречаются среди обломков пород и галек, и очень редко они залегают в виде полос или обширных полей. Наибольшим распространением пользуются мелкозернистые и среднезернистые пески (табл. 10).

У сел. Цамакаберд и до сел. Чкаловки скопления песка (среднезернистого и редко крупнозернистого) очень незначительны. Лишь только у сел. Лчашен наблюдается заметная полоса развития песка серого цвета шириной 3—5 м. От сел. Чкаловки до сел. Мухан пески очень редки и отмечаются

в виде небольших скоплений шириной до 8 м и протяженностью до 40—50 м.

Южнее сел. Айриван на широком берегу озера распространены пески черного цвета, слагающие береговой вал. Длина вала 100 м, а ширина 1 м. Далее вал плохо заметен, но песчаная полоса простирается на расстоянии 500 м при ширине от 10 до 40 м.

У пристани Норадуз берег сложен песками черного цвета шириной полосы около 24 м. Пески распространены у мыса Арцвакар, у кочевки сел. Гехаркуник, у сел. Еранос, у сел. Цаккар и между р. Варденис и сел. Мартуни.

В 1,5 км восточнее сел. Цовинар на протяжении 0,5 км наблюдаются валы, которые в западной части сложены обломками пород, а затем на восток постепенно переходят в грубозернистые и, наконец, в мелкозернистые пески.

У сел. Цовак, в Масрикской равнине и у сел. Дара пески пользуются широким развитием и слагают многочисленные валы.

Ложбины в этой части берега плохо сохранились, так как они распаханы, и лишь камышковые заросли являются свидетелями бывших лагун.

Полоса песка наблюдается у сс. Памбак, Бабаджан и Джил, но валы здесь не сохранились, так как распаханы населением.

Берег у сел. Шоржа и далее до мыса Три Шишки сложен частично песками. На полоске Шоржа—Тохлуджа пески встречаются в виде небольших линз и скоплений среди обломков пород и галек. Ширина линз достигает 3 м, а длина—100 м.

У устья р. Драхтик отмечены участки, сложенные песками различной крупности. Местами пески обогащены магнетитом.

От с. Драхтик до сел. Цовагох пески очень редки, в виде небольших скоплений между крупными обломками пород.

У Цовагоха наблюдается ряд валов, сложенных песком с гальками, переходящими в обломки пород.

Помимо рыхлых отложений, как было отмечено, на берегах озера Севан имеются и плотные образования, сцементированные карбонатами; местами встречаются грибovidные кар-

бонатные образования. Налеты и пленки карбонатов на обнажениях или на глыбах и валунах являются обычным явлением и свидетельствуют о былом уровне озера. Подобные образования широко развиты на крутых берегах главным образом Малого Севана и на полосе Шишкая-Дара, т. е. на берегах Большого Севана.

На широких и пологих берегах Большого Севана цементированных участков не наблюдается, так как обильная растительность выделяет углекислоту, препятствующую образованию углекислого кальция. Наиболее разительным участком сплошного развития карбонатизации является район мыса Три Шишки, где цементации подвергнуты глыбы пород, гальки и грубозернистые пески. Цементация и пленка карбонатов на породах сильно развиты также на участках Тохлуджа — Цовагох и Лчашен — Чкаловка — Айриван.

Помимо современных полос цементации наблюдаются и более древние. Например, у сел. Гюней (Сатанахач) имеются три яруса цементированного материала, в долине р. Раздан — два яруса. То же самое наблюдается у устья р. Масрик. Эти цементированные участки говорят о былом уровне озера.

В полосе распространения прибрежных отложений имеются заболоченные участки, образование которых объясняется следующими факторами:

1) Подземные воды, выходящие на поверхность в виде родников, иногда бывают настолько слабыми, что не в силах пробить себе путь в озеро и заболачивают данную местность. Примером могут служить заболоченные участки между сс. Карчахпюр и Цовак, северо-западнее потока Гельских родников, между сс. Неркин Геташен — Мартуни — Цовинар и др.

2) Во время спуска воды озера на очень пологих берегах вода скапливается в отдельных ложбинах, которые иногда, как было отмечено раньше, обновляются сильным прибоем волны. Такие заболоченные участки обычно покрыты болотной растительностью, камышами. Для примера можно привести район сел. Шоржа, кочевки сел. Гехаркуник, восточный склон Арташишского полуострова, район сел. Дара и др.

3) Спуск озерной воды и, следовательно, изменение базиса эрозии рек, впадающих в Севан, не вызывает усиленного эродирования ложа потока, а наоборот, приводит к заболачиванию приустьевых частей рек, к разветвлению русел на ряд рукавов и ослаблению скорости водного потока. Береговой вал, иногда даже небольших размеров, является непреодолимым препятствием для реки, которая, будучи не в состоянии пробить себе новое русло, следует вдоль берегового вала. Это явление наблюдается повсюду в бассейне озера Севан и в настоящее время, особенно у сел. Цовагюх, у устья р. Дзыкнагет. То же самое наблюдалось у устья р. Масрик, одного из крупных притоков озера Севан, в связи с чем пришлось проложить искусственно новое русло.

### 3. Минералогический состав прибрежных отложений

Прибрежные песчано-алевритовые отложения подверглись детальному минералогическому исследованию (табл. 10). Микроскопическими анализами обнаружены следующие минералы:

I. Тяжелые: пирротин, пирит, марказит, ильменит, гематит, пикотит, магнетит, рутил, анатаз, лейкоксен, брукит, лимонит, доломит, барит, целестин, ангидрит, апатит, оливин, циркон, дистен, андалузит, силлиманит, дюмортьерит, ставролит, альмандин, титанит, турмалин, энстатит, гиперстен, диопсид, авгит, тремолит, актинолит, роговые обманки — обыкновенная и базальтическая, глаукофан, цонзит, эпидот, биотит, мусковит, хлорит, хлоритоид.

II. Легкие минералы: кварц, вулканическое стекло, кальцит, гипс, глауконит, серпентин, полевые шпаты.

Содержание тяжелых минералов во фракции 0,01—0,21 мм колеблется в значительных пределах в зависимости от характера материнской породы и наличия притоков, впадающих в озеро Севан в изучаемом районе прибрежных осадков. Обычно притоки обогащены тяжелыми минералами, и при смешивании аллювия с прибрежными осадками получается увеличение содержания тяжелой части фракции 0,01—0,21 мм.

В зоне распространения базальтов содержание тяжелой части незначительное — от 0,01 до 14,79%.



В полосе развития порфиритов и их туфов наблюдается увеличение содержания тяжелой части, а именно: от 0,32 до 36,25%. Наконец, в районах распространения ультраосновных пород содержание тяжелой части большое — от 2,9 до 87,4%.

Различное содержание тяжелой части в прибрежных осадках в зависимости от материнских пород объясняется наличием в основном рудных минералов.

### ТЯЖЕЛЫЕ МИНЕРАЛЫ

**Пирротин** представлен неправильными угловатыми зернами, имеет золотисто-бронзовый блеск и обладает магнитными свойствами, на поверхности зерен пятна гидроокислов железа. Сравнительно редок в прибрежных осадках и развит в районах сс. Памбак, Дара, Покр и Мец Масра, Цовак.

**Пирит** встречается в виде зерен причудливой формы и очень редко в виде идиоморфных кубиков желтого цвета. Зерна пирита отмечены в прибрежных осадках мыса Глаголь, у сел. Памбак, у устья р. Масрик и у сел. Цовак.

**Марказит** встречается в виде угловато-округленных зерен и имеет серовато-желтую окраску в отраженном свете. Встречается редко в прибрежных осадках.

**Ильменит** — угловато-округленные, неправильные зерна с характерным синеватым металлическим блеском. На поверхности зерен отмечены белые налеты лейкоксена. Встречается в ряде пунктов, в том числе от Артаниша до мыса Арсвакар.

**Гематит** — угловато-округленные зерна коричневатобурого цвета. Зерна сильно лимонитизированы. Встречается в осадках от сел. Артаниш до сел. Мухан.

**Пикротит** — угловатые и угловато-округленные зерна, полупрозрачные, красновато-коричневого и коричневатобурого цвета. Встречается в незначительном количестве или в виде редких зерен в районе сс. Тохлуджа, Памбак, Покр и Мец Масра, Цовак.

**Магнетит** — октаэдрические зерна с характерным металли-

- ческим блеском. На поверхности зерен наблюдаются пятна гидроокислов железа. Магнетит пользуется широким распространением.
- Рутил** — зерна имеют вытянутую, угловато-округленную форму. Цвет красновато-бурый, коричневый и желтый. Коленчатые двойники плохо выражены. Встречаются в виде редких зерен в районе сс. Тохлуджа, Памбак, Цовак, Мартуни.
- Анатаз** — зерна имеют квадратную форму и бледно-желтую окраску. Сравнительно редкий минерал. Встречается в прибрежных осадках района сс. Цовагох — Тохлуджа.
- Брукит** — угловато-округленные зерна коричневой окраски. Встречаются редко и в основном в районе сел. Цовагох — р. Тохлуджа.
- Лимонит** — угловато-округленные, округленные зерна и землистые агрегаты бурого и коричневатого цвета. Часто зерна полупрозрачны, а иногда и непрозрачны. Широко распространенный минерал.
- Доломит** — зерна имеют ромбоэдрическую форму, бесцветные. Встречаются в зонах карбонатизации, в виде редких зерен
- Барит** — идиоморфные или угловатые зерна, бесцветные. Встречается очень редко и в виде единичных зерен.
- Целестин** — волокнистые зерна, встречается очень редко.
- Ангидрит** — идиоморфные или угловато-округленные зерна, бесцветные. Встречается редко и в виде единичных зерен на отдельных участках.
- Апатит** — призматические, угловато-округленные и округленные зерна; бесцветные. Сравнительно редко распространен в осадках.
- Оливин** — угловатые и угловато-округленные зерна. Окраска желтовато-зеленая, светло-желтая, иногда бесцветен. Очень редкий минерал в связи с его неустойчивостью при переносе. Попадает в районах сс. Памбак, Дара, Шишкая и др.
- Циркон** — призматические зерна с пирамидальными концами; редко угловато-округленные. Зерна в основном бес-

цветные, но встречаются бледно-розовые и бледно-желтые разновидности. Встречается редко и в незначительном количестве.

**Дистен** — вытянутые зерна с характерной спайностью поперек удлинения. Встречается очень редко.

**Андалузит** — угловатые зерна с резким плеохроизмом в розовых тонах. Встречается очень редко.

**Силлиманит** — вытянутые зерна волокнистого строения: бесцветный или с бледно-желтым оттенком. Имеет локальное распространение на территории Дара — Покр и Мец Масра — Цовак.

**Дюмортьерит** — вытянутые волокнистые зерна с характерными свойствами плеохроизма. Встречается очень редко.

**Ставролит** — угловато-округленные, вытянутые зерна с характерным плеохроизмом от желтого до коричневого. Очень редок.

**Альмандин** — угловато-округленные и округленные зерна; поверхность минерала шероховатая; бесцветный. Попадает очень редко и то в виде единичных зерен.

**Титанит** — угловатые и угловато-округленные зерна; бесцветный и редко с желтоватым оттенком. Иногда зерна трещиноватые с выделением гидроксидов железа. Встречается очень редко.

**Турмалин** — призматические и угловатые зерна с плеохроизмом от бесцветного до черного. Встречается редко.

**Энстатит** — угловатые, иногда призматические зерна с включениями магнетита; местами наблюдается переход в серпентин. Распространен в районах Тохлуджа — Шоржа — Бабаджан — Дара.

**Гиперстен** — призматические зерна с резким плеохроизмом от коричневатого-зеленого до зеленого. Отмечаются две разновидности гиперстена: коричневые и зеленые. Гиперстен встречается повсюду, но наиболее широким распространением пользуется в районе Цовинар — Гехаркуник.

**Диопсид** — зерна имеют угловато-округленную и вытянутую форму с зазубренными краями; окраска бледно-зеленая. Сравнительно редок в прибрежных осадках.

**Авгит** — вытянутые, угловато-округленные и округленные

- зерна. Окраска ярко-зеленая и реже темно-зеленая. Свежий и редко трещиноватый с выделением гидроокислов железа. В зернах авгита наблюдаются включения магнетита, рутила и др. минералов. Авгит является наиболее распространенным минералом.
- Тремолит** — вытянутые зерна с характерной вертикальной спайностью, бесцветные. Очень редкий минерал. Обнаружен на участке Мец Мазра — Цовак.
- Актинолит** — вытянутые зерна с волокнистым строением и бледно-зеленым цветом. Плеохроизм почти отсутствует. Очень редкий минерал.
- Роговая обманка обыкновенная** — вытянутые зерна с характерной спайностью и зеленой окраской. Окраска иногда пятнистая: наиболее густая в середине и бледная на краях. Плеохроизм слабый в желтовато-зеленоватых тонах. Пользуется широким распространением.
- Роговая обманка базальтическая** — вытянутые зерна с резким плеохроизмом в красновато-коричневатобуроватых тонах. Встречается в осадках района сс. Шоржа, Артаниш, Бабаджан, Цовак и других местах юго-западного побережья.
- Глаукофан** — вытянутые зерна со сглаженными контурами; плеохроизм в синеватых тонах. Встречается очень редко.
- Цоизит** — угловатые зерна, бесцветные, с характерной синей интерференционной окраской. Обычно цоизит сопровождается эпидотом.
- Эпидот** — угловато-округленные зерна, желтовато-зеленого или темно-зеленого цвета. Плеохроизм слабый в зеленоватых тонах. Иногда зерна загрязнены вторичными выделениями. Встречается довольно часто.
- Биотит** — литоватые и таблитчатые зерна бурого, коричневого и желтого цвета. Имеет локальное распространение от сел. Бабаджан до сел. Цовак (до 33%) и редко в других пунктах.
- Мусковит** — листоватые зерна, бесцветные. Очень редко попадает в прибрежных осадках.
- Хлорит** — пластинчатые зерна чашуйчатого строения, светло-зеленого, зеленого и желтовато-зеленого цвета. Очень редкий минерал.

Хлоритид — пластинчатые зерна с агрегатным угасанием.  
Встречается чрезвычайно редко.

### ЛЕГКИЕ МИНЕРАЛЫ

Кварц — угловатые, угловато-округленные и редко округленные зерна, бесцветный. Часто на поверхности зерен замечаются посторонние примеси, придающие зерну мутный вид. По микроскопическим трещинам наблюдаются выделения гидроокислов железа. Встречается сравнительно редко.

Вулканические стекла — оскольчатые, угловатые зерна, бесцветные. Имеют большое распространение в районах сс. Памбак, Гехаркуник, Мухан и др.

Кальцит — зерна имеют неправильную форму либо встречаются в виде агрегатов новообразованных кристалликов. Широко распространен кальцит в цементированных участках берегов Севана.

Гипс — пластинчатые зерна, бесцветные, с характерным низким рельефом. Встречается очень редко в виде единичных зерен.

Глауконит — округлые зерна бледно-зеленого цвета. Встречается редко.

Серпентин — вытянутые и угловатые зерна с волокнистым строением; бесцветный или со светло-желтым оттенком. Широко распространен от сел. Дара до сел. Цовак.

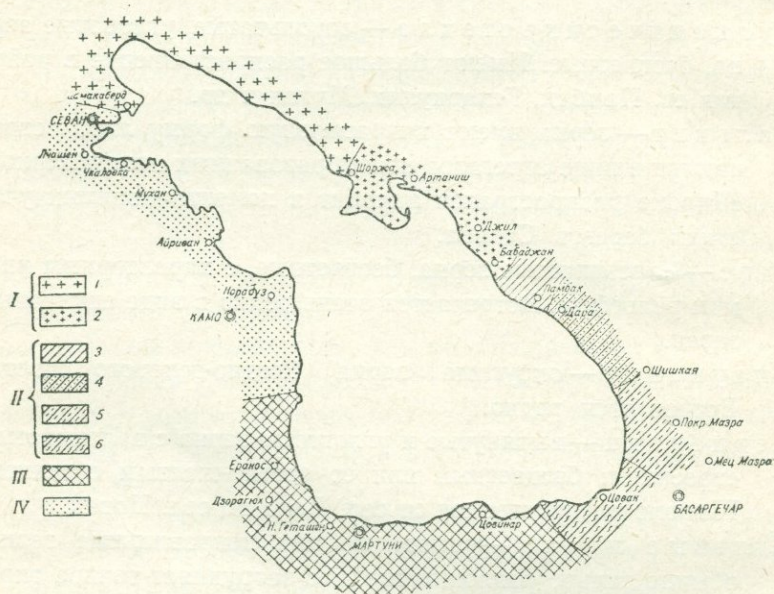
Полевые шпаты — угловатые или неправильные зерна, обычно сильно разложенные, что затрудняет точное определение минерала.

Среди них наиболее точному определению поддаются плагиоклазы. Форма их зерен призматическая, угловато-округленная и неправильная. По измерению угла угасания в симметричной зоне ( $12-35^\circ$ ), среди них отмечаются альбит, олигоклаз, андезин и лабрадор. Полевые шпаты наиболее распространенные из легких минералов (см. группу разложенных минералов, которые большей

частью состоят из полевых шпатов). Содержание их доходит до 70%.

Из всех обнаруженных минералов руководящими, т. е. характеризующими отдельные участки прибрежных отложений озера Севан, являются: авгит, роговые обманки обыкновенная и базальтическая, гиперстен, тремолит, биотит, серпентин.

На основании локального распространения этих минералов в прибрежных отложениях удалось наметить следующие терригенно-минералогические провинции и участки (фиг. 5).



Фиг. 5. Схематическая карта терригенно-минералогических провинций прибрежных отложений озера Севан:

I. Роговообманково-авгитовая провинция: 1—участок с роговой обманкой обыкновенной; 2—участок с роговыми обманками обыкновенной и базальтической. II. Роговообманково-биотитово-авгитовая провинция: 3—участок с роговыми обманками обыкновенной и базальтической; 4—участок с серпентином; 5—участок с серпентином и тремолитом; 6—участок с серпентином, гиперстеном и роговой обманкой базальтической. III. Роговообманково-гиперстеново-авгитовая провинция. IV. Авгитовая провинция

**Роговообманково-авгитовая провинция.** Эта провинция охватывает район северо-восточнее Цамакаберда до Бабаджана и делится на два участка: а) участок с обыкновенной роговой обманкой (Цамакаберд — Шоржа) и б) участок с обыкновенной и базальтической роговыми обманками (Шоржа — Бабаджан).

**Роговообманково-биотитово-авгитовая провинция** занимает территорию от Бабаджана до Цовак. Здесь намечаются следующие участки: а) участок с обыкновенной и базальтической роговыми обманками (Бабаджан — Памбак), б) участок с серпентином (Дара — Шишкая), в) участок с серпентином и тремолитом (Шишкая — Цовак) и г) участок с серпентином, гиперстеном и базальтической роговой обманкой (район Цовак).

**Роговообманково-гиперстеново-авгитовая провинция.** Эта провинция выделяется повышенным содержанием авгита, гиперстена, разнообразного по окраске и форме зерен, и роговой обманки. Распространена выделяемая провинция на участке сс. Цовинар — Мартуни — Гехаркуник.

**Авгитовая провинция.** Она охватывает районы Гехаркунлика, Арцвакара, Норадуза, Мухана, Чкаловки и далее до гор Севан. Необходимо отметить заметное содержание гиперстена в прибрежных осадках Арцвакара и Норадуза.

Эти терригенно-минералогические провинции прибрежных отложений тесно увязываются с областями сноса терригенного материала.

#### 4. Связь минералов прибрежных отложений с материнскими породами

Детальные минералогические исследования прибрежных отложений позволили выделить терригенно-минералогические провинции в зоне распространения этих осадков.

Имея данные по минералогическому составу материнских пород, слагающих области сноса, попытаемся увязать минералы прибрежных отложений с исходными породами. Это сопоставление можно будет провести по провинциям на отдельных участках озера.

Зона прибрежных отложений, протягивающаяся от Цамакаберда до Шоржи, относится к роговообманково-авгитовой провинции и к участку с обыкновенной роговой обманкой. Спутниками этих руководящих минералов на интервале Цамакаберд — Шоржа являются: эпидот, рутил, апатит, диопсид. Из легких минералов упомянем полевые шпаты (очень разложенные) и кварц.

Авгит, широко распространенный в прибрежных осадках, встречается во всех породах семейства порфиритов и их брекчиевидных, туфогенных и туфовых разновидностях, имеющих большее развитие в Арегунийском хребте.

Обыкновенная роговая обманка исходит из порфиритов, роговообманковых андезитов и отчасти из базальтов.

Эпидот связан с порфиритами, туфами и туфобрекчиями.

Рутил встречается в порфиритах и, в особенности, их брекчиевидных разновидностях, туфах и габбро. Апатит сравнительно часто присутствует в порфиритах и андезитах; диопсид — в порфиритах. Полевые шпаты, широко распространенные в осадках, имеют большое развитие во всех типах материнских пород этого участка. Кварц в незначительных количествах встречается как в материнских породах, так и в прибрежных осадках. Таким образом, руководящие минералы, характеризующие участок с обыкновенной роговой обманкой роговообманково-авгитовой провинции, увязываются с материнскими породами, слагающими Памбакский и Арегунийский хребты. Влияние других областей снова на этом участке не наблюдается.

В районе от Шоржи до Цовак выделяется участок с обыкновенной и базальтической роговыми обманками роговообманково-авгитовой провинции (Шоржа — Бабаджан) и четырьмя участками роговообманково-биотитово-авгитовой провинции: Бабаджан — Памбак — с роговой обманкой обыкновенной и базальтической, Дара — Шишкая — с серпентином, Шишкая — Цовак — с серпентином и тремолитом и Цовак — с серпентином, гиперстеном и базальтической роговой обманкой.

Спутниками указанных руководящих минералов являются оливин, актинолит и глаукофан.

Попытаемся выяснить источники этих минералов. Сопоставим минералы прибрежных осадков с составом минералов коренных пород Севанского хребта.

На участке Шоржа — Бабаджан авгит увязывается с диабазовыми порфиритами и перидотитами, а обыкновенная роговая обманка исходит из роговообманковых габбро Севанского хребта. Базальтическая роговая обманка, вероятно, перенесена с соседнего участка (район Шоржи), где она встречается в андезитах и туфобрекчиях.

Полоса Бабаджан — Памбак характеризуется роговообманково-биотит-авгитовой ассоциацией минералов с присутствием обыкновенной и базальтической роговой обманки в прибрежных осадках. Авгит увязывается с широко распространенным в этом районе габбро, а обыкновенная роговая обманка — с локально развитым порфиритовым диабазом. Базальтическая роговая обманка и биотит редко встречаются в местных материнских породах. Возможно, первый минерал перенесен с запада с соседнего участка, а второй, как будет видно дальше, — с восточного участка (район Шишкая).

Участок Дара — Шишкая характеризуется роговообманково-биотитово-авгитовой ассоциацией с присутствием серпентина. Авгит исходит из габбро и перидотитов Севанского хребта, обыкновенная роговая обманка и биотит увязывается с серпентинитами. Возможно, часть биотита из этого участка переносится на запад — в соседний участок.

Полоса Шишкая — Цовак отличается роговообманково-биотитово-авгитовой ассоциацией с присутствием серпентина и тремолита. Авгит увязывается с диабазовыми порфиритами и перидотитами. Обыкновенная роговая обманка, серпентин и биотит исходят из серпентинитов и отчасти перидотитов.

Спутниками основных минералогических ассоциаций являются оливин, который исходит из дунита, актинолит — из амфиболита, глаукофан — из перидотита, развитых в Севанском хребте.

На участке Цовак — Гехаркуник — Севан имеется ряд терригенно-минералогических провинций, охарактеризованных определенными комплексами тяжелых минералов. Попытаем-

ся эти руководящие минералы прибрежных осадков увязать с областями сноса.

