

М. А. САТИАН

О ГЕОХИМИИ ДОННЫХ ОСАДКОВ И
ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ АКВАТОРИИ ОЗ. СЕВАН

В распределении меди, цинка, свинца, хлора и сульфат-иона в донных осадках голоцена, вскрытых трубками длиной 4,5 м, выделена латеральная зональность, вариации по разрезу. Определены баланс и фоновые содержания, характеризующие эпоху дотехногенную. Обсуждено поступление в акваторию халькофильных элементов с обрамления. Предполагается привнос хлора и сульфат-иона минерализованными водами по разломам в акватории. По региональным данным дается прогноз геологического строения дна котловины.

В прежних исследованиях донных осадков озера [2, 10, 19] обсуждалось главным образом распределение в осадках породообразующих химических элементов. Осадки отбирались драгами и в небольшом числе—мелкими, до 1 м трубками. Проведенное в 60-х годах бурение дна вибропоршневыми трубками длиной 4,5 м значительно расширило возможности изучения строения донных осадков [8]. Наиболее полноценными были результаты по акватории Большого Севана. Пробы здесь отбирались по 8 створам на глубинах 5, 10 и 20 м, также как пройден был поперечный профиль через котловину (рис. 1). Геохимия осадков озера особенно интересна, поскольку обрамление озера имеет контрастное геологическое строение, и очевидна актуальность вопроса о влиянии окружающих пород и рудных в них концентраций на распределение в осадках озера микроэлементов. Заслуживает также обсуждения возможность подтока в донные осадки акватории минерализованных вод, многочисленные источники которых известны по берегу котловины [9, 13].

Краткая характеристика донных осадков

В низах разреза трубками вскрываются коричневато-серые и желтовато-серые глины, плотные, сильно комковатые, нередко высококарбонатные (до 30% CaCO_3), содержащие прослойки полимиктовых песков. Вскрытая мощность их достигает первых нескольких десятков сантиметров (пачка I). Выше следуют менее литифицированные глины зеленовато-серые, менее плотные, алевритистые, с карбонатностью до 10—15%, сменяющиеся в верхней части песками и замещаемые ими к берегу (пачка II). Выше по разрезу (пачка III) следуют черные, при высыхании темно-серые пластичные глины, насыщенные органическим веществом, остатками диатомей, в разной мере алевритистые, менее карбонатные (до 10—12%); по направлению к берегу их сменяют пески. Наконец, разрез суммарной мощностью до 4,5 м завершается глинисто-песчаными темно-серыми илами, мощностью до 0,3—0,5 м, особенно разжиженными в верхней части и также замещенными песками к берегу. Мощность зеленовато-серых и черных глин варьирует от нескольких десятков сантиметров до 2—2,5 м, обозначая довольно прихотливый характер их размещения на дне озера. Общий план распределения озерных осадков вскрытого интервала примерно соответствует современному: глинистые осадки сосредоточены в центре, к берегу они сменяются песками—примерно на изобате 20 м. Карбонатность осадков наиболее высока вдоль восточного берега и составляет от 12 до 45%, в среднем 30%, где на обрамлении обнажаются крупные поля микритовых и органогенно-детритовых известняков позднего сенона и палеогена. Менее высока карбонатность осадков, развитых на юге озера. На обрамлении здесь развиты преимущественно вулканогенно-осадочные образования сред-

него эоцена, а также плиоцен-четвертичные лавы. Наименьшая карбонатность (0—10%) определяется в осадках в полосе, примыкающей с запада к Гегамскому вулканическому нагорью.

Глинистые отложения составляют главный тип осадков центральной части котловины, площадь которой достигает 70% от общей площади Большого Севана. Глины связаны постепенными переходами с песками побережья. Баланс осадков озера складывается [2, 10] из обломочного вещества рек и временных потоков, селей (56%), из эолового материала (21%) и материала хемогенно-биогенного (23%). При относительно низком соотношении В/Л до 3,4 [19] обломочное осадконакопление является ведущим, причем существенное место занимают алевро-пелитовые осадки. Возраст вскрытой части разреза донных осадков в центральной части котловины при усредненной скорости осадконакопления от 0,3 до 1 мм в год [2, 10], в среднем равной 0,8 мм/год (отметим сопоставимую скорость накопления донных осадков оз. Ван [4]) составит (включая пачку I) до 3500 лет. Голоценовый возраст возникновения озера обсуждался в работах [2, 5, 12].