Район сел. Цовак принадлежит к роговообманково-биотитово-авгитовой провинции и к участку, где обнаружены серпентин, гиперстен, роговая обманка базальтическая. Авгит — наиболее распространенный минерал осадков, вероятно исходит из лавы типа В и отчасти из андезитов. Биотит заимствуется из липаритов. Все эти материнские породы широко развиты в описываемом районе. Обыкновенная и базальтическая роговые обманки исходят соответственно из липаритов и андезитов. Серпентин увязывается с лавами типа В. Гиперстен, вероятно, связан с андезитами. Участок Цовинар — Гехаркуник принадлежит роговообманково-гиперстеново-авгитовой провинции. Авгит исходит из лав типа А и Е и отчасти из андезитов. Гиперстен связан с андезитами. Роговая обманка обыкновенная увязывается с лавами типа А и В. В районе сел. Цовинар — кочевье сел. Гехаркуник прибрежные осадки характерны роговообманково-гиперстеново-авгитовой ассоциацией минералов. Авгит практически встречается во всех породах, а именно, в лавах типа А, В, Е Гегамского хребта. Гиперстен, вероятно, исходит из андезитов. Обыкновенная роговая обманка — из лав А и В.

Полоса Гехаркуник — Лчашен — Севан принадлежит к авгитовой провинции и увязывается с широко распространенными здесь лавами типа А и Е на участке Камо — Лчашен и типа А — Лчашен — Севан.

Район Цовак — Башкенд — Севан характеризуется широко распространенными вулканическими стеклами, что не наблюдалось в других участках прибрежных отложений озера Севан и связано с лавами базальтов и липаритами. Оливин, встречающийся в лавах А и В, попадает редко в прибрежных осадках, что объясняется нестойкостью его к переносу. Лавы пользуются широким распространением в Гегамском хребте.

Анализируя сопоставление минералогического состава пород, слагающих области питания озера Севан, с прибрежными его осадками, приходим к выводу, что песчано-алевритовые частицы и гальки в целом практически не подвергаются пере-

носу вдоль берегов озера, за редкими исключениями. Весь обломочный материал, попавший в прибрежную часть из близрасположенных массивов, здесь же подвергается сортировке, т. е. более грубые обломки остаются в прибрежных участках, а более мелкие переносятся в глубь озера прибоем волны.

## V. КОНУСЫ ВЫНОСА

Из современных отложений необходимо упомянуть еще конусы выноса, изученные Н. М. Казаковой (1952). Наиболее широким развитием они пользуются на крутых берегах озера, а именно, у подножий Севанского и Арегунийского хребтов. Н. М. Казакова выделяет следующие разновидности конусов выноса.

1. Конусы выноса, прорезанные постоянно действующим водотоком.

2. Конусы выноса с временным водотоком и с хорошо выраженными сухими логами.

3. Конусы выноса с очень слабо врезанным, едва заметным руслом, часто задернованным и с очень слабым наклоном.

Первая и вторая разновидности отмечены на склонах Севанского и Арегунийского хребтов; третья разновидность распространена на Артанишском полуострове.

Площадь самих конусов изменяется от  $5 \times 10$  до  $160 \times 230$  м и более. Часто наблюдается целая цепь конусов выноса у подножья хребтов.

Отложения конусов выноса представлены угловатыми обломками, которые являются продуктом разрушения близлежащих материнских пород.

По данным Н. М. Казаковой, минералогический состав материала конусов выноса Севанского хребта состоит в основном из выветрелых минералов и большого количества рудных минералов; среди них отмечаются еще обыкновенная и базальтическая роговая обманки, гиперстен, авгит, полевые шпаты; очень редко попадают: альмандин, цоизит, эпидот, хлорит, мусковит и вулканическое стекло.

В материале конусов выноса Арегунийского хребта Н. М. Казаковой обнаружены: авгит, гиперстен, обыкновенная роговая обманка, силлиманит, серпентин, полевые шпаты, а также базальтическая роговая обманка, тремолит, дюмортьерит, энстатит, хлорит, биотит, кварц и вулканическое стекло.

Минералогический состав материала, слагающего конусы выноса, аналогичен исходным материнским породам, развитым на Севанском и Арегунийском хребтах.

## VI. ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ОЗЕРА СЕВАН

### 1. Типы донных отложений

Изучение донных отложений озера Севан проведено на материале, собранном автором в основном в 1948 г. при работе с катера Севанской гидробиологической станции. Дополнительные сборы были проведены в 1955 и 1956 гг. Орудием сбора служил дночерпатель. Общее число изученных станций составляет 28. Гранулометрическому анализу по методу Государственного океанографического института подвергнуты 20 проб грунта. Ситовой анализ выполнен для 10 образцов. Наиболее полно, наряду с гранулометрическим анализом, проведено исследование минералогического (19 обр.) и химического составов (25 обр.). В двух образцах определена микрофауна. В восьми образцах изучено содержание органического вещества и аутигенной  $\text{SiO}_2$ . Термические анализы проведены для 7 образцов. Два образца изучены под электронным микроскопом. Для этих же образцов выполнены и рентгенограммы.

В настоящее время в Советском Союзе наиболее употребительны для современных осадков две классификации. Более ранняя, предложенная Комиссией Государственного океанографического института в 1929 г. (М. В. Кленова, 1948), основана на содержании в осадке пелитовой фракции.

Н. М. Страхов (1954) считает, что «классификация должна быть основана на комплексе основных признаков — гранулометрии, химико-минералогическом составе осадков и генезисе их компонентов, ибо только таким образом можно отразить в типизации осадков реальные связи их со всей физико-химической и физико-географической обстановкой их отложения, понять их как результат этой обстановки» (стр. 24).

В озере Севан нами выделены следующие типы донных отложений.

- |            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| 1. Глыбы.  | 5. Песок.                          |
| 2. Валуны. | 6. Крупноалевритовый ил.           |
| 3. Галька. | 7. Мелкоалевритовый диатомовый ил. |
| 4. Гравий. | 8. Кристаллы $\text{CaCO}_3$ .     |

Глыбы, валуны, галька и гравий, расположенные в прибрежной полосе, объединены нами под названием каменистого грунта. О распределении донных отложений по дну озера можно судить по прилагаемой карте (фиг. 6).

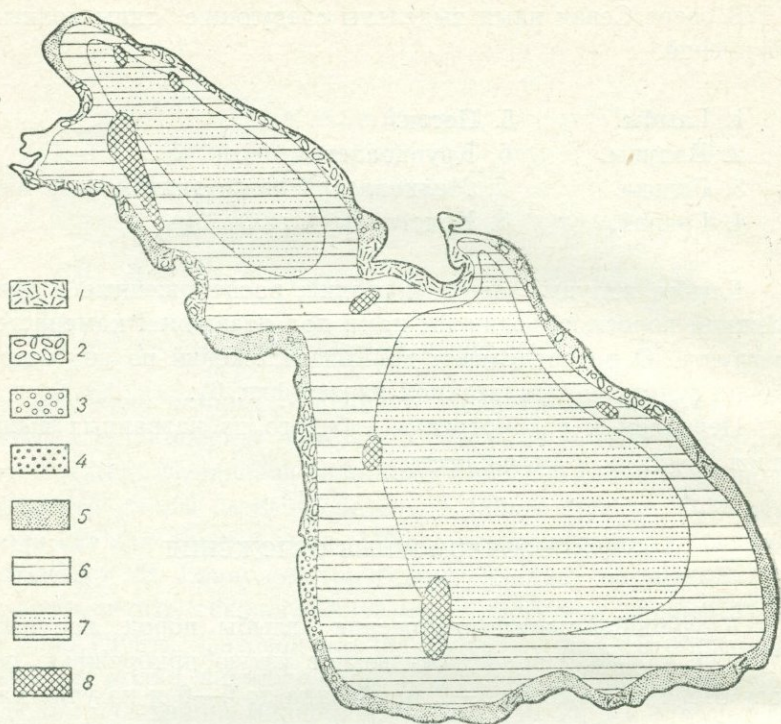
Перейдем к рассмотрению каждого из названных выше типов осадков в отдельности.

### КРУПНООБЛОМОЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Крупнообломочные отложения (глыбы пород, валуны), а также галька, гравий показывают узкую прибрежную полосу озера до глубины 1—2 м, изредка до 5—6 м на участках Лчашен — сс. Айриван, мыс Арцвакар — сел. Еранос, близ сел. Цамакаберд, западнее пристани Цовак вдоль крутого северо-восточного побережья, у Артанишского полуострова и на участке сс. Джил-Дара. Отдельные глыбы иногда достигают 5—6 м в поперечнике. В западной и юго-западной прибрежной полосе крупнообломочный материал представлен в основном андезито-базальтами, а в северной и северо-восточной — известняками, габбро, перидотитами и т. д. Часто пространство между валунами заполнено галькой, гравием, крупнозернистым песком и изредка щебнем.

На участке, расположенном к северу от кочевья сел. Гехаркуни, преимущественное развитие имеют галька и гравий (ст. 5).

В гранулометрическом составе этих отложений преобладающими фракциями являются фракции 2—1 мм (44,16%) и > 2 мм (28,19%). Таким образом, около 75% грунта составляет фракция 1 мм (табл. 11).



Фиг. 6. Схема распределения осадков обнаженной и донной частей озера Севан. Составил С. Г. Саркисян по данным Г. Д. Афанасьева (1929—1930 гг.), С. Я. Ляйти (1927—1930 гг.) и сборов автора (1948, 1955, 1956 гг.): 1—глибы; 2—валуны; 3—галька; 4—гравий; 5—песок; 6—крупноалевритовый ил; 7—мелкоалевритовый диатомитовый ил; 8—кристаллы  $\text{CaCO}_3$

Таблица II  
Гранулометрический состав гравийно-галечных отложений (в %)

Станция	Фракции					
	2 мм >	2—1 мм	1—0,5 мм	0,5—0,25 мм	0,25—0,1 мм	< 0,1 мм
5 1948 г.	28,19	44,16	21,84	5,37	0,37	0,07

Галька и гравий главным образом темно-серого цвета. Попадаетея галька и гравий белого и светло-серого, реже желтоватого и розоватого цвета. В качестве примеси отмечено присутствие незначительного количества мелкозернистого песка зеленовато-серого цвета. Фауна отсутствует.

Просмотр шлифов галек в осадках ст. 5 показал, что галька преимущественно базальтовая: базальт, плагиобазальт и витробазальт.

Минералогическим анализом установлен следующий комплекс минералов в образце ст. 5.

Тяжелая фракция: авгит, роговая обманка, гиперстен, ставролит, энстатит.

Легкая фракция: полевые шпаты, вулканические стекла и кварц. Карбонатность грунта ст. 5 равна 12,14%.

В химическом составе рассматриваемого осадка следует отметить высокое содержание  $Al_2O_3$  и преобладание его над  $Fe_2O_3$  и  $FeO$  (табл. 12).

Таблица 12

Химический состав гравийно-галечных отложений.

Ст. 5, 1948 г.

Компоненты	Процентное содержание	Компоненты	Процентное содержание
$SiO_2$	53,66	$MgO$	2,39
$TiO_2$	0,63	$P_2O_5$	0,40
$Al_2O_3$	16,11	$SO_3$	0,14
$Fe_2O_3$	3,32	$Na_2O$	3,30
$FeO$	1,98	$K_2O$	1,59
$MnO$	0,14	п.п.ч.	5,73
$CaO$	9,97		
		$\Sigma$	99,36

Как увидим ниже, преобладание  $Al_2O_3$  над  $Fe_2O_3$  и  $FeO$  наблюдается почти повсеместно (табл. 12). Это связано с тем, что в комплексе изверженных пород бассейна озера (габбро, базальты, андезиты, липариты)  $Al_2O_3$  является важным, количественно преобладающим компонентом.

## ПЕСОК

Песок занимает узкую прибрежную полосу преимущественно вдоль побережья Большого Севана. Окраска его не-

однородная. На участке между сс. Лчашен и Айриваном он окрашен в светло-серый, почти белый цвет. В него включена пресноводная ракушка, представленная следующими видами: *Limnaea*, *Radix*, *Planorbis*, *Pisidium*, *Valvata*. В некоторых образцах песка (ст. 7, 16, 18) обнаружена микрофауна — остракоды. На остальной площади распространения песка ракушка вообще отсутствует или встречается в очень незначительном количестве. В южной части озера, на ст. 6 (против впадения реки Аргичи) песок светло-серый, довольно хорошо отсортированный, фауны не содержит. Песок на ст. 8 (против впадения р. Памбак) коричневато-серого цвета, при этом в последнем случае грунт имеет некоторый зеленоватый оттенок. Образцы песка из Норадузского пролива (ст. 16 и 18) — серого цвета. Зеленовато-серый цвет грунта отмечен на ст. 11 (против впадения р. Бабаджан). Наконец, желтовато-серый цвет присущ оолитовому песку со ст. 7 (против впадения р. Варденик). За исключением участка Лчашен — Айриван и ст. 8 в юго-западной части озера, в песок в изобилии включены галька и гравий различного цвета: розоватого, серого, желтоватого и т. д. Размер галек не превышает двух сантиметров.

Гранулометрический состав песка довольно разнообразен (табл. 13). Образцы песка из озера Севан были подвергнуты ситовому анализу, а также водному анализу по методу ГОИИ'а.

Как видно из табл. 13, содержание фракции  $> 1$  мм в песке с ракушкой колеблется от 18,06% на ст. 3 (1948 г.) до 7,33% на ст. 4 (1955 г.). На ст. 12 фракция  $> 1$  мм отсутствует. В песке с галькой количество крупнообломочного материала изменяется от 27,23% на ст. 16 до 2,79% на ст. 6.

Образцы гальки и гравия были просмотрены в шлифах под микроскопом. Изучение показало, что они состоят преимущественно из изверженных пород — андезито-базальтов, базальтов, серпентинитов. Часто гальки покрыты карбонатной пленкой. Наряду с этим, следует отметить, что галька и гравий со дна озера, по-видимому, подверглись значительному изменению. Наиболее обычным является серитизация полевых

Таблица 13

## Гранулометрический состав песка (ситовой анализ)

Станции	Характер примеси	Фракции в %										
		10 мм ∧	10-7 мм	7-5 мм	5-3 мм	3-2 мм	2-1 мм	1-0,5 мм	0,5-0,3 мм	0,3-0,25 мм	0,25-0,1 мм	0,1 мм ∨
3 1948 г.	Ракуша	0,93	0,16	4,46	5,12	3,46	3,93	5,64	13,72	2,09	25,76	34,73
12 "	"	—	—	—	—	—	—	0,7	30,72	11,67	32,08	26,46
4 1955 г.	"	—	—	—	0,24	1,46	5,63	15,21	23,92	6,52	25,62	21,40
4 1948 г.	Галька	—	—	0,08	1,13	1,24	0,34	22,49	43,32	5,40	7,70	11,30
5 "	"	—	—	—	1,39	0,63	1,27	21,34	71,19	1,85	1,22	1,11
10 "	Галька, изредка обломки раковин	—	—	—	0,84	1,28	1,95	13,75	69,28	1,08	4,34	6,48
11 "	Галька	—	—	—	0,24	0,12	0,63	2,47	24,50	14,95	20,23	36,86
16 "	"	7,09	7,90	5,02	4,00	1,87	1,35	2,45	29,75	3,40	25,07	12,00
18 "	"	—	—	0,83	2,71	4,38	8,43	15,61	28,88	3,74	15,34	20,08

шлатов. Небольшое распространение имеет галька осадочных пород — результат разрушения известняков Севанского хребта (ст. 16). Все образцы песка имеют одновершинный график (табл. 14). В зависимости от особенности грануло-

Таблица 14

Гранулометрический состав песка (водный анализ)

Станции	Фракции в %				
	> 1 мм	1—0,1 мм	0,1—0,05 мм	0,05—0,01 мм	< 0,01 мм
<b>1-ая группа</b>					
6	(0,9)	97,5	1,5	0,4	0,6
8	(1,8)	98,7	0,5	0,3	0,5
10	(1,2)	94,2	4,6	0,6	0,6
<b>2-ая группа</b>					
4 1948 г.	(8,1)	83,1	13,3	0,7	2,9
7	(8,1)	88,0	8,9	1,0	2,1
11	(1,9)	55,3	40,4	2,3	2,0
12	(13,1)	75,8	20,4	0,7	3,1
16	(29,6)	78,3	14,9	3,0	3,8
18	(29,4)	62,3	29,2	3,9	4,6

метрического состава можно выделить 2 типа песка. В первом типе резко преобладает фракция 1—0,1 мм (свыше 90%). Во втором типе, хотя доминирующей фракцией является фракция 1—0,1 мм, но содержание ее значительно ниже, чем в первом типе (от 55 до 83%). Значительную роль в гранулометрическом составе образцов песка этого типа играет фракция 0,1—0,05 мм, количество которой иногда достигает 40%.

Средний диаметр зерен песков колеблется от 0,16 до 0,3 мм.

По химическому составу пески (табл. 15) подразделяются на силикатные и карбонатные. В группе карбонатных песков (ст. 12, 16) содержание  $Al_2O_3$  значительно ниже, чем на остальных станциях.

Повышенное содержание  $MgO$ , а также  $Fe_2O_3$  и  $FeO$  на станциях 10 и 11 определяется развитием перидотитов на этом участке.

## Химический состав песка

Таблица 15

Станции	% -ное содержание компонентов в образце													
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.п.	Σ
4 1948 г.	37,24	0,60	11,26	3,76	0,92	0,13	21,44	2,45	0,38	0,46	1,88	1,24	18,80	100,56
6 "	70,12	0,28	14,49	2,15	0,44	0,12	2,12	0,74	0,10	0,30	2,59	3,40	2,27	99,12
7 "	42,22	0,61	11,62	1,42	1,28	0,17	18,30	1,76	0,22	0,77	3,09	0,73	18,10	100,29
8 "	67,49	0,40	15,30	2,78	0,44	0,06	3,44	1,44	0,14	Следы	3,46	3,48	1,07	99,50
10 "	40,45	0,36	6,04	8,98	3,22	0,15	6,13	23,80	0,10	0,25	0,18	0,26	10,60	100,0
11 "	44,97	0,33	9,91	4,21	3,24	0,19	10,19	16,63	0,08	Следы	1,01	Нет	9,10	99,86
12 "	1,39	Нет	0,48	0,22	Нет	Следы	48,34	0,71	0,33	0,12	0,27	Нет	48,09	99,25
16 "	16,50	0,43	3,90	1,05	1,50	0,08	39,68	2,26	0,23	0,65	0,85	Нет	32,31	99,44
18 "	31,34	0,58	8,90	2,07	1,65	0,10	27,58	2,58	0,28	0,50	2,75	1,10	20,09	99,52

Минералогический состав песка характеризуется следующим комплексом минералов:

а) тяжелая фракция: авгит, диопсид, гиперстен, роговая обманка обыкновенная, эпидот, биотит, экстатит, реже ставролит, титанит;

б) легкая фракция: полевые шпаты, вулканические стекла, кварц.

Карбонатность песков меняется в широких пределах — от 1,40% на ст. 6 до 96,5% на ст. 3 (1948 г.).

### КРУПНОАЛЕВРИТОВЫЙ ИЛ

Крупноалевритовый ил довольно широкой полосой окружает отложения песка. Это неплотный осадок желтовато-серого цвета с редким включением светлой ракуши. На ст. 3 (1955 г.) и 13 (1948 г.) изредка встречается *Pisidium*, а на ст. 22, кроме того, отмечена *Valvata* и редко *Radix sp.*

Таблица 16

Гранулометрический состав крупноалевритового ила

Станции	Фракции в %				
	> 1 мм	1—0,1	0,1—0,05 мм	0,05—0,01 мм	< 0,01 мм
3 1955 г.	(1,1)	5,4	51,6	22,0	21,0
13 1948 г.	(0,6)	2,6	50,4	29,2	17,8
17 "	(53,2)	39,0	50,3	3,5	7,2
22 "	(4,9)	12,1	42,7	30,2	15,0

Несколько в стороне стоит образец со ст. 17 из Норадузского пролива. Он отличается от остальных крупноалевритовых илов даже внешне — наличием своеобразных карбонатных галек размером до 0,8 мм темно-серого и желтоватого цвета (фиг. 45). В осадок включена ракуша *Radix*, *Pisidium*.

Исследованию было подвергнуто 3 образца крупноалевритового ила. Станции 3 (1955 г.) и 13 расположены в Малом Севане, а ст. 22 в Большом Севане. Образцы крупноалевритового ила, за исключением образцов со ст. 17, имеют одно-

вершинный график. Преобладает фракция крупного алеврита, содержание которой меняется от 42 до 51% (табл. 16).

Образец со ст. 17 имеет двухвершинный график. Хотя доминирующей фракцией является крупноалевритовая, но, в отличие от остальных образцов крупноалевритового ила, в этом образце наблюдается большое содержание песчаной фракции (39,0%), а также фракции  $>1$  мм (53,2%).

Md крупноалевритового ила колеблется от 0,055 до 0,09 мм.

Минералогический состав крупноалевритового ила следующий:

а) тяжелая фракция: авгит, диопсид, гиперстен, роговая обманка обыкновенная, цонзит, эпидот;

б) легкая фракция: полевые шпаты, вулканические стекла и кварц

Карбонатность крупноалевритового ила колеблется от 19,86% на ст. 13 до 90,22% на ст. 17.

По химическому составу крупноалевритовый ил со ст. 17 отличается от остальных образцов пониженным содержанием  $\text{SiO}_2$  и повышенным содержанием  $\text{CaO}$ . Последнее обстоятельство определяется наличием карбонатных галек (табл. 17).

Образец со ст. 3 (1955 г.) был подвергнут термическому анализу. Кривая нагревания свидетельствует о присутствии в осадке монтмориллонита и карбонатов.

### МЕЛКОАЛЕВРИТОВЫЙ ДИАТОМИТОВЫЙ ИЛ

Мелкоалевритовый ил является, по существу, основным, наиболее распространенным типом грунта, покрывающим большую часть площади озера, и занимает центральные участки Малого и Большого Севана. Проанализированы 5 образцов мелкоалевритового ила: со станции 1 (1955 г.), 15, 21 (1948 г.), 23 и 24 (1956 г.).

Образцы ила со станций 1 (1955) и 23 и 24 (1956) имеют во влажном состоянии черный цвет и студнеобразную консистенцию. При высыхании они приобретают светло-серую окраску. Образец со ст. 21 имеет в сухом состоянии коричневатосерый цвет, а со ст. 15—несколько более темного цвета. От

## Химический состав крупноалевритового пла

Таблица 17

Станции	Гигроскопическая влага в %	% -ное содержание компонентов в образце, высушенном при 105—110°													
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.п.	Σ
3 1955 г.	7,41	24,04	0,29	5,53	1,04	1,40	0,08	30,34	2,42	0,22	1,38	0,51	0,22	31,92	99,39
13 1948 г.	4,21	48,64	0,34	8,76	1,00	1,89	0,08	12,97	1,88	0,28	1,29	0,35	1,45	20,48	99,41
17 "	6,06	6,72	0,06	1,49	0,51	0,76	0,09	47,27	1,18	0,25	0,36	0,16	Her	41,71	100,56
22 "	4,14	45,26	0,35	8,77	1,43	1,89	0,10	15,72	2,86	0,20	1,32	2,42	0,40	18,44	99,16

## Гранулометрический состав мелкоалевритового ила

Станции	Ф р а к ц и и в %				
	> 1 мм	1—0,1 мм	0,1—0,05 мм	0,05—0,01 мм	< 0,01 мм
1 1955 г.	(Следы)	0,8	35,7	40,7	22,8
15 } 1948 г.	(—)	0,3	41,6	42,9	15,2
21 } 1948 г.	(0,3)	0,3	31,2	43,2	25,3
23 } 1956 г.	(Следы)	0,2	14,2	55,2	30,4
24 } 1956 г.	(0,2)	0,2	21,0	53,8	25,0

личительной особенностью грунта этого типа является присутствие в нем в значительном количестве диатомовых водорослей. Это дало основание предыдущим исследователям называть данный осадок диатомовым илом.