В 4,5 м разрезе донных осадков (центра озера) наименьшему уровню озерных вод, возможно стадии «луж» [5], отвечает пачка I, полная мощность которой и особенности распространения по всей площади акватории остаются нам неизвестны. Наивысший уровень вод озера, несомненно, был при накоплении пачки III—черных глин. Пачка IV—илы глинисто-песчаные, характеризуют этап естественного понижения уровня вод, усугубленного в последние десятилетия техногенным воздействием—20-метровым снижением уровня.

Распределение микроэлементов в донных осадках

В наиболее верхней части колонки (пачка IV) отбирались пробы из сравнительно менее разжиженных осадков, сохранивших стратификацию на контакте с заметно более литофицированными глинами третьей пачки. Остальные 2/3 разреза относятся, как видно, к этапу, который не испытал техногенного воздействия, и в некотором смысле характеризуют его фоновые содержания.

По результатам анализа содержаний микроэлементов следует: на два порядка меньше содержания растворимых количеств микроэлементов относительно валовых, затем на порядок низкие их содержания в водной вытяжке относительно вытяжки слабосолянокислой, разброс содержаний по типам осадков конкретизируется в преобладании в глинах меди над свинцом и цинком, а в песках—цинка над остальными двумя микроэлементами (табл. 1).

Средние содержания Cu, Zn, Pb в донных осадках

Таблица 1

Элемент	Глины			Пески		
	В. в.	HCl	Валовое	В. в.	HCl	Валовое
Медь	$4,9 \cdot 10^{-6}$	$10,3 \cdot 10^{-5}$	$6,6 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Цинк	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$11,8 \cdot 10^{-5}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$
Свинец	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Pb+Zn						
Cu	0.59	0.78	0.81	2.69	3.72	4.23

В в—водная вытяжка, HCl—солянокислая (2,5%). Проанализировано: глин—14, песков—18 образцов; валовые содержания свинца по данным количественного спектрального анализа, остальные—колориметрические определения (в % к породе).

В обломочных минералах песков (табл. 2) определены высокие содержания цинка в магнетите, меди и свинца—в темноцветных минералах. По данным шлихового анализа, в некоторых образцах присутствуют единичные зерна самородного свинца, буланжерита, церуссита, малахита и халькопирита. Какой-либо закономерности их распределения выявить не удалось из-за непредставительности материала. Можно полагать преобладание абсорбированных форм нахождения халькофильных микроэлементов в глинах. Известна разная способность абсорбции микроэлементов.

Таблица 2

Содержания микроэлементов в обломочных минералах
(и фракциях) осадков

Минерал (фракция)	Медь	Цинк	Свинец
Пироксен мн.	$3 \cdot 10^{-3}$	$30 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$
Пироксен ромбический	$1 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	—
Роговая обманка базальт.	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$
Серпентин	$3 \cdot 10^{-3}$	$30 \cdot 10^{-3}$	—
Вулканическое стекло	$1 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$
Электромагнитная фракция	$10 \cdot 10^{-3}$	$100 \cdot 10^{-3}$	—
Магнетит	$1 \cdot 10^{-3}$	$200 \cdot 10^{-3}$	—
Магнитная фракция	$3 \cdot 10^{-3}$	$100 \cdot 10^{-3}$	—
Легкая фракция	$10 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$

Данные количественного спектрального анализа.

Она находится в зависимости от преобладающего глинистого минерала [18]. Повышенное содержание на юго-западе акватории монтмориллонита [16], видимо, способствует абсорбции цинка [7].

Из вышеприведенного следует, что баланс распределения микроэлементов должен быть рассмотрен в связи с фациальным переходом песков берегового склона к глинам центра котловины, вариациям компонентного состава, спадом выхода тяжелой фракции от 10—15% до 0,011%. Остальные составные осадка имеют второстепенное значение в концентрации микроэлементов. Так, выяснено, что остракоды содержат весьма малые количества указанных микроэлементов. Диатомовые водоросли, видимо, более способны усваивать и абсорбировать на скорлупах медь. Содержание гидроокислов железа в осадках низкое (до 3%), и их значение, как абсорбента микроэлементов не может быть сколько-нибудь важным. Несогласный, за небольшими исключениями, план распределения зональности железа относительно такового для меди, цинка и свинца также в пользу этого вывода. Такова же роль и окислов марганца, хотя здесь необходимы дополнительные исследования.