Мелкоалевритовый ил почти совершенно лишен ракуши. Лишь на ст. 21 изредка встречается *Pisidium*.

Все образцы мелкоалевритового ила имеют одновершинные графики гранулометрического состава (табл. 18). Доминирующей является фракция мелкого алеврита. Однако на ст. 15 содержание крупноалевритовой фракции несколько повышенное.

Мд алевритовых илов колеблется от 0,02 до 0,03 мм.

В минералогическом составе мелкоалевритового ила выявлено присутствие следующих минералов:

а) тяжелая фракция: авгит, роговая обманка обыкновенная, биотит, цоизит, мусковит, титанит, эпидот;

б) легкая фракция: полевые шпаты, кварц, реже вулканические стекла.

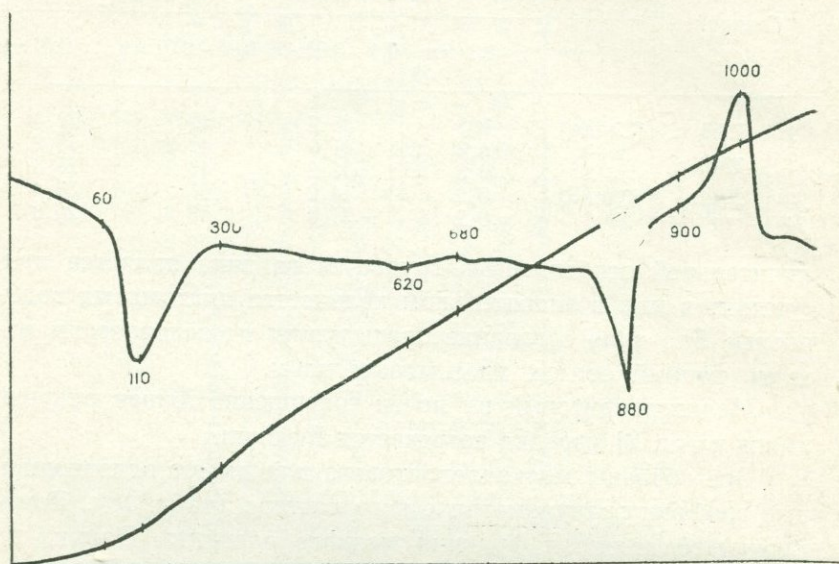
Мелкоалевритовый ил по карбонатности значительно уступает остальным типам осадков. Карбонатность его варьирует в небольших пределах — от 15,21 на ст. 1 (1955 г.) до 20,36% на ст. 23 (1956 г.).

Образец мелкоалевритового ила со станции 23 был подвергнут термическому анализу (фиг. 7).

Кривая нагревания этого образца (не отмученного) говорит о монтмориллонитовом характере глины с присутствием карбоната. Первая эндотермическая реакция (60—110°) связана с наличием монтмориллонита. Остальные эндотермиче-

ские эффекты, характерные для монтмориллонита, выражены очень слабо.

Второй значительный эндотермический эффект ( $800^{\circ}$ ) свидетельствует о наличии карбоната.



Фиг. 7. Кривые нагревания ила со дна озера Севан  
(ст. 1, 15, 21, 23)

Результаты рентгенографического анализа образцов мелкоалевритового ила из Большого и Малого Севана (ст. 23 и 24), выполненного Е. Г. Куковским, подтвердили, что глинистый минерал — монтмориллонит.

Результаты химического анализа мелкоалевритового ила представлены в табл. 19.

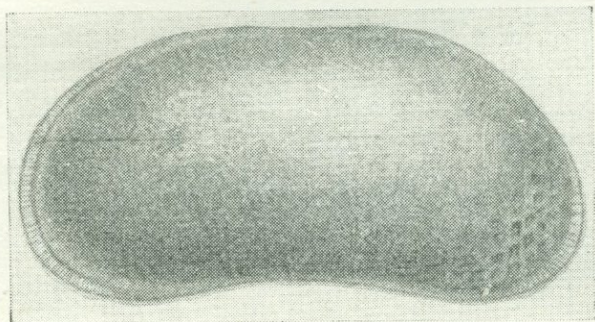
Содержание  $\text{CO}_2$  в осадках рассматриваемого типа почти повсеместно превосходит 50%. Наблюдается повышенное содержание магния.

Два образца мелкоалевритового ила были подвергнуты микрофаунистическому анализу: образцы были взяты из Большого Севана с глубины 35 м (ст. 23) и из Малого Севана с глубины 78 м (ст. 24). Определение микрофауны проведено зав. микрофаунистической лабораторией Института гео-

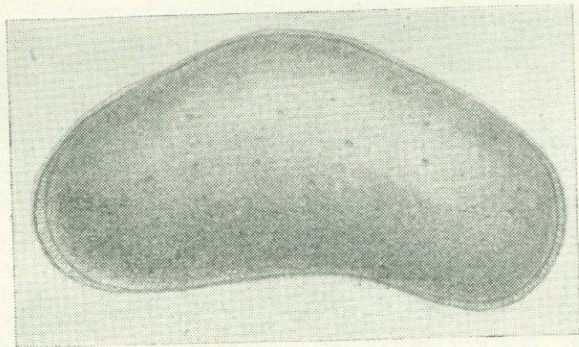
логии им. академика И. М. Губкина Академии наук Азерб. ССР Д. М. Халиловым и ст. научным сотрудником той же лаборатории Х. М. Кулиевой. В образцах ила обнаружено большое количество остракод, но в видовом отношении фауна бедна. Всего обнаружено 4 формы остракод:

1. *Cytherissa bogatschovi* (Liv),
2. *Ilyocypris gibba* Ramdohr,
3. *Kaspiocypris sarkisyani* sp. n.,
4. *Cyprinotus sevanica* sp. n.

Основная масса микрофауны озера Севан относится к двум видам (фиг. 8, 9): *Kaspiocypris sarkisyani* sp. n. и *Cypr-*



Фиг. 8. *Kaspiocypris sarkisyani* sp. n.



Фиг. 9. *Cyprinotus sevanica* sp. n.

*inotus sevanica* sp. n., причем первый вид особенно характерен для Большого Севана, тогда как второй — для Мало-

го Севана. Эти два вида являются новыми. Ниже приводится их описание.

1. Описание *Kaspiocypris sarkisyanii* sp. n. Раковина большая сильно выпуклая, длина ее примерно вдвое превышает высоту. Степной край слабо изогнут, почти прямой, плавно закругляясь переходит на передний и задний края. Брюшной край в середине несколько вогнут и плавно переходит на передний и задний края. Поверхность раковины круто сетчатая неуглубленная скульптура. Размеры: длина 0,90 мм; толщина створок 0,35 мм; высота 0,40 мм.

2. Описание *Cyprinotus sevanica* sp. n. Раковина большого размера, удлинённая, имеет неправильное, овально-треугольное очертание. Передний край широко закруглен и несколько шире заднего. Стенной край длинный, изогнут в средней части, это искривление иногда достигает до тупого угла. Переход спинного края в передний плавный, а в задний — под тупым углом. Переход брюшного края в передний и задний края плавный. Поверхность раковины гладкая, усеяна редкими порами.

Размеры: длина — 0,90 мм; толщина створки — 0,25 мм; высота — 0,60 мм.

*Cytherissa bogatschovi* (Liv) и *Hyocypris gibba* Ramdohr широко распространены в плиоценовых и древнекаспийских отложениях, причем первая форма, несомненно, является реликтом плиоценовой морской фауны остракод.

#### КРИСТАЛЛЫ

Весьма своеобразный тип прунта составляют кристаллы карбоната кальция (фиг. 10). Они встречаются в виде отдельных пятен площадью до 0,5 кв. км на глубине 40—60 метров. Такие пятна отмечены в озере против Лчашенского и Севанского заливов, против с. Мартуни, в Норадузском проливе, вблизи Цовагюхского залива, против с. Джил и др.

Л. В. Арнольди (1929) предполагает распространение кристаллов  $\text{CaCO}_3$  в виде узкой полосы (5—15 м) вокруг озера. Макроскопически это кристаллы желтовато-белого цвета, образующие друзы и легко рассыпающиеся в дресву.

По данным С. Я. Лятти, мощность слоя, вмещающего кристаллы кальцита, несколько превышает 1 м (110 см.).

Как видно из проделанных анализов (табл. 20), основную роль в составе этого грунта играет  $\text{CaO}$  ( $>50\%$ ).



Фиг. 10. Кристаллы  $\text{CaCO}_3$  со ст. 1 (натур. размер)

## 2. Распределение обломочного материала на дне озера Севан

Для выяснения особенностей распределения по дну водоема обломочного материала нами составлены схемы распределения на площади озера порознь песчаной, алевритовой и пелитовой фракций.

Содержание песчаной фракции в осадках озера Севан колеблется от 0,2 до 98,7% (фиг. 11). Большая часть площади водоема занята осадками, в которых содержание песча-

Таблица 19

## Химический состав мелкоалевритового ила

Станции	Гигроскопическая влага в %	% -ное содержание компонентов в образце, высушенном при t = 105—110 °С													
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.п.	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1 1955 г.	6,92	54,12	0,34	7,91	0,49	2,15	0,10	9,12	1,93	1,61	0,87	0,35	21,07	0,23	100,29
15 1948 г.	3,61	57,34	0,70	17,32	5,13	1,90	0,13	4,40	2,32	следы	1,34	1,10	8,24	0,25	100,17
21 "	4,46	48,72	0,46	11,11	3,71	2,83	0,16	6,76	8,15	0,17	2,02	0,78	14,23	0,20	99,30
23 1956 г.	7,36	56,15	0,43	9,62	0,45	3,27	0,13	6,16	3,80	1,13	0,92	0,30	17,71	0,24	100,31
24 "	6,36	51,48	0,41	8,81	1,40	2,36	0,15	10,99	2,65	0,82	1,01	0,85	19,48	0,23	100,59

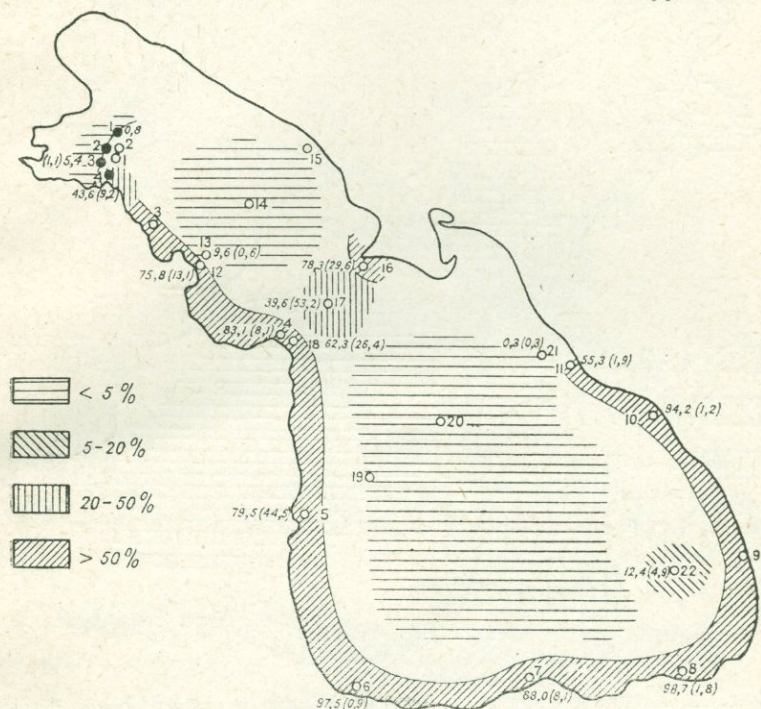
Таблица 20

## Химический состав кристаллов кальцита

Станция, тип грунта	Гигроскопич. влага в %	% -ное содержание компонентов в образце, высушенном при t = 105—110 °С													
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.п.	Σ
1 Кристаллы	0,32	3,34	нет	0,55	0,05	0,36	0,02	51,13	1,86	0,13	0,20	0,14	0,03	42,02	99,83
2 "	0,32	3,30	0,05	0,92	0,48	нет	0,04	51,26	0,30	0,22	следы	0,09	нет	42,49	99,15

ных фракций не превышает 5%. Лишь узкая прибрежная полоса содержит 40—97% песка.

Количество алевритовой фракции в осадках меняется от 0,8 до 84,5% (фиг. 12). Подавляющая часть донных отложений озера Севан содержит более 50% алевритовых частиц. Это преимущественно область развития мелкоалевритового и крупноалевритового ила. Содержание пелитовой фракции в

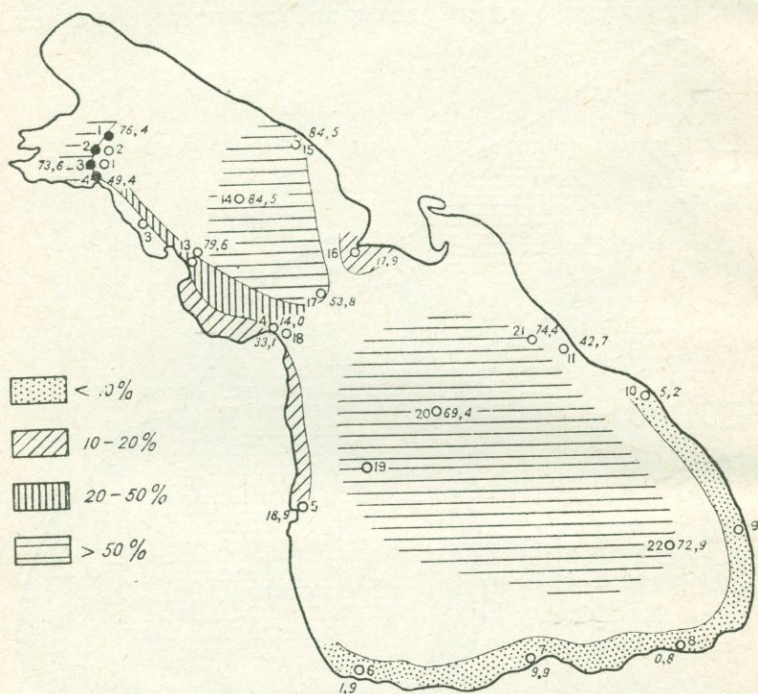


Фиг. 11. Распределение песчаной фракции в осадках озера Севан

грунтах озера Севан варьирует от 0,5% до 30,4% (фиг. 13). Распределение ее противоположно распределению песчаной фракции, но в значительной мере напоминает распределение алевритовой фракции. Области максимального содержания алевритовой и пелитовой фракций как бы накладываются одна на другую.

Обратимся теперь к минералогическому составу обломочного материала донных отложений озера Севан и к рас-

пределению на его площади минералов. С этой целью был отобран 21 образец. Предварительно образцы были подвергнуты гранулометрическому анализу, причем благодаря обработке 10% HCl карбонаты были удалены. Исследовались алевритовая фракция — 0,01—0,1 мм и мелкопесчаная — 0,1—0,25 мм.



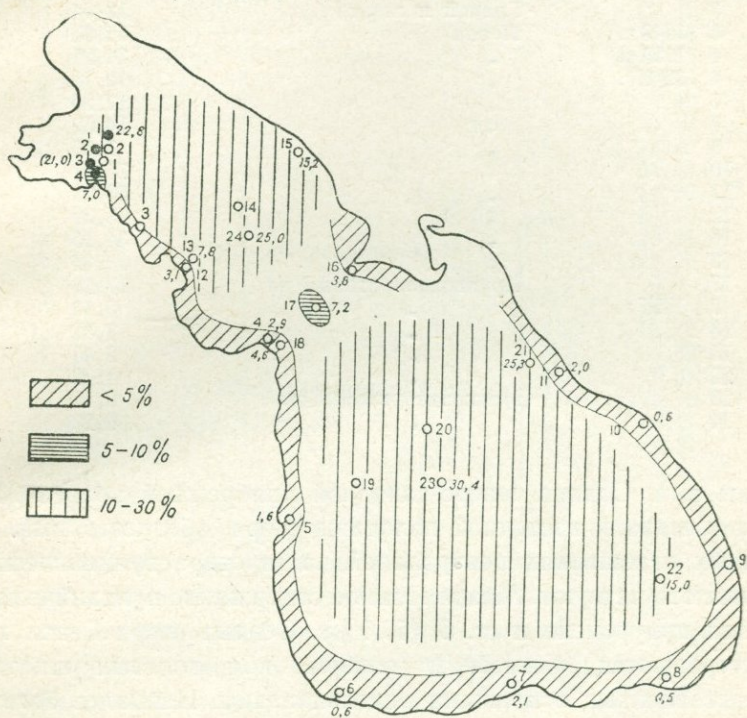
Фиг. 12. Распределение алевритовой фракции в осадках озера Севан

Содержание тяжелой фракции в осадках озера Севан колеблется от 0,18 до 75,31% во фракции 0,25—0,1 мм (табл. 21). В алевритовой фракции количество ее меняется от 0,4 до 54,85% (табл. 22).

Максимальное содержание тяжелых минералов наблюдается в песке со ст. 10 и 11, расположенных вдоль юго-восточного побережья на участке Бабаджан — Памбак — Дара.

Большая часть площади водоема покрыта осадками, содержащими менее 1% тяжелой фракции.

Легкая часть фракции 0,25—0,1 мм представлена (табл. 23): вулканическими стеклами, полевыми шпатами, кварцем, изредка серпентином. Доминирующими компонентами являются обломки пород (эффузивных или глинистых) и выветрелые минералы. Глинистые обломки преобладают на станциях 3 (1955 г.), 13, 15, 16, 17, 22, 23 и 24. На остальных стан-



Фиг. 13. Распределение пелитовой фракции в осадках озера Севан

циях обломки представлены преимущественно эффузивными породами. Количество обломков пород доходит до 100% на ст. 23 и 24.

Широкое развитие в легкой части имеют выветрелые минералы. Максимальное содержание их (95%) приурочено к ст. 4 (1955 г.).

Вулканические стекла встречены почти на всех станциях прибрежной полосы. Осадки юго-западной прибрежной полосы озера и, в особенности, южной прибрежной полосы обога-

Содержание тяжелой части фракции 0,25—0,1 мм в донных отложениях оз. Севан

Номер станции	Тип осадка	% тяжелой фракции
5	Гравий и галька	12,64
3 1948 г.	Песок	54,63
4 1955 г.	"	34,24
4 1948 г.	"	10,75
6	"	17,20
7	"	14,52
8	"	7,63
10	"	75,31
11	"	53,98
12	"	5,39
16	"	34,15
18	"	11,84
17	Крупноалевритовый ил	17,88
3 1955 г.	" "	5,13
13	" "	7,52
15	" "	2,43
22	" "	4,72
23	Мелкоалевритовый ил	0,18
24	"	0,20

щены ими. Осадки северо-западной прибрежной полосы Малого Севана и восточной половины озера обеднены ими. В донных отложениях центральной части озера вулканические стекла отсутствуют. Максимальное содержание вулканических стекол приурочено к ст. 6 (50,6%). Осадки озера Севан характеризуются невысоким содержанием полевых шпатов, представленных основными плагиоклазами. Наиболее богаты ими донные отложения юго-западной и южной прибрежной полосы Большого Севана, где количество их возрастает до 24%. Кварц встречается в очень небольших количествах.

В составе тяжелой части фракции 0,25—0,1 мм встречаются следующие минералы: авгит, диопсид, гиперстен, роговая обманка обыкновенная и редко базальтическая, титанит, местами биотит, цоизит, энстатит и другие. Всего в тяжелой фракции встречено 23 минерала.

Доминирующими компонентами тяжелой части фракции 0,25—0,1 мм являются авгит, роговая обманка обыкновенная, гиперстен, биотит, иногда цоизит. Авгит встречается в коли-

Содержание тяжелой части фракции 0,1—0,01 мм  
в донных отложениях озера Севан

Номер станции	Тип осадка	% тяжелой фракции
5	Гравий и галька	38,80
3 1948 г.	Песок	21,95
4 1955 г.	"	2,48
4 1948 г.	"	10,85
6	"	15,10
7	"	6,40
8	"	25,58
10	"	47,30
11	"	54,85
12	"	14,20
16	"	34,15
18	"	29,88
17	Крупноалевритовый ил	12,20
3 1955 г.	" "	0,4
13	" "	4,05
15	" "	5,72
22	" "	5,02
1 1955 г.	" "	0,81
21	Мелкоалевритовый ил	6,06
23 1956 г.	" "	0,97
24 1956 г.	" "	0,91

честве от 0,7 на ст. 24 до 63,9% на ст. 7. Минимальные концентрации его приурочены к осадкам центральной области (ст. 23 и 24) и к юго-восточному участку озера (ст. 10 и 11).

Роговая обманка обыкновенная содержится в количестве: от единичных зерен на ст. 23 до 44,7% на ст. 11.

Количество гиперстена колеблется от 0,9% (ст. 22) до 20,6% (ст. 6). Минимальные концентрации его приурочены к юго-восточному району (ст. 11), а максимальные — наблюдаются в осадках вдоль северо-западного, юго-западного и южного побережий. В отложениях центральной части озера содержание гиперстена не превышает 1,6% (ст. 17). Биотит пользуется развитием в осадках ст. 8, 10, 11, 12, 16 и 18, хотя содержание его незначительное — 0,3—1,3%. Цоизит встречается в осадках ст. 13, 17, 22, 23 и др.; его содержание колеблется от 0,3 до 7%.

Перейдем к рассмотрению распределения минералов в алевритовой фракции (табл. 24).

В составе осадков легкой фракции встречаются следующие компоненты: полевые шпаты, кварц, биотит, вулканические стекла, выветрелые минералы, изредка серпентин, а также обломки пород.

Доминирующими являются выветрелые минералы. Количество их в осадках озера меняется от 34,2 на ст. 3 (1948 г.) до 97,9% на ст. 1 (1955 г.).

Существенным компонентом легкой части алевритовой фракции являются полевые шпаты. Они присутствуют в количестве от 0,6 на ст. 1 (1955 г.) и ст. 10 до 27,6% на ст. 3 (1948 г.). Осадки на станциях, расположенных вдоль западного и южного побережья, значительно более обогащены полевыми шпатами, чем донные отложения на станциях, расположенных вдоль восточного побережья.

Кварц не играет существенной роли в составе донных отложений озера Севан. Содержание его варьирует от 0,6 на ст. 10 до 12,9% на ст. 8. Максимальные концентрации его приурочены к южной прибрежной полосе (ст. 6, 7, 8) и к ст. 18, расположенной близ мыса Норадуз.

Вулканические стекла весьма распространены в осадках озера. Особенности их распределения такие же, какие отмечены при описании фракции 0,25—0,1 мм. Максимальное содержание его наблюдается на ст. 6—26,8%.

Тяжелая часть алевритовой фракции представлена следующими компонентами: авгит, диопсид, гиперстен, энстатит, роговая обманка обыкновенная, титанит, цоизит, эпидот, циркон, реже мусковит, биотит и др. Всего в тяжелой фракции определено 23 минерала.

Количество авгита изменяется от 0,6 на ст. 11 до 55,9% на ст. 16. Почти вдоль всей прибрежной полосы озера содержание авгита очень высокое.

Гиперстен встречается в количестве от 0,3 на ст. 11 до 11,7% на ст. 18. Повышенное содержание его приурочено к юго-западной и южной прибрежной полосе. В донных отложениях центральной области озера гиперстена мало.

Роговая обманка обыкновенная содержится в количестве от 1,6 на ст. 1 (1955 г.) до 60,5% на ст. 11. Участок повышен-



ного содержания ее приурочен к юго-восточной части озера (ст. 11 и 21).

Количество диопсида варьирует от 0,3 на ст. 11 до 8% на ст. 6. Обычно его количество не превышает 3% в осадке, причем в западной прибрежной полосе он распространен более, чем в восточной. В осадках центральной части озера диопсида мало.

Эпидот встречается в количестве от единичных зерен на ст. 4 (1948 г.) и до 13% на ст. 24. В осадках прибрежной полосы озера эпидот встречается в количестве до 1—2%. Значительно более высокое его содержание отмечено в осадках мелкоалевритового ила.

Цоизит отмечен в количестве от 0,3 на ст. 4 (1948 г.) до 43,5% на ст. 24. В распределении его много общего с распределением эпидота: в прибрежной полосе содержание цоизита редко превосходит 2—3%, тогда как в отложениях мелкоалевритового ила доходит до 25—43%.

Довольно часто, хотя и в небольших количествах, в донных отложениях озера Севан встречаются энстатит, титанит и циркон. Изучение минералогического состава алевритовой и мелкопесчаной фракций показывает некоторое обогащение гиперстеном, эпидотом, цоизитом и роговой обманкой обыкновенной в алевритовой фракции и авгитом — в песчаной фракции.

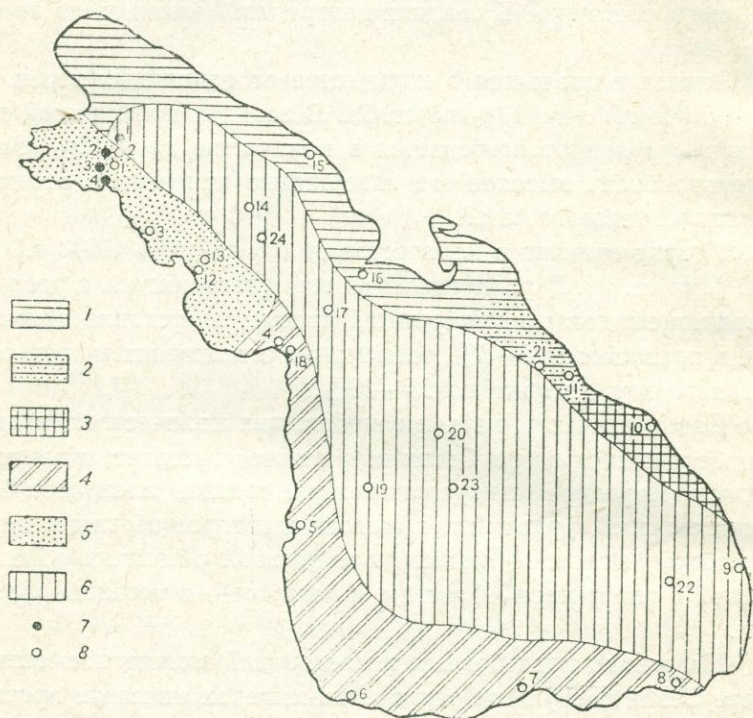
На основе проведенных исследований можно наметить в озере Севан следующие терригенно-минералогические провинции (фиг. 14).

Первая провинция — авгитовая протягивается вдоль прибрежной полосы на участке Чкаловка — Айриван — Гехаркуник. В тяжелой фракции осадков этого района преобладают авгит и редко гиперстен, биотит. В легкой фракции доминируют обломки пород.

Вторая провинция — роговообманково-гиперстеново-авгитовая — занимает северо-западное и отчасти южное побережье (Гехаркуник — Мартуни — Цовинар). Доминирующими компонентами тяжелой фракции этой провинции являются авгит, а также роговая обманка обыкновенная и гиперстен. В легкой фракции, наряду с обломками пород, преимущественно

эффузивных, значительное распространение имеют вулканические стекла и полевые шпаты.

Третья — роговообманково-биотитово-авгитовая провинция расположена вдоль юго-восточного и отчасти северо-западного побережья (Цовинар—Бабаджан).



Фиг. 14. Терригенно-минералогические провинции донных осадков озера Севан: 1—роговообманково-авгитовая провинция (с высоким содержанием авгита); 2—роговообманково-авгитовая провинция (с высоким содержанием роговых обманок); 3—роговообманково-авгитовая провинция (с серпентином); 4—роговообманково-гиперстеново-авгитовая провинция; 5—авгитовая провинция; 6—эпидотово-цоизитовая провинция с роговой обманкой обыкновенной; 7—станции 1955 г.; 8—станции 1946, 1948 гг.

Господствующими компонентами этого района являются авгит, биотит, роговая обманка обыкновенная, а также встречается серпентин и в одном участке (ст. 22) тремолит.

В легкой фракции осадков всей провинции в целом преобладающим компонентом являются обломки пород.

Четвертая провинция — роговообманково-авгитовая — занимает узкую полосу северо-западного побережья. Здесь, помимо господствующих авгита и отчасти роговой обманки обыкновенной, присутствует биотит.

Пятая провинция — эпидотово-цонзитовая с роговой обманкой обыкновенной занимает центральную часть бассейна.

Для решения вопроса о питающих провинциях, отвечающих выделенным в озере Севан терригенно-минералогическим провинциям, следует сравнить минеральный состав донных отложений с соответствующими береговыми и аллювиальными отложениями. Это сопоставление приводит к заключению о полной аналогии между донными осадками мелководной части озера и прибрежными его отложениями. Некоторые отличия замечаются в незначительном перемещении отдельных минералов вдоль берега: гиперстен, отмеченный в первой провинции, перенесен из второй; серпентин (ст. 10 и 11) — исходит из юго-восточного участка с серпентином; биотит на ст. 15 и 16 связан с третьей провинцией. Помимо этого минералогический состав донных осадков отличается от прибрежных широким развитием эпидота и цонзита в центральной глубоководной части озера.

### 3. Морфологические и генетические формы карбонатов

Карбонаты являются наиболее интересным компонентом в осадках озера. По справедливому замечанию Г. Д. Афанасьева (1933), одним из главных факторов жизни озера является выпадение углекислого кальция. Им выделены следующие морфологические формы карбонатов:

1. Известковый конгломерат («травертин»).
2. Известковые конкреции.
3. Кристаллы.
4. Порошковидный  $\text{CaCO}_3$ .

Вопрос о генезисе различных форм карбонатов в озере Севан рассматривается в работах предыдущих исследователей севанских осадков. Так, по мнению Л. В. Арнольди (1929), выпадение  $\text{CaCO}_3$  из озерной воды происходит в результате физико-химических причин. Г. Д. Афанасьев (1933) считает, что осаждение  $\text{CaCO}_3$  происходит в результате жизнедеятель-

ности микроорганизмов; форма же выпадающего  $\text{CaCO}_3$  всецело зависит от физических причин. Ряд исследователей — Л. Калантарян и А. Петросян (1932), Б. Л. Исаченко (1948), Л. А. Ерзинкян (1949) — в процессах осаждения карбоната кальция из воды озера большое значение придают жизнедеятельности бактерий. Б. Л. Исаченко (1948) проведена серия опытов в лаборатории с культурами бактерий, выделенными из воды озера Севан. На основе этих исследований автор рисует следующую последовательность в выделении карбонатных образований.

Сначала происходит выделение аморфного карбоната — в виде аморфных телец, внутри которых можно обнаружить бактерии. Следующая стадия — переход аморфного  $\text{CaCO}_3$  в коллоид-кальцит. Последний этап — переход коллоид-кальцита в кристаллическое состояние. Ему предшествует промежуточная стадия — более плотного коллоида, сопровождающаяся потерей коллоидом воды. Формы кристаллов весьма различны: мелкие кристаллы и ромбоэдрические призмы, большие кристаллы, образующие сростки и друзы различной формы. Наряду с кристаллами образуются оолиты и реже сферолиты. При переходе из коллоидного состояния в кристаллическое выявляется цементирующее свойство углекислого кальция. С этим свойством  $\text{CaCO}_3$ , по мнению Б. Л. Исаченко, связано образование травертина.

Л. А. Ерзинкян (1949) считает, что в озере Севан кальцитоотлагающей способностью обладает не один вид бактерий — как это ранее указывалось А. Петросяном (1932), а несколько видов.

Взгляды Б. Л. Исаченко и других исследователей, связывающих осаждение карбоната кальция из воды с жизнедеятельностью бактерий, подверглись резкой критике со стороны Н. М. Страхова (1948). По мнению Н. М. Страхова, бактериальный карбонат генерируется не в наддонной воде, а в осадках водоема, в процессе раннего диагенеза, в совершенно ничтожных количествах — от долей до 2—4% как максимум. Таким образом, участие бактерий в карбонатоосаждении выражается в диагенетической переработке и частичном перераспределении карбонатов в осадках.

Минералогический состав донных осадков озера Севан (фракция 0,1—0,01 мм)

Номер станций	Тяжелые минералы																			Легкие минералы					Литологический состав					
	пирит	ильменит	гематит	пикотит	магнетит	лимонит	циркон	дистен	ставролит	альмандин	титанит	энстатит	гиперстен	диопсид	авгит	тремолит	роговая обманка	роговая обманка базальт.	ноннит	эпидот	биотит	мусковит	хлорит	выветрелые минералы		кварц	вулканические стекла	серпентин	полевые шпаты	выветрелые минералы
5					28,7	13,3	0,3		0,6			0,3	6,5	1,6	36,8		7,2							4,6	3,3	10,3		15,3	71,1	Гравийно-галечн. осадок Песок
3 1948 г.		1,0			3,8	10,9	0,3				0,3	2,0	1,0	35,1									45,3	4,5	2,1		27,6	34,2		
4 1955 г.					5,6	12,9	0,3	0,3			0,6	1,2	3,1	3,1	42,5		5,0						23,5	p	0,3		22,7	77,0	"	
4 1948 г.					6,0	6,3	0,3	0,3			1,6	p	5,3	2,8	42,3								29,6	3,0	11,3		16,6	71,1		
6	1,0	3,0			15,6	5,5	1,3		1,0	0,3		1,0	8,0	1,6	35,6		4,7						9,8	5,0	26,8		14,3	53,9	"	
7	0,3	1,6			8,8	2,4	0,3		0,3			0,3	5,5	1,5	28,5		14,0						44,4	7,6	1,4		22,4	68,6		
8	0,3	2,8			12,0	14,8			0,6				11,0	0,9	26,8		4,0						11,0	12,9	17,3	3,5	12,9	56,9	"	
10	0,7	17,7		0,3	30,0	23,0		0,7	1,0	0,3	1,3				7,7		2,7					13,0	0,6	1,2	1,0	0,6	80,9			
11					7,7				1,0	0,6	0,8	0,3	0,3	0,3	0,6	p	60,5						26,3	1,0	1,3		3,1	93,6	"	
12					3,5	5,0	0,6			0,3	p		2,9	0,9	9,4		9,7					0,3	65,6	2,7	2,5		10,2	84,6		
16					7,5	5,0		0,3	p			0,3	3,4	2,2	55,9		6,2						18,9	1,2	0,6		6,9	91,3	"	
18				0,3	5,8	4,4	p						11,7	0,6	44,2		2,0						24,7	7,0	2,3		24,5	66,2		
3 1955 г.					0,8	34,2	3,3	0,8	2,5	1,7	0,8	0,8		0,8	13,3		7,5						30,2	0,9			3,5	95,6	Крупноалевритовый ил	
13	0,5				10,4	4,1	0,5						2,6	0,5	41,6		5,1					0,5	22,2	1,2	2,4		7,3	89,1		
17					6,6	4,3	0,3						3,1	1,8	47,1		5,9					p	16,6	4,2	5,9		16,6	73,3	"	
22		p			11,4	10,4							1,3	1,0	39,4		8,9					0,5	21,8	7,4	2,3		7,7	82,6		
1 1955 г.	7,4			0,3	12,7	7,4			0,3	0,3	0,5				15,8		1,6					p	19,4	1,5			0,6	97,9	Мелкоалевритовый ил	
15			p		22,2	24,5							3,2		28,2		3,0					0,5	17,3	2,1			5,0	92,9		
21		1,4		0,8	10,0	2,7			p	0,3	0,3				10,3		33,6					p	6,9	3,2			1,2	88,7	"	
23			p	0,7	7,5	14,4	0,2				0,7				7,4		16,2					1,3	2,3	0,5	11,2	3,6	0,7	94,5		
24				0,8	18,8	5,4	0,4								2,0		7,3					0,8	15,7	2,8	0,7		1,4	95,1	"	

По данным С. Я. Лятти, ежегодный приток в озеро солей Са составляет 13 600 т, а расход — 2 136 т. В воде притоков, впадающих в озеро, содержание СаО колеблется от 9,5 мг/л до 86,7 мг/л.

В процессе осаждения карбоната кальция, как известно, большую роль играют режим углекислоты и соотношение между отдельными ее формами — свободной, гидрокарбонатной и карбонатной. Как уже указывалось, вода озера имеет ярко выраженную щелочную реакцию, обусловленную отсутствием в ней свободной углекислоты и наличием большого количества карбонатного иона. В течение годового цикла величина рН изменяется в пределах значения от 8,80 до 9,20. С глубиной изменения рН крайне незначительны.

Благодаря своему расположению под 40° с. ш. озеро в летнее время сильно прогревается (до глубины 40 м). Среднегодовая температура воды на поверхности озера достигает 9—10°.

Таким образом, гидрохимические и термические условия озера вполне благоприятствуют осаждению карбоната кальция на дно озера. Вместе с тем, условия бактериальной жизни озера способствуют протеканию раннедиагенетических процессов в осадке, с которыми, по мнению Н. М. Страхова, связано образование бактериального карбоната.

Изучение бактериальной флоры озера Севан проведено М. Е. Гамбаряном (1955). Им выделены следующие микроорганизмы в воде и грунте озера: аэробные и анаэробные азотфиксирующие бактерии (*Azotobacter chroococcum* Winogradsky); аммонифицирующие бактерии (*Bacillus mycoides* Flügge, *B. putrificus* Bienstock, *Micrococcus albidus* Henrici); нитрифицирующие бактерии I-ой и II-ой фазы (*Nitrosomonas europaea* Winogradsky, *Nitrobacter winogradsky* Buchanan) и денитрифицирующие бактерии (*Pseudomonas putrescens* Migula, *P. denitrificans* (Christensen)). Общая численность бактерий в воде озера в течение года колеблется в среднем от 115 до 846 тыс. клеток в 1 мл, а биомасса от 0,100 до 0,928 мг/л с тремя максимумами — в марте, июле-августе и ноябре-декабре. В поверхностных слоях иловых отложений озера общая численность бактерий весной и осенью достигает 3099 млн. клеток в 1 г сырого грунта, а биомасса 3,019 мг/л.

Выявив конкретные условия, обуславливающие осаждение углекислого кальция в озере Севан, перейдем непосредственно к рассмотрению морфологических типов карбонатов в осадках озера. Нами выделены следующие типы:

1. Корка современной цементации.
2. Оолиты.
3. «Кристаллы» (крупнокристаллический кальцит).
4. Пелитоморфный карбонат.
5. Биогенный карбонат.

Корка современной цементации встречается, как правило, в прибрежной зоне, характеризующейся сравнительно высокой гидродинамической активностью. Наибольшего развития корка цементации достигает в районе пор. Севан — от сел. Лчашен до «острова» Севан, по участку берега от сел. Норашен до сел. Лчач и у мыса Три шишки. Это образование неоднократно привлекало к себе внимание исследователей, которые называют его то травертином, то известковым конгломератом. В частности, Г. Д. Афанасьев (1933) различает два типа конгломерата.

Первый тип, представляющий собой мелкий галечник и гравий, слабосцементированный углекислым кальцием, при ударе рассыпается; приурочен к прибойной полосе и зоне заплеска. Второй тип встречается на глубинах от 0,5 до 3—4 м и представляет собой мелкий галечник, остроугольную щебенку, песок, сцементированные в основном  $\text{CaCO}_3$  и, возможно, кремнеземом в виде водных соединений.

Химический состав цемента приведен в табл. 25.

Наряду с типичной коркой цементации своеобразные карбонатные образования, представляющие собой зачатки корки современной цементации, отмечены на ст. 17 на дне Норадузского пролива. Их можно охарактеризовать словами В. Ф. Соловьева (1956), описавшего подобные образования из Каспийского моря: «конкрециевидные стяжения, состоящие из сцементированных зерен оолитового песка» (стр. 143). Размер этих стяжений колеблется от  $8 \times 5$  мм до  $2 \times 2$  мм. Цвет — темно-серый, белый и желтоватый.

Химический состав цемента конгломерата  
по Г. Д. Афанасьеву

SiO <sub>2</sub> . . . . .	33,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	8,13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,01
CaO . . . . .	26,02
MgO . . . . .	0,81
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,34
CO <sub>2</sub> . . . . .	16,26
П/пр без CO <sub>2</sub> . . . . .	9,13
	<hr/>
	97,27

Оолиты встречены на ст. 7 в южной прибрежной полосе озера, отличающейся высокой гидродинамической активностью, обусловленной главным образом волнением. Размер оолитов не превышает 0,5 мм, часто 0,1—0,2 мм, цвет желтовато- и зеленовато-серый. Форма их не отличается такой совершенной округлостью, как, например, у оолитов из Каспийского моря, а скорее эллипсоидальная или угловато-округлая.

Просмотр шлифа образца со ст. 7 показал, что ядрами для оолитов служат обломки эффузивных и карбонатных пород, зерна полевого шпата, кварца, вулканического стекла и т. д. Ядро окружает тонкий концентрический слой кальцита. По-видимому, оолиты из озера Севан находятся в первоначальной, зачаточной стадии своего образования.

«Кристаллы», как уже отмечалось ранее, приурочены к отдельным участкам дна. Они образуются в условиях, резко отличающихся от тех, при которых происходит образование корки цементации и оолитов. Образование кристаллов приурочено к зоне с низкой гидродинамической активностью и, по-видимому, высокой интенсивностью осаждения CaCO<sub>3</sub>. Последнее обстоятельство, надо полагать, связано с особенностями циркуляции озерной воды, благодаря которым на глубинах 30—40 м в Большом Севане температура воды в центре бассейна значительно ниже, чем на периферии. Поэтому более интенсивное выпадение карбоната Ca приурочено к участкам со сравнительно высокой температурой по периферии

бассейна и не наблюдается в центральных частях его, занятых отложениями диатомового ила.

Пелитоморфный карбонат в осадках озера Севан представлен в виде: 1) точечных образований, 2) удлиненных «игolocек», 3) обломков кристаллов лепешкообразной формы, 4) сросшихся кристаллов лепешкообразной формы, 5) агрегатных скоплений карбоната. Наибольшее распространение имеют точечные образования, сросшиеся кристаллы лепешкообразной формы («сгустки» карбоната), агрегатные скопления карбоната. «Иголочки» карбоната встречаются редко. Значительно большее распространение имеют лепешковидные зерна. Величина отдельных игolocек колеблется от 0,0044 до 0,009 мм. Лепешковидные зерна обнаруживают значительное разнообразие в размерах от 0,008 до 0,022 мм. Также широко варьируют размеры сrostков и агрегатных скоплений карбоната, достигая иногда 0,09—0,12 мм. Ромбоэдры карбоната встречаются размером порядка 0,02 мм.

Наряду с точечными образованиями, сrostками кристаллов лепешковидной формы и агрегатными скоплениями, основная масса карбонатного вещества осадка представлена также хорошо ограненными кристаллами размером до 1 мм. Происхождение этих кристаллов не совсем ясно. Возможно, образование их связано с раннедиагенетическими процессами в осадке.

Биогенный карбонат встречается в виде целых раковин и обломков различных размеров. Макрофауна, строящая свои раковины из карбоната кальция, представлена 16 видами моллюсков, микрофауна — всего лишь 4 видами остракод. Ракуша нигде не образует ракушечных полей, а встречается лишь как примесь к грунту того или иного типа, обычно к песку. Наибольшее скопление биогенного карбоната отмечено в северо-западной прибрежной полосе Малого Севана (ст. 3, 1948 г., ст. 4, 1948 г. и ст. 12).

#### 4. Аутигенный кремнезем и органическое вещество в донных осадках озера Севан

Наряду с карбонатами, наиболее интересными компонентами севанских осадков являются аутигенная  $\text{SiO}_2$  и органическое вещество.

По данным С. Я. Лятти (1932), вода притоков доставляет в озеро  $\text{SiO}_2$  от 11,6 до 61,2 мг/л, в воде озера содержание  $\text{SiO}_2$  равно 3,2 мг/л. По Б. Я. Слободчикову (1951), количество  $\text{SiO}_2$  в озерной воде определяется всего лишь в 1,94 мг/л. Химическое осаждение  $\text{SiO}_2$  в озере Севан исключено, и возможно лишь биологическое осаждение его. Поэтому в донных отложениях озера аутигенная кремнекислота представлена исключительно в виде скорлупок диатомей и иногда спикул губок.

Содержание диатомовых в осадках различных типов резко неодинаково. Максимальное количество их наблюдается в диатомовом мелкоалевритовом иле, в меньшем количестве — в крупноалевритовом иле. В песке и крупнообломочных грунтах они отсутствуют.

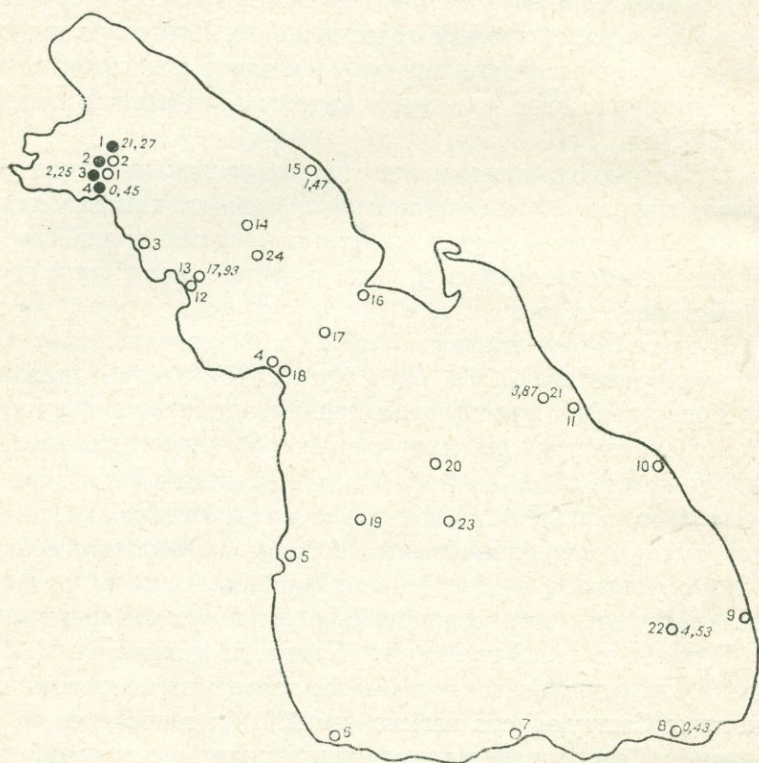
В двух образцах грунта (ст. 23 и 24) определение диатомовых проведено А. П. Жузе (табл. 26). Флора диатомовых представлена преимущественно планктонными формами. Массовое развитие имеют три вида: *Stephanodiscus astraea* (Ehr) grun. var. (f. *sevanica*), *Cyclotella kützingiana* Thw. и *Cyclotella ocellata* Pant. Количество их в осадке достигает сотен тысяч створок на 1 г осадка, а для *Stephanodiscus* — до 1 млн. створок на 1 г осадка. *Stephanodiscus* и *Cyclotella* в осадках имеют форму, несколько отличную от известных.