Содержания микроэлементов по восходящему разрезу для всей акватории варьируют значительно. Вариации эти предопределены разнообразным составом терригенной примеси, в западной и восточной частях акватории [19], вариациями интенсивности привноса растворенного компонента и др. Для отдельных частей акватории, например, в пределах юго-западной, наиболее крупной аномалии халькофильных элементов, наибольшие количества меди, растворимые в солянокислой вытяжке, отчетливо тяготеют к пескам пачки III, а наибольшие значения цинка и свинца—к глинам первой пачки (табл. 3).

Очевидно, распределение водно- и кислоторастворимых количеств данных микроэлементов по разрезу и в дистальном направлении должно контролироваться геохимической фациальной обстановкой осадков.

Таблица 3

Содержания Cu, Zn, Pb (в %) в разрезе донных осадков юго-западной части акватории (2,5 % HCl—вытяжки)

Пачка	Глины			Пески		
	Cu	Zn	Pb	Cu	Zn	Pb
III	$16,6 \cdot 10^{-5}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$155 \cdot 10^{-5}$	$27,5 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$
II	$22,8 \cdot 10^{-5}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$11,2 \cdot 10^{-5}$	$0,6 \cdot 10^{-5}$
I	$18,1 \cdot 10^{-5}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$	н. опр.	н. опр.	н. опр.

Геохимическая фациальная обстановка

Исследования [2, 6, 10] выявили высокие значения pH осадков, равные 7,7—8,6, для единичных определений несколько ниже—7,2—7,6 (напомним, что вода озера характеризуется pH от 8,7 до 9,2). В области развития глин Eh осадков преимущественно восстановительный ($Eh = -155$ до -225 mV), за исключением глубин примерно 3,5—3,7 м, где обозначается горизонт повышенных значений Eh, до -70 и даже $+55$ mV. Преимущественно восстановительные условия в колонке осадков подтверждаются соотношением $S_{\text{сульфид}} / S_{\text{сульфат}}$ более 1, Fe^{2+} / Fe^{3+} , достигающей 8,8 и в среднем равным 3,8. В иловой воде (вытяжки водные) соотношение Fe^{2+} / Fe^{3+} для глин равно 15,6, спадая до 0,04 в песках (табл. 4).

Таблица 4

Средние содержания и соотношение Fe^{2+} / Fe^{3+} в осадках

Элемент	Глины		Пески	
	В. в.	HCl	В. в.	HCl
Fe^{2+}	8,40	46,31	0,009	57,3
Fe^{3+}	0,51	59,9	0,23	203,7
Fe^{2+} / Fe^{3+}	15,56	0,77	0,04	0,28

В.в.—водная, HCl (солянокислая (2,5%) вытяжки, данные в мг на 100 г осадка. Результаты анализа 80 проб из II и III пачек.

Восстановительная среда в осадках благоприятствовала возникновению аутигенного пирита—в виде шариков и выполнений раковин.

Как видно, восстановительная сероводородная обстановка показательна для пачки III—в центральной части котловины. Скорее всего, к глеевой относится обстановка в глинах пачки II. Геохимическая обстановка в коричневатой и желтовато-серых глинах пачки I окислительная, слабо щелочная, до нейтральной. На латеральном профиле к берегу, в песках II и III пачек имеет место спад восстановительной обстановки, ввиду большей проницаемости песков относительно обогащенной кислородом наддонной воды. По-видимому, геохимическая фациальная зональность осадков в акватории гораздо сложнее, ввиду пятнистого распределения песков и глин на профиле до изобаты 20 м и, что особенно важно, наличия глубинного подтока минерализованных вод по разломам в пределах акватории, существования в осадках межсloевых вод. Обращаясь к табл. 3 и известной схеме типизации геохимических барьеров [18], отметим, что повышенные содержания в пачке I форм

Zn и Pb, извлекаемых 2,5% HCl, может быть объяснено щелочным геохимическим барьером на уровне этой пачки в переходной зоне от песков к глинам, при поступающих глеевых водах с низкими рН, до 6,5—7,2. Повышенные содержания меди (извлекаемые слабой солянокислой вытяжкой) в пачке III являются указанием на близкое к содовым значениям рН внутрислойных вод (8—8,6) в пределах сероводородной восстановительной и переходной к глеевой фации. Эта схема следует из обсуждения осредненных значений содержаний халькофильных элементов. Между тем, отклонения от нее вызваны прежде всего спецификой формирования геохимических фаций донных осадков озера: сложным динамическим взаимоотношением захороненных, наддонных и, наконец, минерализованных глубинных вод.