В пробе со ст. 23 из Малого Севана, по данным Н. И. Фокиной, из форм бентоса в массе встречаются крупные экземпляры *Campylodiscus poricus* (до 260  $\mu$ ); в пробе со ст. 24 Большого Севана такие крупные экземпляры отмечены единично.

Опал, из которого построены скорлупки диатомей, имеет показатель преломления около 1,468, а спикулы — приблизительно 1,450 (определения А. Я. Неретиной).

По данным Г. М. Фридман (1950), в Севане губки представлены всего лишь одним видом *Ephydatia fluviatilis* (L.). Севанские губки отличаются короткими и тонкими спикулами. Длина спикул достигает 340 микрон, толщина колеблется от 6 до 15 микрон. Спикулы большей частью гладки. В одном экземпляре найдено несколько амфидисков. Длина стержня 23 микрона, диаметр диска 19 микрон, число лучей 19—20.

Для определения количественного содержания аутигенного кремнезема в осадках озера выполнено 8 содовых вытяжек (10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Содержание его в донных отложениях Севана колеблется от 0,43% до 21,27% (фиг. 15, табл. 27).



Фиг. 15. Распределение аморфного кремнезема в современных осадках озера Севан

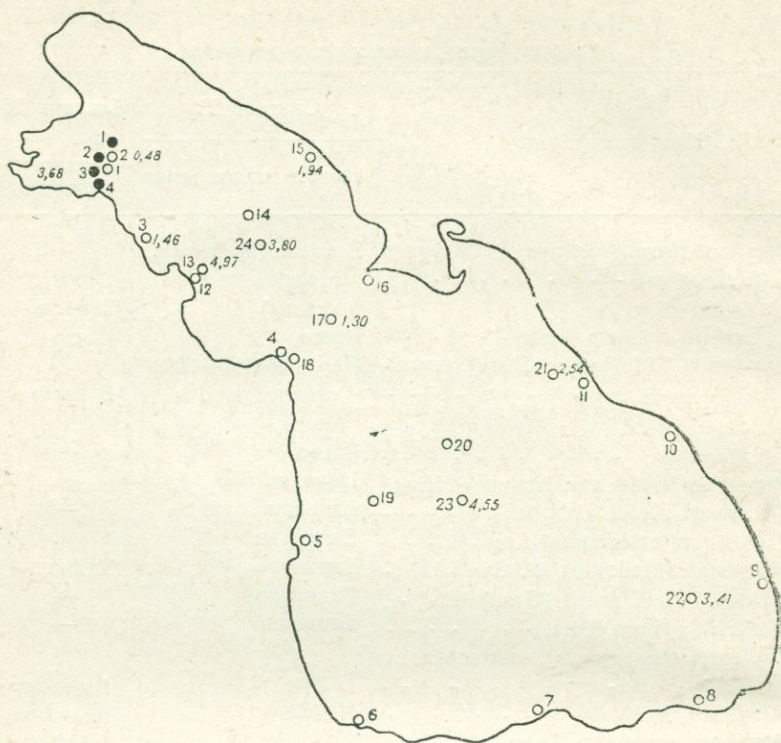
Минимальное содержание его отмечено в песке (ст. 4 1955 г. и ст. 8) — 0,43%. В крупноалевритовом иле количество его варьирует от 1,47 до 17,93%. В мелкоалевритовом иле — 3,87 и 21,27%. Наиболее высокое содержание его выявлено на ст. 1 (1955 г.) и ст. 13. В песке — 0,44%, в крупноалевритовом иле — 6,57%, мелкоалевритовом иле — 12,57%.

Определение органического углерода было проведено в 10 образцах (фиг. 16, табл. 16, 28).

## Список форм диатомовых водорослей

Название формы	Станция 23	Станция 24
	частота нахождения	частота на- хождения
<i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehr) Grun (f. <i>sevanica</i> ) . . . . .	В массе (до 1 млн. створок на 1 г осадка)	В массе
<i>Cyclotella ocellata</i> Pant . . . . .	Часто	Часто
<i>Cyclotella Kützingiana</i> Thw (f. <i>sevani- ca</i> ) . . . . .	Нередко (100—200 створок на 1 г осадка)	В массе
<i>Fragilaria</i> sp. . . . .	Часто	—
<i>Fragilaria inflata</i> var. <i>Istvanffy</i> Hust	Нередко	—
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr . . . . .	Единично	—
<i>Gyrosigma attenuatum</i> Ktz . . . . .	Единично	—
<i>Navicula seutelloides</i> W. Sw . . . . .	Единично	Единично
<i>Navicula Reinhardtii</i> (Grun) Cl . . . . .	Единично	—
<i>Navicula radiosa</i> Kütz . . . . .	Единично	—
<i>Diploneis elliptica</i> var. <i>ostracodarum</i> Cleve . . . . .	Редко	Единично
<i>Amphora ovalis</i> Ktz . . . . .	Нередко	Единично
<i>Amphora perpusilla</i> Grun . . . . .	—	Единично
<i>Amphora mongolica</i> Ostr . . . . .	Редко	—
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz) W. Sm . . . . .	Единично	—
<i>Nitzschia frustulum</i> . . . . .	Единично	—
<i>Nitzschia</i> sp. . . . .	Единично	—
<i>Campylodiscus noricus</i> Ehr. v. <i>costa- tus</i> Grun. . . . .	Нередко (до 500 эк- земпляров на 1 г осадка)	—
<i>Caloneis Schumanniana</i> V. <i>biconst- ricta</i> Grun. <i>Surirella spiralis</i> Kütz	Единично	—
<i>Rhoicosphaenta curvata</i> (Kütz) Grun .	—	Единично
<i>Operphora Martyi</i> Herib . . . . .	—	Единично

Содержание органического углерода в донных отложениях озера Севан изменяется от 0,48—в образце со ст. 2 (1948 г.) (кристаллы  $\text{CaCO}_3$ ) до 4,97—в крупноалевритовом иле со ст. 13. В мелкоалевритовом диатомовом иле количество органического углерода определяется в 2,54—2,60%. Большая



Фиг. 16. Распределение органического углерода в современных осадках озера Севан

Таблица 27

Содержание аморфного кремнезема в донных отложениях озера Севан

Номер станции	Тип осадка	Содержание аутигенного кремнезема в %
4 1955 г.	Песок с ракушей	0,45
8	Песок с галькой	0,43
3 1955 г.	Крупноалевритовый ил	2,25
13	" "	17,93
15	" "	1,47
22	" "	4,53
1 1955 г.	Мелкоалевритовый ил	21,27
21 1948 г.	" "	3,87

Содержание органического углерода в осадках озера Севан

Номер станции	Тип осадка	Содержание С в ‰
2 1948 г.	Кристаллы $\text{CaCO}_3$	0,48
3 "	Песок с ракушей	1,46
3 1955 г.	Крупноалевритовый ил	3,68
13 "	" "	4,97
15 "	Мелкоалевритовый ил	1,94
17 "	Крупноалевритовый ил	1,30
21 "	Мелкоалевритовый ил	2,54
22 "	Крупноалевритовый ил	3,41
23 1956 г.	Мелкоалевритовый ил	4,59
24 1956 г.	" "	3,80

часть площади дна водоема покрыта осадками, содержащими не более 2,60% органического углерода.

При микроскопическом исследовании органическое вещество удалось обнаружить в виде растительных остатков в легкой части фракции 0,1—0,01 мм и изредка в виде угля в легкой части фракции 0,25—0,1 мм. Количество растительных остатков не превышает 2,5%, а угля — 3%.

По В. В. Веберу (1956), накопление органического вещества в осадках в прибрежной зоне бассейна в основном происходит в результате разложения преимущественно бентической растительности, тогда как в открытой части водоема доминирующая роль переходит к планктону. В образовании органического вещества осадков могут принимать участие различные организмы. Содержание органического углерода в них варьирует в значительных пределах. Так, по данным В. В. Вебера, в морских цветковых (*Zostera Ruppia*) количество органического углерода составляет 30—35%, в зеленых водорослях (*Cladophora Chaetomorpha*) — 23—27%, в сине-зеленых (*zyngbya*) — около 20%. По А. П. Виноградову (В. В. Вебер, 1956), среднее содержание органического углерода в зоопланктоне (Copepoda) составляет 45,5%, в перидиниевом фитопланктоне 33,5% и в диатомовом фитопланктоне — 18,7%. Меньшее содержание органического вещества в диатомовых связано с их повышенной (в среднем около 50%) зольностью.

Различия в исходном органическом веществе, по утверж-

Таблица 29

## Химический состав донных отложений озера Севан

№ пробы	Гигроскоп. влаги в %	% -ное содержание компонентов в образце, высушенном при $t = 105-110^{\circ}\text{C}$													Σ
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.п.	
1	0,32	3,34	нет	0,55	0,05	0,36	0,02	51,13	1,86	0,13	0,20	0,14	0,03	42,02	99,83
2	0,32	3,30	0,05	0,92	0,48	нет	0,04	51,26	0,30	0,22	след.	0,09	нет	42,49	99,15
3	0,88	1,22	нет	0,69	0,16	нет	0,02	48,77	0,63	0,26	0,10	0,09	нет	47,33	99,27
4	0,72	37,24	0,60	11,26	3,76	0,92	0,13	21,44	2,45	0,38	0,46	1,88	1,24	18,80	100,56
5	0,52	53,66	0,63	16,11	3,32	1,98	0,14	9,97	3,39	0,40	0,14	3,30	1,59	5,73	99,36
6	0,16	70,12	0,28	14,49	2,15	0,44	0,12	2,12	0,74	0,10	0,30	2,59	3,40	2,27	99,12
7	0,59	42,22	0,61	11,62	1,42	1,28	0,17	18,30	1,76	0,22	0,77	3,09	0,73	18,10	100,29
8	0,28	67,49	0,40	15,30	2,78	0,44	0,06	3,44	1,44	0,14	след.	3,46	3,48	1,07	99,50
10	0,76	40,45	0,36	6,04	8,98	3,22	0,15	6,13	23,80	0,10	0,25	0,18	0,26	10,60	100,00
11	0,88	44,97	0,33	9,91	4,21	3,24	0,19	10,19	16,63	0,08	след.	1,01	нет	9,10	99,86
12	1,47	1,39	нет	0,48	0,22	нет	след.	48,34	0,71	0,33	0,12	0,27	нет	48,09	99,95
13	4,21	48,64	0,34	8,76	1,00	1,89	0,08	12,97	1,88	0,28	1,29	0,35	1,45	20,48	99,41
15	3,61	57,34	0,70	17,32	5,13	1,90	0,13	4,40	2,32	0,25	след.	1,34	1,10	8,24	100,17
16	3,43	16,50	0,43	3,90	1,05	1,50	0,08	39,68	2,26	0,23	0,65	0,85	нет	32,31	99,44
17	6,06	6,72	0,06	1,49	0,51	1,76	0,09	47,27	1,18	0,25	0,36	0,16	нет	41,71	100,56
18	2,67	31,34	0,58	8,90	2,07	1,65	0,10	27,58	2,58	0,28	0,50	2,75	1,10	20,09	99,52
20	4,72	47,39	0,33	8,00	0,40	2,84	0,15	12,02	4,20	0,25	0,70	1,46	1,01	20,85	99,60
21	4,46	48,72	0,46	11,11	3,71	2,83	0,16	6,76	8,15	0,20	0,17	2,02	0,78	14,23	99,30
22	4,14	45,26	0,35	8,77	1,43	1,89	0,10	15,72	2,86	0,20	1,32	2,42	0,40	18,44	99,16

дению В. В. Вебера, существенно влияют на распределение органического вещества в осадках. Действительно, несколько повышенные концентрации органического вещества, отмеченные для крупноалевритового ила, связаны, по-видимому, с тем, что эти участки дна озера покрыты мощными зарослями *Seratophyllum* и *Lemna trisulca*. Повышенное содержание органического вещества в донных отложениях Севана определяется также интенсивным развитием *Chara fragilis*.

В отложениях мелкоалевритового диатомового ила, занимающего большую часть площади озера, содержание органического углерода колеблется от 3,8 до 4,55%.

Исходным материалом для этих осадков в основном являются диатомовые водоросли. По данным В. В. Вебера, величина отношения C/N для двух проб со ст. 23 и 24 равна 7,2—7,3, что характерно для диатомового органического вещества.

#### 5. Распределение некоторых химических компонентов в донных осадках озера Севан

Для выяснения особенностей химического состава донных отложений озера Севан 23 образца грунта были подвергнуты полному химическому анализу (табл. 29). Данные этих анализов были использованы для пересчета с целью выяснения процентного содержания отдельных элементов в осадке.

Большая часть осадков озера Севан содержит до 3% Fe (табл. 30, фиг. 17). Отложения близ северо-западного побережья отличаются пониженным количеством железа (менее 1%). Незначительное содержание Fe отмечается и на ст. 17, расположенной в Норадузском проливе. Повышенное количество Fe характерно для небольшого участка вдоль юго-западного побережья (ст. 4, 5, 18) и особенно для прибрежной полосы вдоль восточного побережья (10, 11, 15, 21). Максимальное содержание Fe наблюдается на ст. 10 (8,78%).

Количество марганца в осадках озера Севан колеблется от следов на ст. 12 до 0,46% на ст. 8. Большая часть дна Малого Севана покрыта осадками с содержанием Mn от 0,01 до 0,10% (фиг. 18, табл. 31).

Содержание Fe в осадках озера Севан

Номер станции	Состав пород	Содержание Fe в %
5	Гравийно-галечные отложения	3,86
1 1948 г.	Кристаллы	0,31
2 "	"	0,33
3 "	Песок	0,11
4 "	"	3,34
6 "	"	1,84
7 "	"	1,98
8 "	"	2,28
10 "	"	8,78
11 "	"	5,46
12 "	"	0,15
16 "	"	1,89
18 "	"	2,73
3 1955 г.	Крупноалевритовый ил	0,73
13 "	" "	2,16
17 "	" "	0,94
22 "	" "	2,47
1 1955 г.	Мелкоалевритовый ил	0,34
15 "	" "	5,06
21 "	" "	4,79
23 1956 г.	" "	0,31
24 1956 г.	" "	0,98

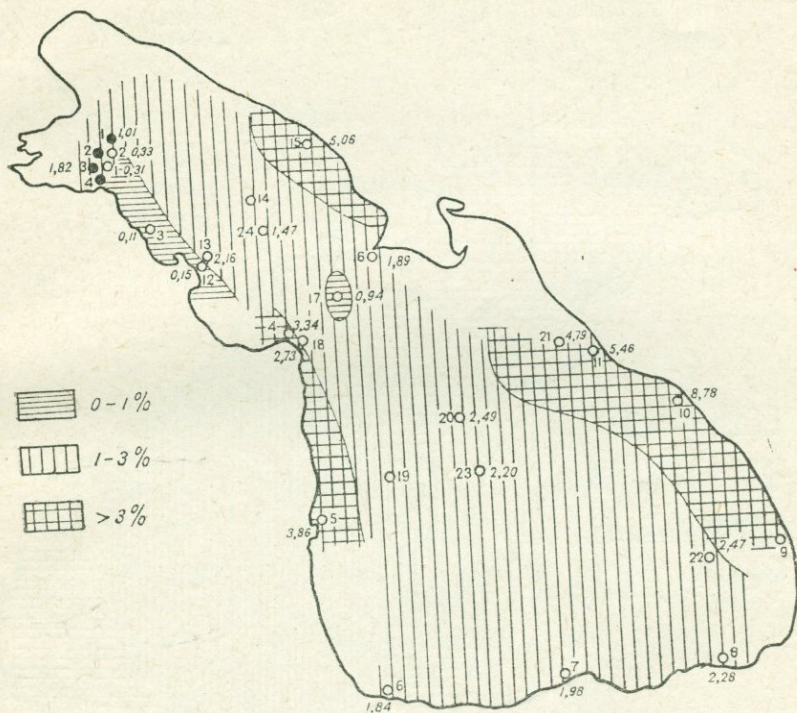
Донные отложения Большого Севана более богаты марганцем. Почти вся площадь занята грунтами, содержащими Mn в количестве от 0,1 до 0,15%.

Содержание Fe повышенное в песках (а также в гравийно-галечных отложениях) и в мелкоалевритовом иле и сравнительно низкое — в крупноалевритовом иле.

Содержание Mn повышенное в песках и мелкоалевритовом иле и низкое в крупноалевритовом иле.

В распределении фосфора (табл. 32) в донных отложениях озера Севан намечается та особенность, что при движении с востока на запад количество его в осадках возрастает (фиг. 19). Минимальное количество P отмечено в песке вдоль небольшого участка узкой прибрежной полосы на юго-востоке озера (ст. 10 и 11). Вся восточная половина бассейна покрыта осадками, которые содержат P в количестве: от 0,05 до 0,10%. Наиболее высокое содержание фосфора наблюдается

в западной половине бассейна (до 0,17 на ст. 5). Лишь на ст. 6 близ юго-западного побережья содержание фосфора ниже, чем во всей западной половине (0,04%).



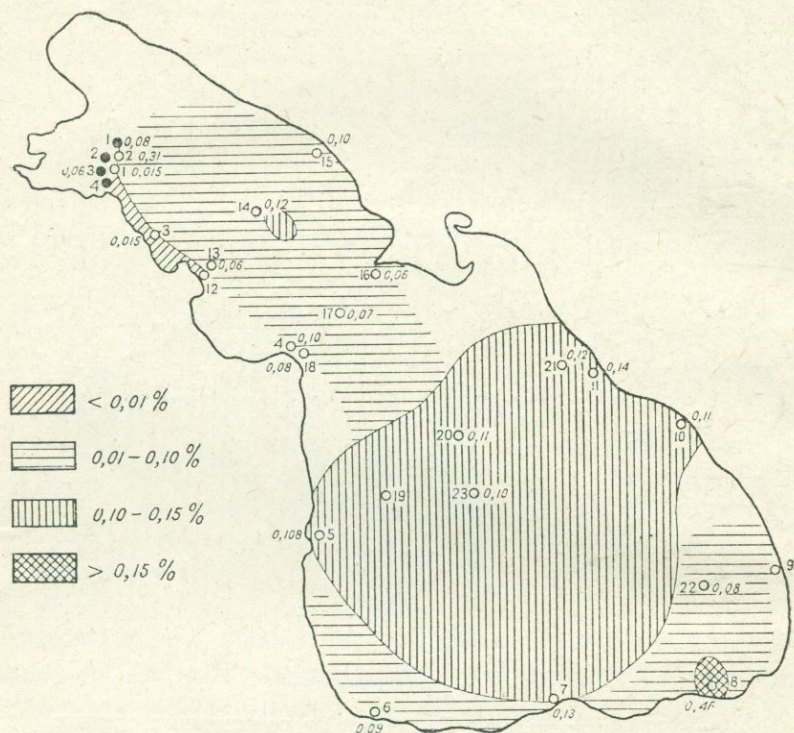
Фиг. 17. Распределение Fe (общее) в современных осадках озера Севан

Большая часть осадков озера Севан содержит от 1 до 2% Mg (фиг. 20, табл. 33). В песке со ст. 3 и 12 (северо-западное побережье), а также со ст. 6 и 8 (южное побережье) количество Mg менее 1%. Минимальное содержание его (0,18) наблюдается на ст. 2 (1948 г.).

Явное обогащение осадков магнием отмечается на юго-западном побережье (ст. 10, 11 и 21). Максимальное количество его составляет 14,35% (ст. 10).

Содержание Mg в песке и мелкоалевритовом иле больше, чем в крупноалевритовом иле.

Осадки озера Севан в целом богаты алюминием (табл. 34, фиг. 21). Большую часть площади Малого Севана занимают осадки с содержанием Al от 1 до 5%. Лишь в кристаллах со



Фиг. 18. Распределение Mn в современных осадках озера Севан

станций 1 и 2 (1948 г.), да в песке со ст. 3 (1948 г.) и 12, в узкой прибрежной полосе на северо-западе, количество его менее 1%. Небольшое содержание Al отмечено и на ст. 17 в Норадузском проливе. На ст. 15 наблюдается максимальное содержание Al (9,16%) по всему озеру. Осадки Большого Севана по содержанию Al можно подразделить на две группы: к восточной половине водоема приурочены грунты, содержащие Al от 3,19 до 5,88%. В западной и юго-западной части Большого Севана количество Al в донных отложениях варьирует от 6,15 до 8,52%.

Таблица 31  
Содержание Мп в осадках озера Севан

Номер станции	Состав пород	Содержание Мп в осадке в ‰
5	Гравийно-галечные отложения	0,108
1 1948 г.	Кристаллы	0,015
2 "	"	0,31
3 1948 г.	Песок	0,015
4 "	"	0,10
6 "	"	0,09
7 "	"	0,13
8 "	"	0,46
10 "	"	0,11
11 "	"	0,14
12 "	"	Следы
16 "	"	0,06
18 "	"	0,08
3 1955 г.	Крупноалевритовый ил	0,06
13 "	"	0,06
17 "	"	0,07
22 "	"	0,08
1 1955 г.	Мелкоалевритовый ил	0,08
15 "	"	0,10
21 "	"	0,12
23 1956 г.	"	0,10
24 1956 г.	"	0,12

Анализ химического состава донных отложений озера Севан показывает тесную зависимость его от состава слагающих бассейн озера горных пород.

Повышенное содержание фосфора и алюминия в осадках обусловлено характером поступающего в водоем материала с запада (Гегамский хребет), тогда как обогащение юго-восточной прибрежной полосы магнием и железом определяется сносом обломочного материала с востока (Севанский хребет).

## Содержание Р в осадках озера Севан

Номер станции	Состав пород	Содержание Р в осадке в ‰ ‰
5	Гравийно-галечные отложения	0,17
1 1948 г.	Кристаллы	0,056
2 1948 г.		0,096
3 1948 г.	Песок	0,11
4 1948 г.		0,16
6		0,04
7		0,09
8		0,06
10		0,04
11		0,03
12		0,14
16		0,10
18		0,12
3 1955 г.	Крупноалевритовый ил	0,09
13		0,12
17		0,109
22		0,08
1 1955 г.	Мелкоалевритовый ил	0,10
15		0,109
21		0,08
23		0,10
24		0,10

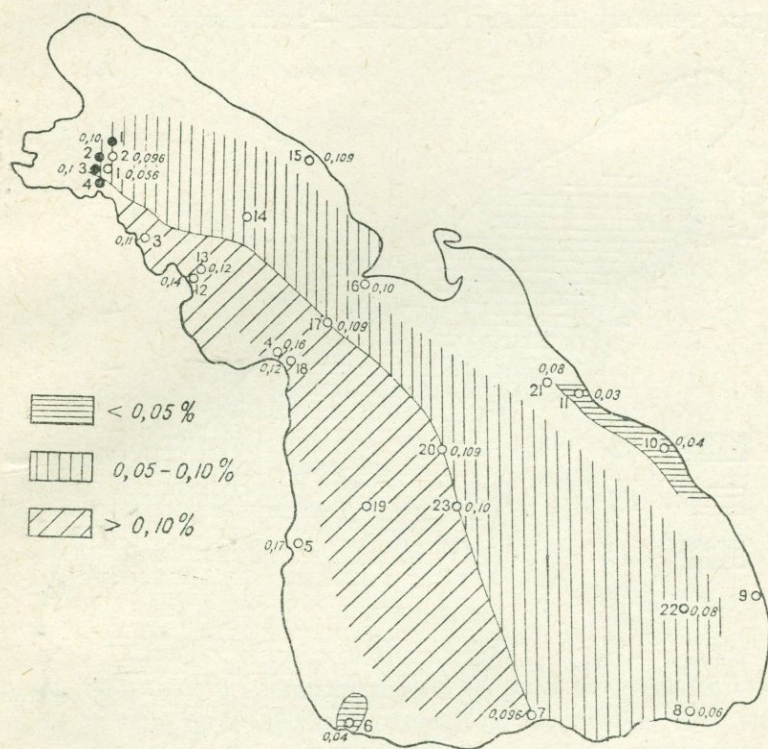
## 6. О стратификации осадков озера Севан

Вопросы стратификации осадков озера Севан получили некоторое, хотя и неполное освещение в работах С. Я. Лятти (1932) и особенно Г. Д. Афанасьева (1933). В осадках Севанской бухты С. Я. Лятти выделил 4 горизонта, которые отличаются по гранулометрическому составу, окраске, содержанию органических включений и по химическому составу.

В верхнем горизонте  $\text{CaCO}_3$  составляет 70—90%, вниз по колонке содержание его уменьшается, зато возрастает количество  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

В колонках ила из Большого и Малого Севана изменение гранулометрического состава и окраски осадков выражено

менее четко. Здесь содержание  $\text{CaCO}_3$  в осадках значительно меньше, чем в осадках из Севанской бухты, но тенденция к увеличению количества  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , а также  $\text{MgO}$  вниз по колонке выражена довольно отчетливо. В том же направлении уменьшается количество  $\text{CaCO}_3$ .

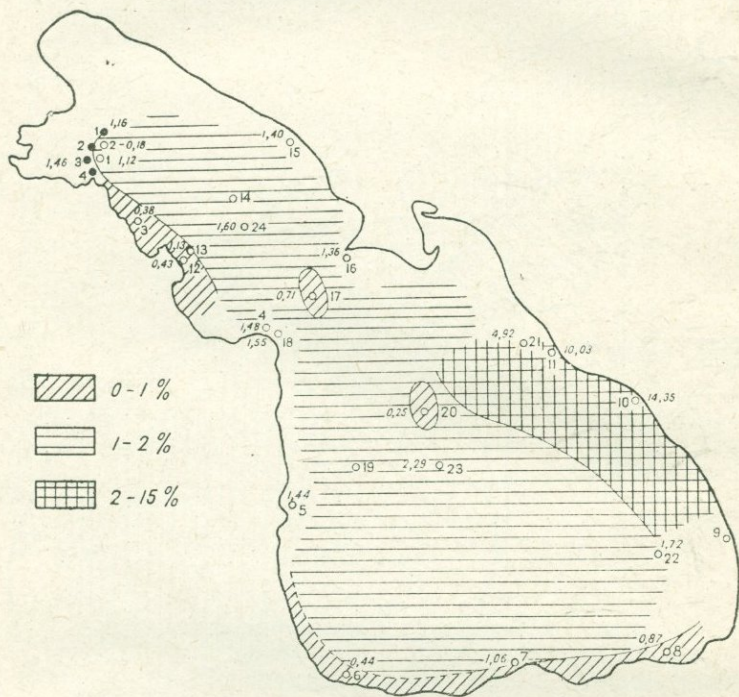


Фиг. 19. Распределение P в современных осадках озера Севан

С. Я. Лятти рассматривает микрослоистость грунтов не как результат сезонных явлений, а как следствие дифференциации ила. Факторами подобной дифференциации могут служить, по мнению автора, разноименная заряженность ила, разница размеров частиц и удельных весов ила.

В отличие от С. Я. Лятти, Г. Д. Афанасьев считает, что слоистость является отражением сезонных колебаний уровня водоема.

На основании детального изучения типов слоистости Г. Д. Афанасьевым построена кривая колебаний уровня озера. Колебаниям с периодом в несколько сот лет соответствуют слои по 0,5—0,7 м мощности; 15—35-летним колебаниям соответствует макрослоистость и, наконец, сезонные колебания находят отражение в микрослоистости — темные слои соответствуют теплому периоду, светлые — холодному.



Фиг. 20. Распределение Mg в современных осадках озера Севан

## 7. Особенности осадкообразования в озере Севан

Озеро Севан расположено в том же широтном поясе, что и ряд наших южных внутриконтинентальных водоемов — Черное море, Каспийское море, Аральское море — в пределах континентальной аридной зоны. Но в отличие от указанных бассейнов, залегающих иногда ниже уровня океана, озеро Севан расположено среди высокогорного плато, в области раз-

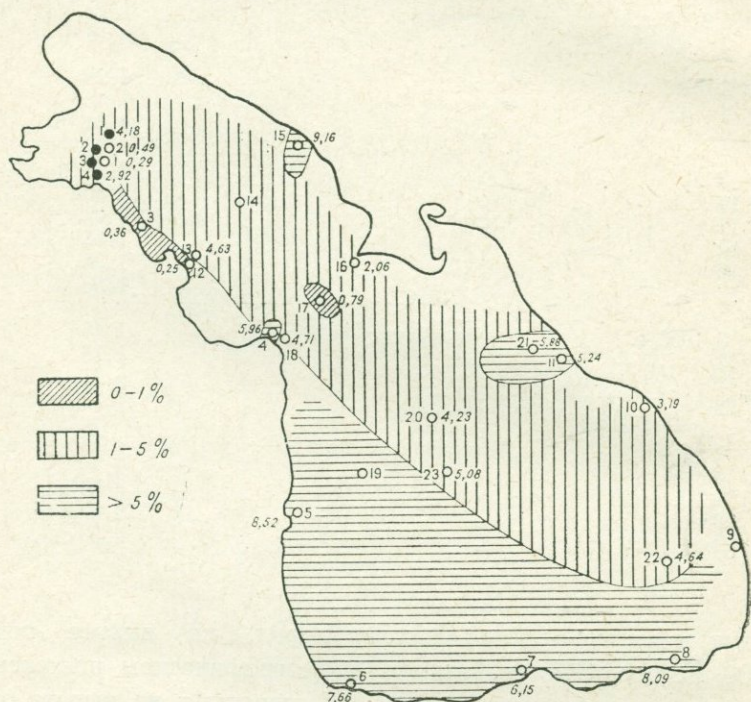
## Содержание Mg в осадках озера Севан

Номер станции	Литологич. состав	Содержание Mg в осадках в $\frac{0}{100}$
5	Гравийно-галечные отложения	1,44
1 1948 г.	Кристаллы	1,12
2 "	"	0,18
3 1948 г.	Песок	0,38
4 "	"	1,48
6 "	"	0,44
7 "	"	1,06
8 "	"	0,87
10 "	"	14,35
11 "	"	10,03
12 "	"	1,55
16 "	"	1,36
18 "	"	1,55
3 1955 г.	Крупноалевритовый ил	1,46
13 "	"	1,13
17 "	"	0,71
22 "	"	1,72
1 1955 г.	Мелкоалевритовый ил	1,16
15 "	"	1,40
21 "	"	4,92
23 "	"	2,29
24 "	"	1,60

вития массивно-кристаллических пород, на высоте почти 2000 метров. Эти особенности в географическом положении озера — расположение его под  $40^\circ$  широты и на высоте около 2000 метров — приводят к тому, что «в результате мы имеем глубоко прогреваемое летом и сильно остывающее зимой, но не замерзающее озеро — явление природы редкое и оригинальное» (М. А. Фортунатов и А. Н. Иняевский, 1927, стр. 480). Поэтому, несмотря на большую высоту над уровнем моря, осадкообразование в озере Севан происходит в условиях бассейна, обладающего сравнительно высокой температурой вод.

Последнее обстоятельство, наряду с благоприятными гидрохимическими условиями бассейна — отсутствие свободной

углекислоты, наличие большого количества карбонатного иона, ярко выраженная щелочная реакция воды,— определяет собой одну из наиболее важных черт процесса осадкообразования в озере Севан — выпадение карбоната кальция из озерной воды. По мнению Б. Я. Слободчикова (1951), оно происходит непрерывно на протяжении всего года, а не приурочено к каким-либо определенным месяцам.



Фиг. 21. Распределение Al в современных осадках озера Севан

Доминирующей формой карбонатообразования является химическое осаждение. Среди морфологических типов карбонатов широкое развитие имеет корка современной цементации (травертин, или известковый конгломерат), которая, помимо прибрежной зоны, встречена нами и в отложениях дна Норадузского пролива.

Значительное развитие имеют кристаллы карбоната кальция, приуроченные к глубинам 40—60 м и характеризующие

## Содержание Al в осадках озера Севан

Номер станции	Состав пород	Содержание Al в осадке в %
5	Гравийно-галечные отложения	8,52
1 1948 г.	Кристаллы	0,49
2	"	0,29
3 1948 г.	Песок	0,36
4	"	5,96
6	"	7,66
7	"	6,15
8	"	8,09
10	"	3,19
11	"	5,24
12	"	0,25
16	"	2,06
18	"	4,71
		ср. 4,36
3	Крупноалевритовый ил	2,92
13	"	4,63
17	"	0,79
22	"	4,64
		ср. 3,24
1 1955 г.	Мел коалевритовый ил	4,18
15	"	9,16
21	"	5,88
23	"	5,08
24	"	4,66
		ср. 5,79

собой места интенсивного выпадения  $\text{CaCO}_3$ . Оолиты имеют крайне ограниченное развитие. Пелитоморфный карбонат благодаря диагенетическим процессам, протекающим в мелкоалевритовом иле в результате жизнедеятельности микроорганизмов, частично преобразуется в прекрасно образованные кристаллы  $\text{CaCO}_3$ . Биогенное карбонатообразование резко подавлено. Преобладание химического осаждения  $\text{CaCO}_3$  над

другими видами его осаждения определяется количественной и качественной бедностью органического, особенно животного мира озера, обусловленного, в свою очередь, малым содержанием биогенных элементов (за исключением  $\text{SiO}_2$ ) в озерной воде. К тому же гидрохимические особенности севанской воды способствуют развитию угнетенных форм.

Как известно, в океанах происходит пространственное обособление  $\text{CaCO}_3$  от прочих компонентов: карбонат кальция стягивается к теплым низким широтам, а  $\text{SiO}_2$  к высоким холодным широтам. Вследствие относительно небольших размеров озера, в Севане подобная локализация не выдержана. Напротив, в пределах одной и той же климатической зоны наблюдается одновременное отложение и карбонатов и кремнезема.

Высокое содержание  $\text{SiO}_2$  в воде озера (0,70—5,40 мг/л) определяет собой сравнительно широкое развитие диатомовых, которые после своего отмирания значительно обогащают некоторые типы донных отложений озера Севан. Таковы, в частности, отложения мелкоалевритового диатомового ила, занимающего центральные участки Малого и Большого Севана. В связи с этим следует подчеркнуть значительную роль биогенного фактора в процессах осадкообразования в озере Севан. Не только диатомовые водоросли, но, как уже отмечалось, и макрофиты играют существенную роль в этих процессах. Донные заросли флоры способствуют накоплению органического вещества в грунтах.

Особенности в рельефе дна и пониженная гидродинамическая активность водоема определяют собой своеобразие в распределении обломочного материала, поступающего в озеро благодаря деятельности рек и абразии берегов. Подавляющая масса этого материала отлагается в виде узкой ленты в прибрежной полосе, образуя скопления каменистого грунта. На остальной, большей части площади озера, как мы уже видели, действуют уже иные, внутренние факторы: биологические и химические. Таковы особенности осадкообразования в озере Севан.

## VII. ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАЗОВАНИЯ БАССЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН

Прежде чем приступить к изложению истории формирования озера Севан, остановимся на основных взглядах различных авторов на образование этого водоема.

1. Одна группа ученых считала Севан озером кратерно-вулканического происхождения. Предполагалось, что после обильной вулканической деятельности жерла вулканов увеличиваются. Позднее, когда вулкан прекращает свою деятельность, жерла наполняются атмосферными осадками и образуется озеро. Такого мнения придерживались М. Ф. Митте (1891), Д. Н. Анучин (1896) и В. А. Обручев (1908). Эта теория вряд ли выдерживает в настоящее время какую-либо критику.

2. Часть исследователей поддерживает теорию плотинного происхождения озера. Они считают, что на месте озера Севан раньше была речная долина, воды которой направлялись в р. Аракс. Благодаря потокам базальтовых и андезитобазальтовых лав, западная часть долины реки оказалась подпруженной, и сток воды прекратился. Уровень воды в долине реки стал постепенно подниматься и, когда бассейн был заполнен, вода стала вновь переливаться и уходить через западную часть древней речной долины.

Сторонниками запрудного происхождения озера Севан являются П. Рорбах (1902), Е. С. Марков (1911), А. Ф. Ляйстер (1914) и К. Н. Паффенгольц (1934, 1950). В отношении образования отдельных частей Севана существует два мнения. Большинство исследователей считает, что образование Большого и Малого Севана происходило одновременно. В начале

сформировался Большой Севан, а затем и Малый. К. Н. Паффенгольц не соглашается с этой концепцией. Он считает, что Севан образовался как единый водный бассейн. На основе детального исследования последовательности излияний лав, он утверждает, что запруда образовалась благодаря древним лавам типа А (нижнечетвертичного возраста). Последующими излияниями более молодых лав — типа Е значительно меняется форма береговой линии Малого Севана. Следовательно, Большой и Малый Севан образовались одновременно, но Малый Севан позднее вновь обновился или как бы «омолодился», благодаря излиянию молодых лав.

Анализируя батиметрическую карту озера Севан, автор приходит к заключению, что котловина озера имеет конфигурацию речной долины, залитой в прошлом четвертичными лавами, распространенными в районе гор. Севан, с. Лчашен, гор. Раздан. К. Н. Паффенгольц (1950) по-прежнему настаивает на одновременном образовании Большого и Малого Севана с последующим обновлением Малого Севана после излияния молодых поствюрмских лав, имеющих развитие на протяжении Лчашен—Айриван.

Отличие характера рельефа дна Малого и Большого Севана также находит свое объяснение у К. Н. Паффенгольца. Дно Малого Севана неровное, что объясняется выносами боковых притоков, в то время как дно Большого Севана «плоское, широкое с отчетливо намечающимся древним водотоком (руслом), местами меандрирующим» (1950, стр. 128). Узкое русло, отмечаемое между мысами Норадуз и Артаниш, говорит, что на территории, ныне занятой Большим Севаном, до излияния лав было неглубокое озеро, образование которого связано с меридиальным сбросом Норадуз — Артаниш. Восточный участок древней долины (третичного времени), прилегающий вдоль этого сброса, был поднят, и таким образом образовалась подпруда всей восточной части долины. Позднее сформировавшееся озеро исчезло, и ко времени лавовой запруды Севан—Лчашен сохранились отдельные заболоченные участки. После образования запруды, высота которой достигала не более 200 м, начинается постепенное заполнение озера, а позднее — пропиливание запруды (нижнечетвертичное время).

Заполнение озера водой происходило в четыре приема, отвечающие четырем межледниковым периодам. Первые две озерные террасы находятся под водой, а верхние — расположены выше современного уровня озера Севан.

Автор считает, что максимальная абсолютная высота озера Севан могла быть около 2 000 м, т. е. на 60—75 м выше современного. Следы пребывания воды озера отображаются террасами 5 м, 25 м, 35 м, 50 м и 60-метровыми. Но не везде эти террасы хорошо сохранились. На крутых склонах северо-восточного Гюнейского берега эрозионные террасы не могли в должной мере образоваться, а последующие процессы совершенно уничтожили их. На южном побережье остатки террас погребены под молодыми лавами.

В широкой Масринской долине казалось бы эти террасы должны были сохраниться, но, к сожалению, они перекрыты либо замещены аллювиально-пролювиальными образованиями конусов выноса. Точка зрения К. Н. Паффенгольца о плотинном и об одновременном образовании Малого и Большого Севана в период плиоцена-постплиоцена не изменилась.

Разбирая предложенную гипотезу, нельзя не заметить, что К. Н. Паффенголец не придает большого значения колебательным и вообще тектоническим движениям. В то время как большинство исследователей Кавказа отмечает огромное значение тектонических процессов для формирования рельефа, в частности территории озера Севан, К. Н. Паффенголец неоднократно подчеркивал существенное влияние лавовых излияний, в особенности в образовании запруды р. Раздан. Но одновременно с излиянием лав Богудага в районе Севан—Лчашен имело место и поднятие, что доказывается 100-метровой высотой этого участка при 50—60 м мощности лавы, что, безусловно, связано с этими движениями.

Для того, чтобы нарисовать на территории современного Большого Севана озерный бассейн, указанный автор проводит меридиональный сброс Норадуз—Артаниш и считает, что бассейн был не озерного характера, а реликтового морского типа, а образование сброса произошло значительно позже, (возможно, после излияния лав типа В).

Возражая А. А. Gabrielyan (1946) в отношении сбросовой линии вдоль северо-восточного Арегунийского берега, по которому должны бы изливаться четвертичные лавы, К. Н. Паффенгольц отмечает, что здесь «никаких следов вулканической деятельности четвертичного времени никем не обнаружено» (1950, стр. 129).

Необходимо подчеркнуть, что предположения А. А. Gabrielyan о трещинных излияниях андезито-базальтовых лав касаются Гегамского нагорья, а не Арегунийского берега.

Что касается приуроченности больших глубин Малого Севана к Арегунийскому берегу, то здесь можно предполагать наличие подводного сброса. Об этом свидетельствует неравномерная дислоцированность туфогенных пород, порфиритов и брекчий, распространенных на данном участке. Поскольку К. Н. Паффенгольц не придает большого значения тектонике в образовании котловины озера, постольку он и не признает поперечное антиклинальное поднятие, которое отделяет Большой Севан от Малого Севана. Равно он не согласен с тем, что гипсометрические уровни озер были резко различными.

Некоторые противоречия наблюдаются и в отношении возраста озера, а именно возраст лавовой запруды оказывается моложе самого озера, что неправдоподобно.

3. Небольшая группа исследователей приписывает озеру очень древнее происхождение. Они предполагают, что озеро Севан является остатком древней лагуны еще верхнетретичного времени и, следовательно, имеет реликтовое происхождение.

Е. Н. Дьяконова-Савельева и Г. Д. Афанасьев (1933) считают, что на границе третичной и четвертичной истории, когда Каспийское и Черное моря разделились, на месте нынешнего озера Севан осталась лагуна. Позднейшими процессами, а именно медленными поднятиями и вулканическими явлениями, значительно изменились климатические и гидрохимические условия, что привело к опреснению бассейна. Многочисленные притоки приносили большое количество пресной воды и аллювия, благодаря чему лагуна еще более опреснялась. В связи с этим погибали дрейссенсии и изменялись условия жизни диатомовых водорослей.

Позднейшие вулканические процессы, опускания земной коры, в особенности Малого Севана, привели к понижению уровня воды в бассейне. В последней работе Г. Д. Афанасьев (1950) вновь возвращается к вопросу о происхождении озера и поддерживает свое старое мнение.

А. Т. Асланян (1947) также является сторонником реликтового происхождения озера Севан. Однако он не так представляет себе образование озера, как предыдущие исследователи. Он считает, что после регрессии верхнеплиоценового моря сохранились реликтовые водоемы. Котловина Севана своим образованием в значительной мере обязана формированию Гегамского антиклинория. Здесь образовывались песчано-глинистые породы с дрейссенсиями. Позднее, благодаря общему подъему, котловина Севана значительно сокращается и занимает площадь меньше, чем современный Большой Севан. Площадь же современного Малого Севана представляла собой континент с речной артерией, причем Палео-Дзыкнагет впадал в Палео-Раздан. Затем начались обильные вулканические явления, в результате чего лавы вулкана Богудаг заполнили долину р. Палео-Раздан. Таким образом образовался и Малый Севан, воды которого потом соединились с Большим Севаном.

Гипотеза реликтового происхождения озера Севан не встречает большой поддержки. Трудно поверить, чтобы озеро было реликтом верхнеплиоценового моря, так как тогда в той или иной степени сохранились бы эрозионные террасы или соответствующие следы в рельефе области. Подобные древние уровни наблюдаются вдоль Большого Севана и не отмечены на территории Малого Севана, следовательно, озеро могло в лучшем случае располагаться на территории современного Большого Севана. Помимо этого, вряд ли реликт мог бы существовать с верхнего плиоцена, так как до образования современного Севана был период, когда на всей этой территории была развита речная сеть. Конечно, трудно отрицать, что впадина реликтовой лагуны в той или иной мере нашла отражение в морфологии современного бассейна озера Севан, но из этого не следует, что озеру Севан можно приписывать реликтовое происхождение.

4. Большинство исследователей признает тектоническую

природу озера Севан и Севанской впадины. Но и среди приверженцев этого направления нет единого мнения по данному вопросу. Участники экспедиции Ф. Ю. Левинсон-Лессинга (С. С. Кузнецов, 1928, А. А. Турцев, 1929, А. С. Гинзбург, 1929), Н. В. Думитрашко (1949), А. А. Габриелян (1946, 1956), Е. Е. Милановский (1952, 1953, 1957) рассматривают впадину, как брахисинклинальный прогиб.

Л. А. Варданянц (1948) в истории образования бассейна озера Севан выделяет ряд этапов.

В конце плиоцена и в начале постплиоцена на месте Гегамского хребта, Севана и Севанского хребта была равнина с небольшой возвышенностью. Лишь только территория Севанского хребта имела большую высоту — около 1 500 м над уровнем древнего Каспия. Начало постплиоцена знаменуется подъемом центральной части равнины, а именно Гегамского хребта. Территория современного Севана в то время еще не подверглась погружению. На территории современного Севана выделялись четыре группы речных систем. Первая сеть пересекала территорию Селимского перевала и далее — бассейн р. Арпа. Вторая группа простиралась через Сотский перевал в долину р. Тертер. Третий комплекс рек шел через западную часть Севанского хребта в бассейн р. Агтев.

Наконец, четвертая речная артерия направлялась по современной р. Раздан к Араратской равнине. Такая сравнительно густая сеть не могла не оставить следов своего пребывания. Благодаря мощным водным потокам, равнина была расчленена, а наиболее высокие террасы остались свидетелями былого пребывания указанной речной сети.

Дальнейшие движения в нижнечетвертичное время создали сводчатые поднятия Гегамского и Севанского хребтов с промежуточным погружением Севанской зоны, которая превратилась в продольную долину. Вдоль южного склона Севанского хребта имели место сбросовые дислокации с опусканием более южных участков. Эти движения привели к изменению стока древней речной системы, а именно, вместо радиального направления реки устремились с востока на запад к истокам современной р. Раздан. Благодаря большой мощности водного потока, эрозионная работа была интенсивной.

о чем свидетельствует ныне погребенная долина, заполненная галечником и потоками базальтовых лав, вскрытая буровыми скважинами в Арзни на глубине до 70 м ниже современного уровня р. Раздан.

В дальнейшем формируются террасы речной сети вплоть до нижних террас, затопленных ныне водами озера.

Средне- и верхнечетвертичные движения создали поперек древней долины антиклинальное поднятие Норадуз—Артаниш, в результате чего образовался Большой Севан со стоком воды на запад.

Аналогичное поперечное поднятие произошло на участке Севан—Варсер, что привело к образованию Малого Севана. Надо отметить, что уровень Малого Севана на несколько десятков метров был ниже, чем Большого Севана.

Новые движения и возникновение вулкана Богудаг привели к изменению направления поверхностного стока из озера, южнее Богудага. Уровень воды в Малом Севане был ниже Севанского (Еленовского) барьера, сложенного лавами Богудага, поэтому Большой и Малый Севан существовали самостоятельно.

Поднятие Севанского хребта в верхнечетвертичное время, образование вулканических конусов и излияние андезитобазальтовых лав привели к запруде стока из озера, повышению уровня Малого Севана, соединению обоих озер в одно целое и возникновению нового стока через Еленовскую гряду севернее Богудага.