Латеральная геохимическая зональность в распределении микроэлементов и вторичные ореолы рассеивания

Лито-геохимические карты (рис. 1, 2) дают представление о зональности в распределении подвижных частей микроэлементов. Обусловлена она резко различным геологическим строением обрамления: плиоцен-четвертичных андезито-базальтов на западе и офиолитовой зоны—на востоке.

Вторичные ореолы рассеивания достаточно удовлетворительно связываются для халькофильных элементов с концентрациями этих элементов на обрамлении. Прежде всего обратим внимание на более или менее достаточное совпадение аномалий Cu, Zn, Pb, а также Mo [20] на юго-западе акватории. В строении прилегающего обрамления известны концентрации руд формации, а также зоны гидротермального изменения пород в выходах эоцена Варденисского хребта, его северного склона, вскрытые также в тоннеле Арпа-Севан. Парагенез Cu-Mo-Zn-Pb типичен для Анкаван-Зангезурской тектонической зоны, к которой относится данный сегмент обрамления [11]. Мелкие вторичные ореолы рассеивания халькофильных элементов вблизи восточного берега связаны с офиолитовой серией пород и надофиолитовым чехлом. Здесь известны концентрации медно-гематитовых, медноколчеданных руд, а в связи с субвулканическим магматизмом палеогена—концентрации благородных элементов, обогащенных с глубиной полиметаллами. Мелкие аномалии халькофильных элементов к югу от Норадузского мыса, видимо, связаны с подлавовым комплексом, но какая-то часть аномалий тяготеет к четвертичным шлаковым вулканам, погребенным в акватории под донными осадками [21].

Особо значительны выявленные аномалии хлора и сульфат-иона в центре котловины (рис. 1, 2). Воднорастворимая часть сульфат-иона преимущественно преобладает над кислотнорастворимой. Как известно, содержания сульфат-иона поступают по мере захоронения в осадках-илах наддонной воды, но с глубиной его средние содержания падают (табл. 5), что убедительно свидетельствует о десульфатизации осадков—процессе, развиваемом с глубиной разреза донных осадков во многих современных озерах и морях [23]. Однако эта общая закономерность распространения в разрезе осадков озера нарушается в ряде колонок; отмечаются резкие пики содержаний с глубиной (трубка 28 и др.). Значительна и дисперсия содержаний в осадках хлора, несмотря на известную его высокую миграционную способность. Отметим также совпадение в плане аномалий хлора и сульфат-иона, а также их очевидную вытянутость вдоль простирания озера («центральная» аномалия). Значение «центральной» аномалии Cl^- и SO_4^{2-} видно из сопоставления с фоновыми для озерных осадков содержаниями: хлора более в 5,5 раз, сульфат-иона—7,2, магния—26,6. Среди воднорастворимых—хлора, сульфат-иона и маг-