Таким образом, Л. А. Варданянц придает огромное значение возникновению запруд, что связано с образованием поперечных к древним долинам поднятий; лавовые излияния, по его мнению, имели второстепенное значение. Высказанное предположение о раздельном существовании Большого и Малого Севана в первые периоды формирования озера соответствует действительности.

Наряду с этим нельзя не отметить и спорные стороны гипотезы указанного автора.

Л. А. Варданянц уделяет большое внимание пологоскладчатым движениям в деле образования котловины озера, на самом же деле значительную роль, по-видимому, играли коле-

бательные движения; значение же складчатых движений было небольшим и носило второстепенный характер.

Л. А. Варданянц приписывает озеру верхнечетвертичный возраст, исходя, с одной стороны, из своих воззрений о четвертичном возрасте рельефа Кавказа вообще, с другой стороны, автор полагает, что, если озеро имело бы более древний возраст, то на его дне давно должен был бы накопиться мощный слой осадка. Надо отметить, что возраст рельефа, определяемый Л. А. Варданянцем, не находит полного признания у геоморфологов. Что касается вопроса накопления осадков на дне Севана, то надо иметь в виду, что только крупные реки приносят заметное количество осадков, а их здесь немного. Другие же реки маломощные, имеют непостоянный сток воды, а следовательно, не могут оказывать большого влияния на накопление осадков на дне озера.

Большое внимание вопросам истории развития и происхождения озера Севан уделено в работах Е. Е. Милановского (1952, 1953, 1957).

Е. Е. Милановский (1952, 1953) считает, что возникновение Севанской впадины произошло не в конце плиоцена или начале антропогена, а значительно раньше — в конце миоцена.

В развитии Севанской впадины Е. Е. Милановский выделяет 2 основных этапа. Первый этап, или ее предыстория, — этап геосинклинального прогибания Севано-Курдистанской зоны, завершившийся в палеогене. Второй этап — это собственно история ныне существующей впадины со времени ее заложения. Севанская впадина является таким участком геосинклинального прогиба, где погружение и сопровождавший его вулканизм продолжались до олигоцена включительно.

Поднятия, охватившие Малый Кавказ в олигоцене — начале миоцена, привели к образованию горного рельефа, но темп этих поднятий настолько сокращается со среднего миоцена, что ко времени трансгрессии верхнемиоценового моря геоантиклиналь Малого Кавказа представляла собой равнину с поднимавшимися над ней невысокими горными массивами. Пути проникновения верхнесарматского моря в Севан-

скую котловину неясны. Вскоре морской залив превратился в постепенно опреснявшееся озеро Палео-Севан.

В плиоценово-четвертичное время район Севана представлял собой крупную, в общем пологую брахисинклинальную впадину, которая, в свою очередь, состояла из нескольких впадин низшего порядка — Верхнеразданской (Верхнезангинской) и впадин Малого и Большого Севана, разделенных поперечными антиклинальными перемычками. Вплоть до голоцена Севанская впадина испытывала значительное прогибание, которое осложнялось длительным развитием складок западного крыла, формированием системы крупных сбросо-взбросовых нарушений, а также ростом поперечных антиклиналий.

Прогибание впадины шло на фоне неравномерно растущего поднятия Малого Кавказа (до 2,5 км и больше). Несмотря на относительно крупное прогибание, абсолютное поднятие Севанской впадины все же составило с начала плиоцена 1500—1900 м.

Наиболее энергичные поднятия, сопровождавшиеся мощными извержениями, приурочены были к юго-западной окраине впадины. В такие эпохи с Гепамского нагорья шло интенсивное поступление грубого обломочного и пирокластического материала. В результате одного из наиболее резких поднятий, имевшего место на рубеже плиоцена и антропогена, юго-восточная часть Палео-Севана осушилась, и на дне его возникла речная долина. Современный облик озеро приобрело в четвертичное время благодаря запруде, образовавшейся вследствие роста антиклинальной перемычки и, частично, излияниям лав у истоков р. Раздан.

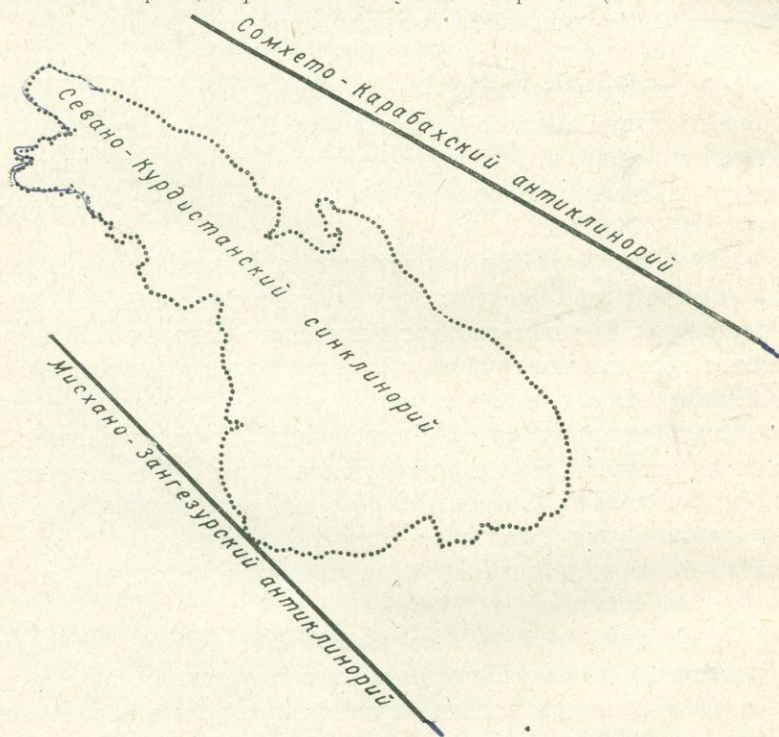
В. Е. Хаин и Л. Н. Леонтьев (1957) считают, что озеро тектонически-лавово-запрудного происхождения, так как все природные факторы играли определенную роль в образовании озера; наибольшее значение из всех факторов придается тектонике и результатам ее проявлений — вулканическим процессам.

Как видно из изложенного, единого мнения у исследователей об образовании озера Севан пока что не имеется. Равно

расходятся взгляды геологов о времени начала развития впадин Малого и Большого Севана.

Палеогеография времени формирования бассейна озера Севан в настоящее время может быть представлена в следующем виде.

Как известно, Севанская впадина ограничена с севера Арегунийским и Севанским хребтами, которые в среднеюрское время являлись составной частью Сомхетско-Карабахского антиклинория, а Гегамский и Варденисский хребты, окаймляющие Севан с юга, относились к Мисхано-Зангезурскому антиклинорию, образованному еще в триасе (по В. Е. Хаи-

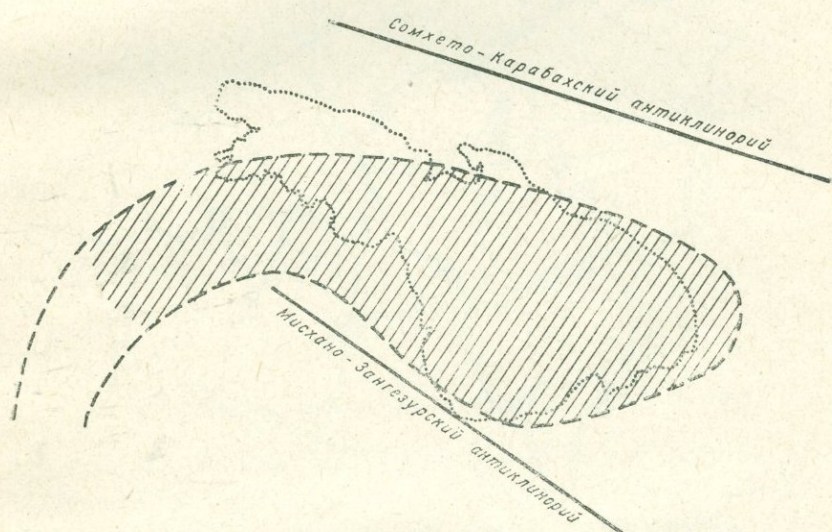


Фиг. 22. Озеро Севан в эоценово-олигоценовое время

ну и Л. Н. Леонтьеву, 1957). Между указанными поднятиями в период верхней юры и нижнего мела и позднее во время эоцена-олигоцена существовала зона прогиба, названная Севано-Курдистанским синклинием (фиг. 22). В последующее

время — верхний миоцен — нижний постплиоцен — море занимало часть Севано-Курдистанского синклинория, а именно южную половину и средний участок Севана, и простиралось на юг к современной Араксинской долине (фиг. 23).

Необходимо отметить, что в период от верхнего миоцена до нижнего постплиоцена включительно, возможно, существовал небольшой солоноватоводный бассейн лагунного типа, расположенный в южной части упомянутого синклинория и известный в литературе под названием Арцвакарского (Сарыкаинского). Разрез Арцвакарской (Сарыкаинской) толщи, представленный гипсоносными глинами с дрейссенсиями, га-



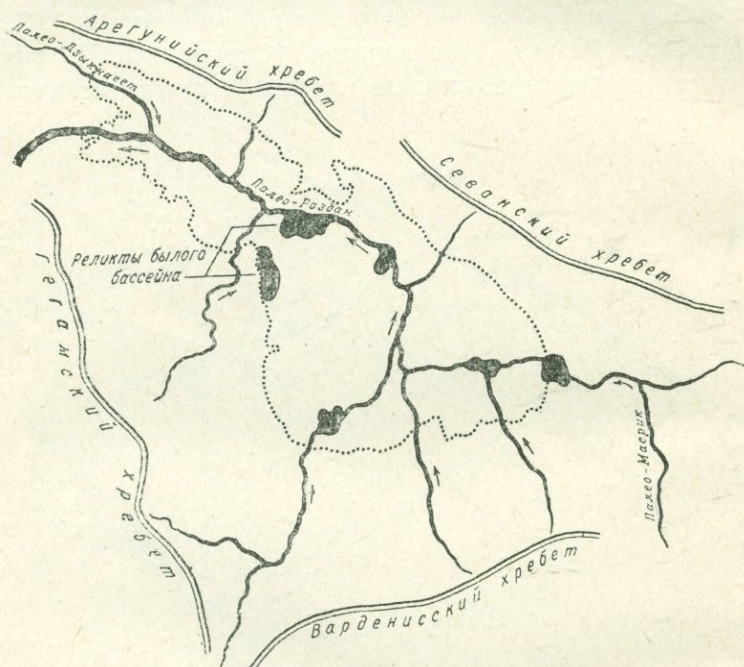
Фиг. 23. Озеро Севан в верхнемиоценовое и нижнепостплиоценовое время

строподами, мшанками и остатками рыб и мергелями с диатомовыми водорослями, достаточно характеризует режим водоема.

Указанный возраст Арцвакарской толщи установлен и мотивирован Е. Е. Милановским (1952, 1957), А. А. Габриеляном, В. П. Асратяном и А. Е. Назаряном (1954).

В районе Памбак — Бабаджан в зоне развития Севанского хребта были установлены конгломераты пролювиально-делювиального происхождения, относимые к нижнему плиоцену (М. А. Кашкай, В. Е. Хаин, Э. Ш. Шихалибейли, 1950). Это говорит об интенсивном сносе обломочного материала с близлежащих хребтов.

В среднем постплиоцене площадь озера Севан была покрыта сетью рек и мелких пресноводных озер (фиг. 24). Возмож-

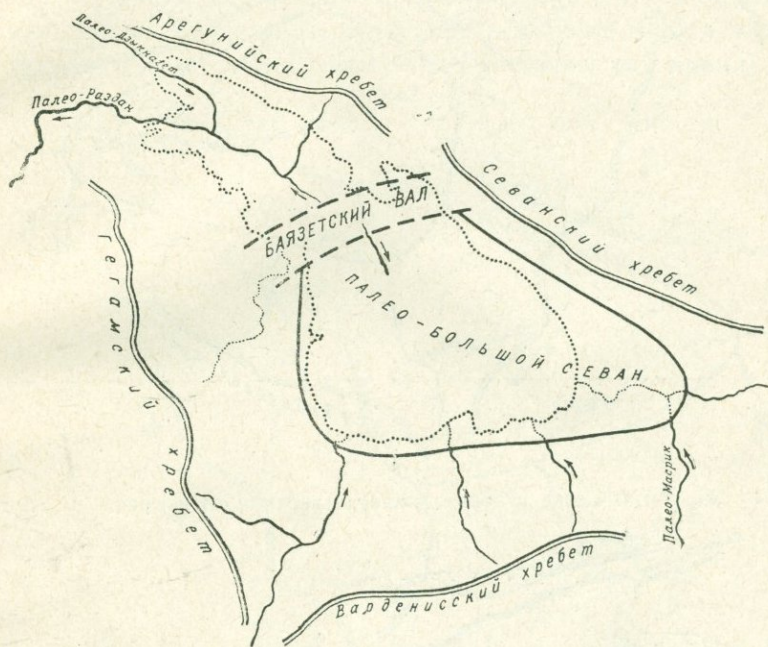


Фиг. 24. Озеро Севан в постплиоценовое время

но, в это время зарождается баязетский вал. Резкие вертикальные движения привели к широкому изливию лав. Верхнечетвертичное время характеризуется новыми тектоническими поднятиями. В результате этого наблюдается обновление баязетского поперечного вала в связи со сбросовыми нарушениями (фиг. 25). В этот период началось образование Палео-Большого Севана. Речная сеть по-прежнему питала водой Палео-Большой Севан; намечаются две реки с баязетского вала,

одна из которых направлялась на запад, а другая — на восток.

В конце верхнечетвертичного времени происходит пропильвание баязетского вала (порога) реками, протекающими на запад и восток от него; углубление дна реки, направляющейся

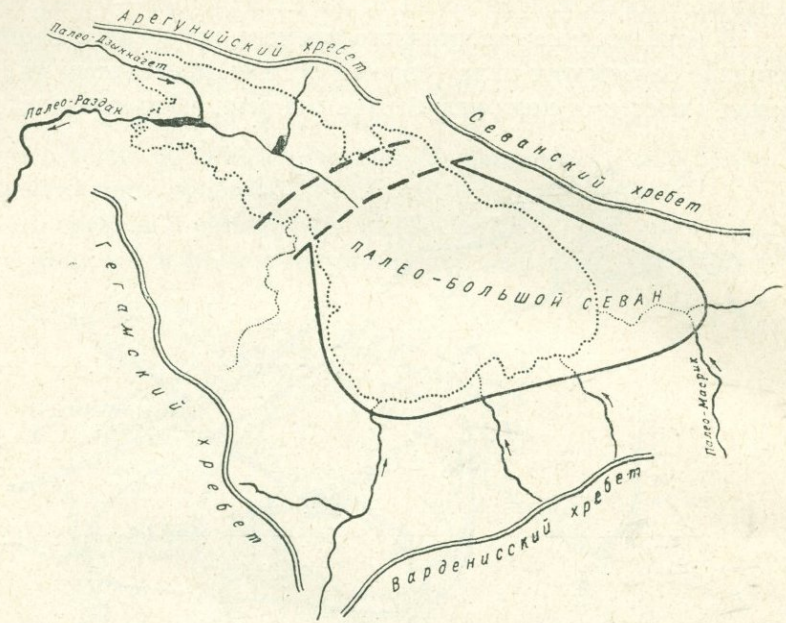


Фиг. 25. Озеро Севан в верхнечетвертичное время (I этап)

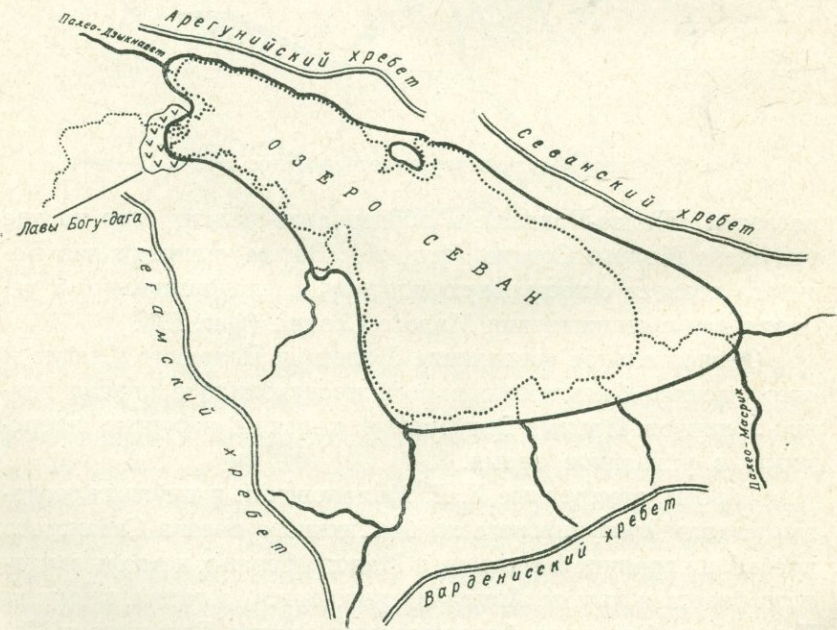
на запад (Палео-Раздан), и образование мелких озер на дне будущего Малого Севана (фиг. 26). Затем изливание лав Богудага создает естественную плотину, а следовательно, и условия для возникновения Малого Севана (фиг. 27).

Окончательное соединение Малого и Большого Севана и «потопление» баязетского порога происходило в период таяния ледников. Прорыв Богудагской плотины, вероятно, происходит в указанное время.

Сбросы, отмеченные Е. Е. Милановским и другими геологами вдоль Арегунийского хребта, южного склона Севанского хребта, на границе Большого и Малого Севана, и вдоль западного берега к югу от Арцвакарского мыса, а также к югу от Камо, способствовали формированию впадин Большого и Ма-



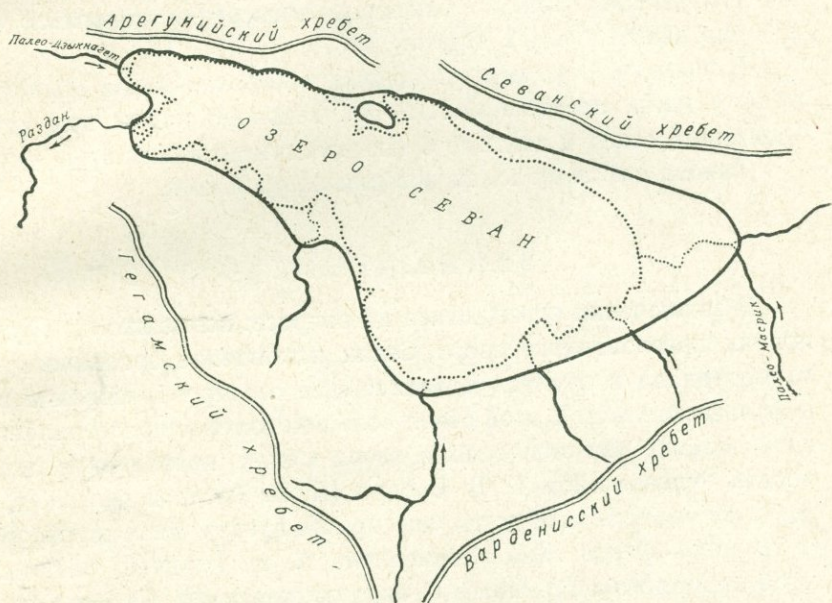
Фиг. 26. Озеро Севан в конце верхнечетвертичного врежени (II этап)



Фиг. 27. Озеро Севан в конце верхнечетвертичного времени (III этап)

лого Севана (несколько осложняя его синклиналиную природу) и созданию современного (до спуска) облика озера (фиг. 28).

Таким образом, все силы природы (тектонические движения, излияния лав вулканов) внесли свою лепту в образование озерной впадины (верхняя юра — нижний мел) и окончательное формирование озера Севан (четвертичное время).



Фиг. 28. Озеро Севан в конце верхнечетвертичного времени (IV этап)

Более молодая история озера Севан выясняется при искусственном сливе вековых запасов воды озера.

После начала слива воды озера наблюдалось появление из-под воды древних жилых строений и кладбище. Как известно, в деревнях кладбище всегда находилось на некотором расстоянии от поселений и обычно на высоком месте. Значит, уровень озера в недалеком прошлом был значительно ниже современного и позднее, благодаря спуску воды, будут обнажаться зоны обитания доисторического человека.

Недавно археологической экспедицией Исторического музея Академии наук Армянской ССР были исследованы на об-

нажившемся дне озера развалины древнего города с прямыми, шириной по 5—8 метров, улицами. На одной из площадей города сохранился камень с клинописной надписью урартского царя Аргишти I. Кроме того, на территории озера Севан археологи осуществили раскопки двух могильных курганов, в которых были обнаружены: скелет человека, четырехколесная повозка, 2 черепа быков, золотые украшения и другие предметы. По мнению ученых, вскрытые погребения относятся к XI в. до нашей эры (Л. Брутян, 1957).

В последнее время на западном побережье озера обнаружены остатки погребений XII—XV веков до нашей эры (до бронзового века) и даже до 3 тысячелетий до нашей эры.

Такова самая молодая история озера Севан.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении остановимся на вопросе: возможно ли в условиях пресноводного озера Севан накопление органического материала в прунтах и дальнейшее его преобразование в нефтяные битумы. В этой связи большой интерес представляет исследование битумов осадка озера Севан, проведенное под общим руководством В. В. Вебера (В. В. Вебер и др., 1960). Анализу были подвергнуты две пробы грунта со станций 23 и 24 озера Севан. Как установлено А. И. Горской, битумы проб из Малого и Большого Севана неидентичны, в частности, битум осадка из Большого Севана является более окисленным.

Битумы пресноводных осадков озера Севан отличаются от битумов современных морских осадков по содержанию в них углеводородов и по спектральной характеристике. В осадках озера Севан содержание углеводородов, в пересчете на органическое вещество и на битум, значительно меньше, чем в морских осадках. При этом обе фракции углеводородов битумов озера Севан в основном представлены парафиновыми структурами, тогда как в составе углеводородов современных морских осадков обнаружены и ароматические углеводороды.

На основании проведенных исследований, В. В. Вебер приходит к выводу, что углеводороды озера Севан скорее всего являются остаточными от углеводородов исходного органиче-

ского материала и на данной ранней стадии развития процесс отрицает какие-либо признаки новообразований углеводородов и преобразования их в направлении нефтяного битумообразования. Однако на более поздних стадиях процесса и в условиях меньших глубин такое преобразование предположительно можно ожидать.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Абих Г. В. О геологической природе Армянского нагорья, 1843.
- Абих Г. В. Новые сведения о геологии Кавказа и сопредельных ему стран. Зап. Кавк. Отд. Русск. Геогр. Общ., 1861, т. VI, стр. 66—74.
- Абих Г. В. Геология Армянского нагорья. Орографическое и географическое описание. Перевод Б. З. Коленко. Зап. Кавк. Отд. Русск. Географ. Общ., 1899, кн. XXI.
- Алкин О. А. Гидрохимическая классификация рек СССР. Труды ГГИ, вып. 4, 1948.
- Амелина Л. О. Сореро да Севанского озера. Труды Севанской озерной станции, т. 2, 1929, в. 3.
- Ананян В. Л. Сапропелитовые отложения озера Севан. Почвоведение, № 4, 1953.
- Анучин Д. Н. Воды суши (озёра). Землеведение, III том, кн. II, прилож., 1896.
- Арнольди Л. В. Материалы по изучению донной продуктивности озера Севан. Труды Севанской озерной станции, т. II, в. 1, 1929.
- Асланян А. Т. К вопросу о происхождении озера Севан. Известия АН АрмССР, № 8, 1947.
- Афанасьев Г. Д. Донные отложения озера Севан. Сб. бассейн озера Севан (Гокча), т. III, в. 2, 1933.
- Афанасьев Г. Д., рец. Паффенгольц К. Н. О происхождении озер Севан (Армения), Ван (Анатолия) и Урмия (Иран). Изв. АН СССР, сер. геол., 1950 г., № 1, стр. 126—138.
- Рец. Изв. АН СССР, сер. геол., 1950, № 3, стр. 148—152.
- Берг Л. С. Заметки об уровне некоторых озер Армянского плоскогорья. Землеведение, 1910, XVII, кн. II, стр. 66—80.
- Бек-Мармарчев Б. И. Многолетняя кривая колебаний уровня озера Севан. Изв. АН АрмССР, физ.-мат. ест. и техн. науки, т. IV, № 1, Ереван, 1951.
- Бек-Мармарчев Б. И. Причина колебаний уровня оз. Севан. Изв. АН АрмССР, физ.-мат. ест. и техн. науки, т. IV, № 3, 1951.
- Брандт А. Предварительный отчет о путешествии, совершенном по поручению Академии Наук в Карскую область и Закавказье. Зам. Импер. Академии наук, т. XXXVI, стр. 362—383, 1880.
- Былинский Е. М. Изменение продольных профилей притоков озера Севан в связи со снижением его уровня. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1957.

- Валесян В. П. Исследование стока горных рек Армянской ССР. Изд-во АН СССР, 1955, стр. 180.
- Варданиц Л. А. Постплиоценовая история Кавказско-Черноморско-Каспийской области, 1948. Издание АН АрмССР, г. Ереван.
- Варданиц Л. А. О происхождении озера Севан. Ин-т геологич. наук АН АрмССР, Ереван, 1948.
- Вебер В. В., Гинзбург-Карагичева Т. Л., Глебовская Е. А., Горская А. И., Захаров А. А., Манучарова Е. А., Мехтиева В. Л., Ромм И. И., Савич В. Г., Талдыкина Н. Н., Фокина Н. И. и Юркевич И. А. Накопление и преобразование органического вещества в современных морских осадках. Гостоптехиздат, М. 1956.
- Вебер В. В., Саркисян С. Г., Горская А. И. Донные осадки оз. Севан и особенности их органического вещества. Геология нефти и газа, 1, 1960.
- Вермишев К. Х. Севанская проблема «Природа», 11, 1958.
- Владимилова К. С. Зеленые и сине-зеленые водоросли Еленовской бухты оз. Севан. Труды Севанской гидробиол. станции, т. VII, 1939.
- Владимилова К. С. Фитопланктон оз. Севан. Труды Севан. гидробиол. станции, т. IX, 1947.
- Габриелян А. А. Новые данные по колебаниям уровня озера Севан. Изв. АН АрмССР, №№ 5—6, 1944.
- Габриелян А. А. К истории тектонического развития Армении в третичное время. ДАН СССР, 1946, т. III, № 2, стр. 143—145.
- Габриелян А. А. Севано-Зангезурский глубинный разлом и его геологическое значение. ДАН СССР, т. 106, № 3, 1956.
- Габриелян А. А., Асратян В. П., Назарян А. Е. К стратиграфии и тектонике Сарькаинской толщи бассейна озера Севан. Ерев. политехи. Инст., Сборник научных трудов, № 8, вып. 1., 1954.
- Галстян Б. Я. Рельеф и почвы западного берега озера Севан. Сб. бассейн оз. Севан (Гокча), т. II, в. 2, 1931.
- Гамбарян М. Е. Распределение, численность и биомасса бактерий Севанской бухты. «Микробиология», т. 23, в. 4, 1954.
- Гамбарян М. Е. Бактериальная флора озера Севан. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Ереван, 1955.
- Гаспарян И. Г. О находке некоторых самородных минералов в аллювии и искусственных шлихах бассейна оз. Севан. Известия АН АрмССР, физ.-мат. естествен. и техн. науки, т. 9, № 6, 1956, стр. 59—56.
- Гинзберг А. С. Геолого-петрографическое описание северо-восточного побережья озера Гокча. Сб. бассейн озера Севан (Гокча), т. 1, 1929.
- Гинзберг А. С. Петрография республики Армении. Петрография СССР, серия 1, регион. петрограф., вып. 2, 1934.
- Гримм О. О замерзании оз. Гокча. Вестник рыбопромышленности, № 8—9, 1905.
- Гурьев. Путешествие по Казахской и Шамшадинской дистанциям и Елисаветпольскому округу в 1829 г. Горный журнал, часть IV, кн. 10, 1830.

- Давыдов В. К. Несколько замечаний о термике Севана в связи с его климатическим влиянием. Бюлл. гидром. иссл. в басс. оз. Севан, 1928, № 4, стр. 39—42, Эривань.
- Давыдов В. К. Термика озера Севан. Материалы по исслед. озера Севан и его бассейна, ч. II, в. 1, 1934.
- Давыдов В. К. Испарение с поверхности оз. Севан. Материалы по исслед. оз. Севан и его бассейна, ч. II, в. 2, 1935.
- Давыдов В. К. Водный баланс озера Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. VI, 1938.
- Даль С. К. Карликовый тур донных отложений озера Севан. ДАН АрмССР, 1950, том XI, № 4, 1950.
- Думитрашко Н. В. О древнем оледенении Малого Кавказа. Материалы по геоморфологии и палеогеографии (Тр. Ин-та Географии АН СССР) в. 2, 1949, т. XI.
- Дьяконова-Савельева Е. Н. и Афанасьев Г. Д. Геологические исследования в окрестностях Нор-Баязета в 1930. Сб. Бассейн озера Севан, т. III, в. 2, 1933.
- Егиазаров И. В. Озеро Гокча и связанные с ним вопросы использования водяных сил и орошения. Изв. Научно-мелиорат. Инст., 1923, вып. 6, стр. 21—43.
- Ерзинкян Л. А. К вопросу биогенного образования травертинов и кристаллов в оз. Севан. «Микробиологич. сборник», вып. IV, 1949, из-во АН АрмССР.
- Жадин В. К изучению изменчивости пресноводных моллюсков. Русск. Гидробиол. журнал, т. 7, № 5—7, 1928.
- Заварицкий А. Н. Некоторые черты новейшего вулканизма Армении. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1945.
- Зайков Б. Д. Гидрологический очерк бассейна озера Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. I, вып. 3, 1933.
- Зайков Б. Д. Водный баланс оз. Севан за 1925—1946 гг. Ереван, 1947.
- Зайков Б. Д. и Белинков С. Ю. Гидрометрические исследования в бассейне озера Севан в 1926—1930 гг. Матер. по исследов. озера Севан и его бассейна, ч. I, в. 2, 1932.
- Ивановский А. А. По Закавказью. Археологические исследования и наблюдения 1893, 1894 и 1896 гг. «Материалы по археологии Кавказа, собранные экспедициями. «Изв. Моск. Археолог. Общ., вып. VI, М. 1911 (О Гокче, гл. I: «Бассейн оз. Гокчи», стр. 1—32).
- Ивановский А. А. Озеро Гокча. Землеведение, 1895, кн. 1—3, стр. 1—36.
- Исаченко Б. Л. О биогенном образовании карбоната кальция: Микробиология, т. XVIII, вып. 2, 1948.
- Иоакимов А. Я. Народное объяснение происхождения озера Гокча. Изв. Кавк. Отд. Импер. Русск. Геогр. О-ва, т. XIII, № 3, 1900, Тифлис.
- Казиков М. П. Гидрогеологический очерк южного берега озера Севан. Бассейн оз. Севан (Гокча), 1930, т. II, вып. 1.

- Казакова Н. М. Древние отложения бассейна оз. Севан (петрографо-минералогическая характеристика). Тр. Ин-та географии. АН СССР, вып. 51, 1952.
- Казакова Н. М. К вопросу о происхождении озера Севан. Тр. Института Географии АН СССР, т. 65, 1955.
- Кашкай М. А., Хаин В. Е., Шихалибейли Э. Ш. К стратиграфии палеогена верховьев рек Акера и Тертер и смежной части бассейна озера Севан. Изв. АН Азербайдж. ССР, № 3, 1950.
- Кесслер К. Путешествие по Закавказскому краю в 1875 г., с зоологической целью, 1878.
- Киреев И. А. Гидрографические работы на озере Севан. Матер. по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. V, 1933.
- Клапрот. Описание Российской Армении «Библиотека для чтения», т. IV, 1834.
- Кленова М. В. Геология моря. Учпедгиз, 1948.
- Крузе. О важности юго-кавказских областей России в отношении антикварном, и о Птоломее, главном писателе в рассуждении географии сей страны. Журнал Министерства Народн. просвещения, 1835, март, СПб.
- Кузнецов С. С. Происхождение озера Гокчи. Природа 1928, №№ 7—8.
- Кузнецов С. С. О некоторых геоморфологических чертах побережья озера Севан. Изв. АН СССР, отд. физ.-мат. наук, 1930, № 4.
- Кун и Бароцци-де-Эльс. Геогностическое описание некоторых стран Армянской области, в особенности лежащих в окрестностях озера Гокчи или Гокчая. Горн. Журн., 1829, ч. IV, кн. 12.
- Куплетский Б. М. Геолого-петрографический очерк восточной части Агманганского вулканического плато. Басс. оз. Севан (Гокча), 1929, т. 1, стр. 1—50.
- Ландсман М. Малый бассейн озера Гокчи. Землеведение, 1903, т. X, кн. IV.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Армянское вулканическое нагорье. Природа № 5, 1928.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Предварительные соображения об использовании озера Гокчи (Севан) для орошения. Басс. оз. Севан (Гокча), 1929, т. 1, стр. 481—491.
- Леонтьев Л. Н. Основные черты тектоники восточной части Малого Кавказа. Труды Ин-та Геологии АН Азерб. ССР, т. XIII, 1945.
- Леонтьев Л. Н. Тектоническое строение и история геотектонического развития Малого Кавказа. Бюлл. МОИП. Отд. геол., т. XXIV, вып. 4, 1949.
- Линч Х. Ф. Армения. Путевые очерки и этюды. Перевод Е. Джунковской, т. 1, стр. 567, т. II, стр. 55—56 и 61—66. Тифлис, 1910.
- Ляйстер А. Ф. К вопросу о происхождении озера Гокчи. Изв. Кавк. Отд. Геогр. о-ва, XXI, 1911—1912, № 4.
- Ляйстер А. Ф. Колебания уровня озера Гокчи. Пам. книжка Эриван. губ. на 1914 г., стр. 23—24, «Кавказ», 1912, № 12.

- Ляйстер А. Ф.** Археологические исследования А. А. Ивановского в Эриванской губернии. Памятная книжка Эриван. губ., 1914 г.
- Ляйстер А. Ф.** К вопросу о происхождении озера Гокчи. Памятная книжка Эриванской губ. на 1914 г. Изв. Кавк. Отд.: Русск. Геогр. Общ., 1914, т. XXI, № 4, стр. 357—368.
- Ляйти С. Я.** Гидрохимические исследования озера Севан и его притоков. Бюллетень бюро гидрометеорологич. исследований на оз. Севан (Гокча), № 7—8, 1929.
- Ляйти С. Я.** Гидрохимический очерк оз. Севан. Матер. по исследов. оз. Севан и его бассейна, ч. IV, в. 2, 1932.
- Ляйти С. Я.** Грунты оз. Севан и его бассейна, ч. IV, в. 4, 1932.
- Ляйти С. Я.** Поливные качества воды озера Севан и реки Занги. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, часть IV, в. 3, Эривань, 1933.
- Малевич И. И.** К фауне *Olygocheta* озера Севан и некоторых озер Армении. Тр. Севанской озерной станции, т. 2, 1929, вып. 3.
- Марков Е. С.** Озеро Гокча (географическое описание озера), ч. I. Главн. Управл. землед. и землеустр. Отд. Зем. улущ., 1911.
- Маркосян А. К.** Распространение и биомасса харовых водорослей и мха в оз. Севан. Труды Севан. гидробиол. станции, т. XII, 1951.
- Мешкова Т. М.** Зоопланктон оз. Севан. Труды Севан. гидробиол. станции, т. IX, 1947.
- Мешкова Т. М.** Зоопланктон оз. Севан в годы ледоставов (1949—1950 гг.). Труды Севан. гидробиол. станции, т. XII, 1951.
- Мешкова Т. М.** Зоопланктон оз. Севан. Труды Севанской гидробиол. станции, т. XIII, 1952.
- Милановский Е. Е.** Геологическое строение и история формирования Севанской впадины. Автореферат диссерт. на соискание уч. степени кандидата геол.-минер. наук, 1953.
- Милановский Е. Е.** История формирования впадины озера Севан. Автореферат доклада. Бюллетень Моск. О-ва Испытателей природы., отд. геол. 1952, вып. 3, стр. 88—89.
- Милановский Е. Е.** Новые данные о строении неогеновых и четвертичных отложений бассейна оз. Севан. К вопросу о возрасте и происхождении так называемой «Сарыканской толщи». Изв. АН СССР, сер. геол., 1952, № 4, стр. 110—119.
- Милановский Е. Е.** О соотношении круглых форм рельефа и новейшей тектонической структуры М. Кавказа. Уч. записки МГУ, в. 161, геология, т. V, 1952.
- Милановский Е. Е.** История формирования Севанской впадины в свете представлений о неотектонике М. Кавказа. Тезисы 4-й конференц. по вопросам геоморфологии Закавказья. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1953.
- Милановский Е. Е.** Основные черты развития центральной части Малого Кавказа в плиоцене и антропогене. Тр. Комиссии по изучению четвертичного периода, том 13, 1957.

- Милановский Е. Е. История формирования Севанской впадины в свете представлений о неотектонике Малого Кавказа. Тр. IV конференции по изучению геоморфологии Кавказа и Закавказья. Ереван, 1957.
- Митте М. Ф. Бассейн Гокчинского озера. Горный журнал, 1891, т. II, апр.—июнь.
- Нефедьева Е. А. Агманганское вулканическое нагорье (краткий геоморфологич. и палеогеографич. очерк). Матер. по геоморфологии и палеогеографии СССР, в. 4, Тр. Ин-та географии АН СССР, т. X, VII, 1950.
- Николаев Н. Г. Ветры в бассейне оз. Севан. Матер. по исследованию оз. Севан и его бассейна, ч. III, в. 6, 1934.
- Обручев В. А. Инструкция для геологического исследования озер. СПб, 1908 (О Гокче — стр. 7) «Инструкция для исследования озер», изд. Импер. Русск. Геогр. Общ., СПб, 1908.
- Озеро Гокча, его окрестностные богатства и рыбы. «Кавказ», 1861, № 61—62.
- Освальд Фр. Феликс. К истории тектонического развития Армянского нагорья. Перевод А. И. Шнишкиной. Зап. Кавказ. Отд. Русск. Геогр. Общ. 1915—1916, т. XXIX, вып. 2, Тифлис.
- Осипов Г. А. Подземный сток из оз. Севан и родники Араратской котловины. Изв. АН АрмССР, физ.-мат. естеств. и техн. наук, т. II, № 4, 1949.
- Паффенгольц К. Н. Бассейн озера Гокча (Севан) (Геологический очерк). Труды Всесоюзного геолого-разведочного объединения НКТП СССР, вып. 219, 1934.
- Паффенгольц К. Н. О происхождении озера Севан (Армения) Ван (Анатолия) и Урмия (Иран). Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1950.
- Путешествие к Гокчайскому озеру. Топография, орография, глубина, флора и животное царство. «Кавказ», 1846, № 45.
- Пиджян Г. О. Об осадочно-вулканогенной толще северо-восточного побережья оз. Севан. Известия Акад. Наук АрмССР, физ.-мат. естеств. техн. наук, т. 9, № 6, 1956, стр. 71—76.
- Ренгартен В. П. Тектоника армянской зоны. Геология СССР. Закавказье, т. X, геолог. описание, М.-Л., 1941.
- Рорбах П. Озера Урмия, Ван и Гокча (перевод с нем.). Изв. Кавк. Отд. Русск. Географ. О-ва, 1902, т. XV, № 2.
- Саркисян С. Г. Прибрежные отложения озера Севан и возможности их использования для сельского хозяйства. Изв. АН АрмССР, физ.-мат. естеств. и техн. наук., т. III, № 2, 1950.
- Саркисян С. Г. и Гаспарян И. Г. К вопросу о минералогическом составе коренных пород северо-западной части озера Севан. Изв. АН АрмССР, т. III, № 2, 1950.
- Слободчиков Б. Я. Гидрохимический режим озера Севан по данным 1947—1948 гг. Труды Севан. гидробиолог. станции Акад. наук Арм. ССР, 1951, т. 12, стр. 5—33.
- Слободчиков Б. Я. Подледный гидрохимический режим оз. Севан, 1949

- и его рыбохозяйственная оценка. Труды Севан. гидробиол. ст., т. XII, 1951.
- Слободчиков Б. Я. Кислородный режим оз. Севан по данным 1947—1948 гг. Труды Севан. гидробиол. ст., т. XIV, 1955.
- Слободчиков Б. Я. Проблема азота в водах оз. Севан. Труды Севан. гидробиол. станции, т. XIV, 1955.
- Соколов А. П. Подземный сток воды из оз. Севан. Материалы по исследованию оз. Севан и его басс., ч. I, в. 4, 1934.
- Соловьев В. Ф. О некоторых карбонатных осадках Каспийского моря. Сб. «Современные осадки Каспийского моря», Академия Наук СССР, 1956.
- Смбатян А. Т. К вопросу о возможности использования некоторых богатых органическими веществами грунтов оз. Севан в качестве органического удобрения. Изв. АН АрмССР, биол. и с. х. науки, т. II, № 4, 1949.
- Страхов Н. М. Об истинной роли бактерий в образовании карбонатных пород. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1948.
- Страхов Н. М. и др. Образование осадков в современных водоемах. АН СССР, 1954.
- Стройкина В. Г. Фитопланктон пелагиали озера Севан. Труды Севан. гидробиологич. станции, т. XIII, 1952.
- Сутугин А. П. Библиография бассейна озера Гокчи (Севан), Л. 1928. Под ред. Л. С. Берга. Академия Наук СССР, Ком. экспед. исслед., вып. III, сер. Закавказская.
- Татевосян Т. Ш. Некоторые метаморфические породы северо-восточного побережья озера Севан. Научн. труды (Ереванск. гос. ун-т), т. XXXVII, 1952, стр. 51—57.
- Тахтаджан А. О. и Габриелян А. А. Опыт стратиграфической корреляции вулканических толщ и пресноводных отложений плиоцена и плейстоцена Малого Кавказа. ДАН, АрмССР, т. VIII, № 5, 1948.
- Тер-Аствацатурян И. А. О значении озера Севан, как источника орошения и гидравлической энергии и краткая история организации научных обследований его. Бюлл.: Бюро гидром. иссл. на оз. Севан (Гокча), 1927, № 1—3, стр. 5—9.
- Турцев А. А. Гидрогеологический очерк северо-западного берега. Сб. Басс. озера Севан, т. I, 1949.
- Турцев А. А. Геологический очерк восточных цепей Памбакского хребта. Сб. Басс. озера Севан, т. I, 1929.
- Фортунатов М. А. Обзор главнейших исследований о Севанском озере за столетие 1826—1926 гг. Тр. Севанской озерной станции, т. I, вып. 1, 1927.
- Фортунатов М. А. и Иняевский А. Н. К вопросу о вертикальном распределении температур в Севанском озере 1927 г. Изв. Госуд. Универ. ССР Армении, № 2—3, 1927.

- Фридман Г. М.** *Otomestoma auditivum* (forel et du pless) в озере Севан. Труды Севан. гидробиол. станции, т. VII, 1939.
- Belck W.** Die Niveau-Schwankungen des goktschai-Sees. „Globus, LXV, № 19, 1894 г.
- Chardin, Chevalier.** Voyages en Perse et autres lieux de l'Orient, Paris, 1723 г. (Путешествие 1670—1680 г. Первый европеец, видевший озеро, том 2, стр. 222).
- Dubois de Montpéreux Fr.** Voyage autour du Caucase, chez les Abkhases en Colchide, en Géorgie, en Arménie et en Crimée. Paris, 1839, vol III, (O Tokre: глава „Trajet de Tiflis a Erivan“, p.p. 293—311, Passage de l'Eschak-Meidan“).
- Eichwald, Ed.** Reise auf dem Kaspischen Meere und in den Kaukasus unternommen in den Jahren 1825—1826. Stuttgart, 1837 (O Tokre: I часть, 2 отдел, гл. VI. Reise nach den Goktschai oder Blanen see; s. 437—459).
- Forel F. A.** Les échantillons de limon dragées en 1879 dans les lacs d'Arménie. Bull. d l'Acad. d Soc. St-Pet, XXVI, 1880.
- P. Kalantarian und A. Petrossian.** Über ein neues kalk fällendes Bacterium aus dem Sewan-See (Goktschasee), Bact. Sewanse spec. nov. Zentralblatt für Bacteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Zweite Abteilung. Bd. 85, 1932.
- Morier, James.** A second journey through Persia, Armenia and Asia Minor to Constantinople between years 1810—1816 г. London, 1818, p. 287.
- Nöschel A.** Bemerkungen über den Goktschasee an Kaukasus. In geognostischer, hydrographischer und meteorologischer Beziehung. Hierzu eine Karte. Verhände. d. Russisch. Mineral. Des s 67—104. st-Pet, 1854.
- Saint-Martin.** Memoires historiques et géographiques sur l'Arménie, I—II, Paris, 1818.
- Sieger R.** Die schwankungen der hocharmenischen Seen seit 1800 in Vergleichen mit einigen verwandten Erscheinungen. Mitteilungen der Kais. Könige Geographischen Gesellschaft in Wien, 1888, XXXI.
- Wagner Morir.** Reise nach dem Ararat und dem Hochland Armenien. Stuttgart, 1848 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	5
I. История исследования донных отложений озера Севан. . . . .	7
II. Физико-географические черты озера Севан и питание его осадочным материалом. . . . .	17
III. Петрографическая и минералогическая характеристики областей сноса бассейна озера Севан. . . . .	43
IV. Прибрежные отложения озера Севан. . . . .	52
1. Формы прибрежных отложений. . . . .	58
2. Литологический состав прибрежных отложений. . . . .	66
3. Минералогический состав прибрежных отложений. . . . .	73
4. Связь минералов прибрежных отложений с материнскими породами. . . . .	78
V. Конусы выноса. . . . .	78
VI. Донные отложения озера Севан. . . . .	80
1. Типы донных отложений. . . . .	95
2. Распределение обломочного материала на дне озера Севан. . . . .	105
3. Морфологические и генетические формы карбонатов. . . . .	110
4. Аутигенный кремнезем и органическое вещество в донных осадках озера Севан. . . . .	117
5. Распределение некоторых химических компонентов в донных осадках озера Севан. . . . .	122
6. О стратификации осадков озера Севан. . . . .	124
7. Особенности осадкообразования в озере Севан. . . . .	129
VII. Палеогеография времени образования бассейна озера Севан. . . . .	144
З а к л ю ч е н и е . . . . .	146
Использованная литература . . . . .	146

Саркисян Сергей Галустович

*«Петрографо-минералогические исследования бассейна озера Севан»*



Отв. редактор А. И. Месропян  
Редактор издательства Э. А. Хачатурян  
Техн. редактор М. А. Капланян  
Худож. оформление Т. К. Арзуманяна  
Корректор З. К. Степанян

---

Сдано в набор 16/III 1962 г. Подписано к печати  
7/IV 1962 г. Формат бумаги 60 × 92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печ. л. 10,75+3 вкл. Уч.-изд. л. 8,14. Тираж 1000.  
РИСО 695. ЕФ 00564. Изд. № 1986. Заказ 129.  
Цена 65 коп.

---

Типография Издательства Академии наук АрмССР,  
Ереван, ул. Барекамутиян, 24

13802