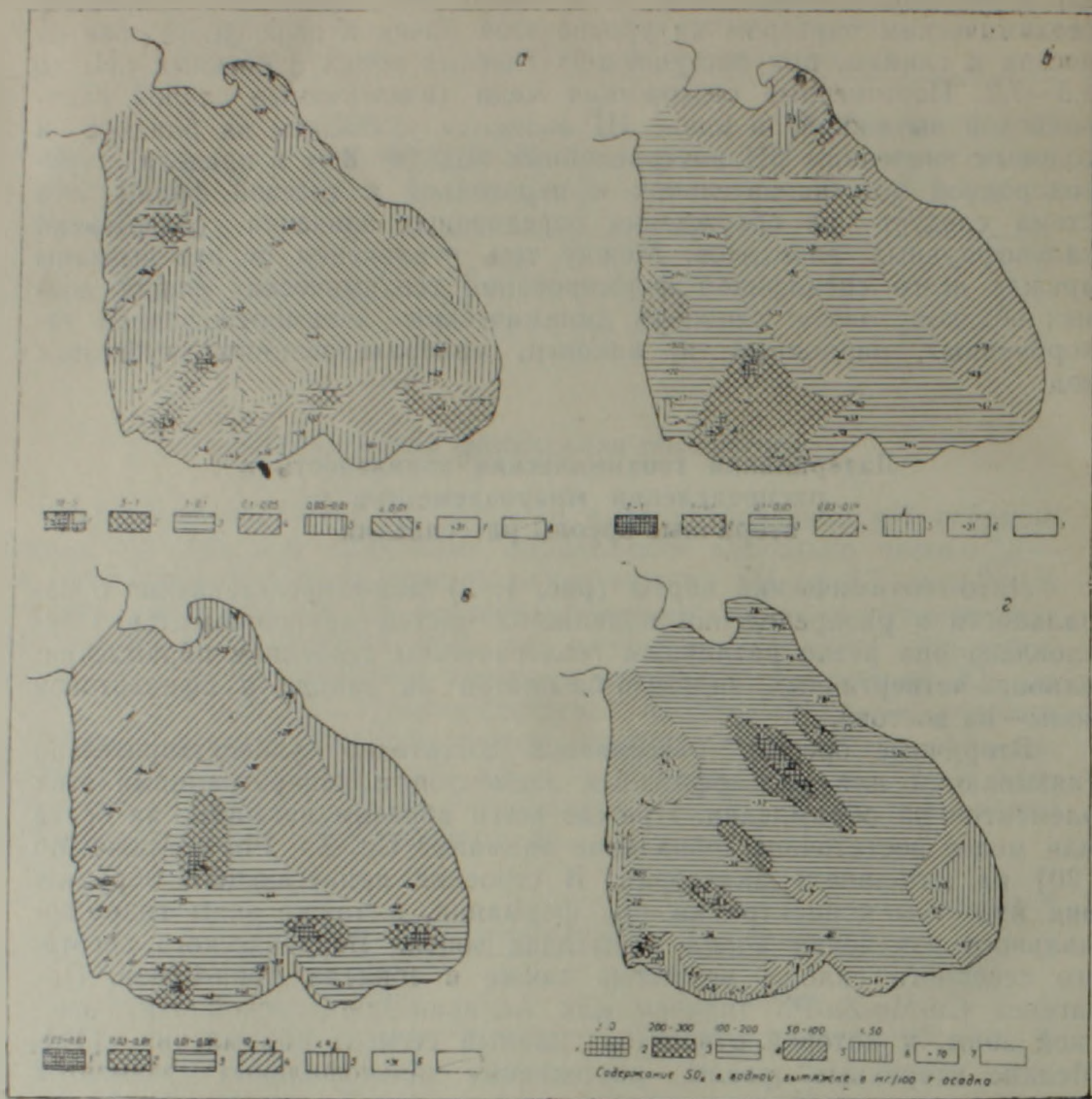


Рис. 1 а) Геохимическая карта распространения в донных осадках меди. В мг на 100 г осадка, солянокислая вытяжка б) Геохимическая карта распространения в донных осадках цинка. В мг на 100 г осадка; солянокислая вытяжка. в) Геохимическая карта распространения в донных осадках свинца. В мг на 100 г осадка, солянокислая вытяжка г) Геохимическая карта распространения в донных осадках сульфат-иона. В мг на 100 г осадка, водная вытяжка.

ния резко преобладает сульфат-ион (соотношение $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ в пределах аномалии колеблется от 2,0 до 21,4).

Наиболее вероятно предположение о связи данной аномалии хлора, сульфат-иона и магния с разгрузкой в донные осадки, а, возможно, непосредственно на дно бассейна минерализованных вод, поднимающихся по разлому С—З простирания. Ныне трудно ответить на вопрос о том, формировались ли минерализованные воды в солено-гипсоносных отложениях, известных на западном берегу озера в разрезе позднего миоцена, но не обнаруженных на восточном, и в какой мере ответственна за привнос Mg серпентинизация ультра-базитов. Нет повышенных содержаний хлора и не обнаружена гипсоносность в плиоцен-раннечетвертичных молассах подножий Севанского хребта, относимых к «Палеосевану» [15].

Что дает изучение структуры обрамления? В пределах южного берега озера под толщей моласс миоцена (скв. Карчахпюр), а также на СЗ озера в устье р. Дзкнагет (скважина параметрическая) выяв-

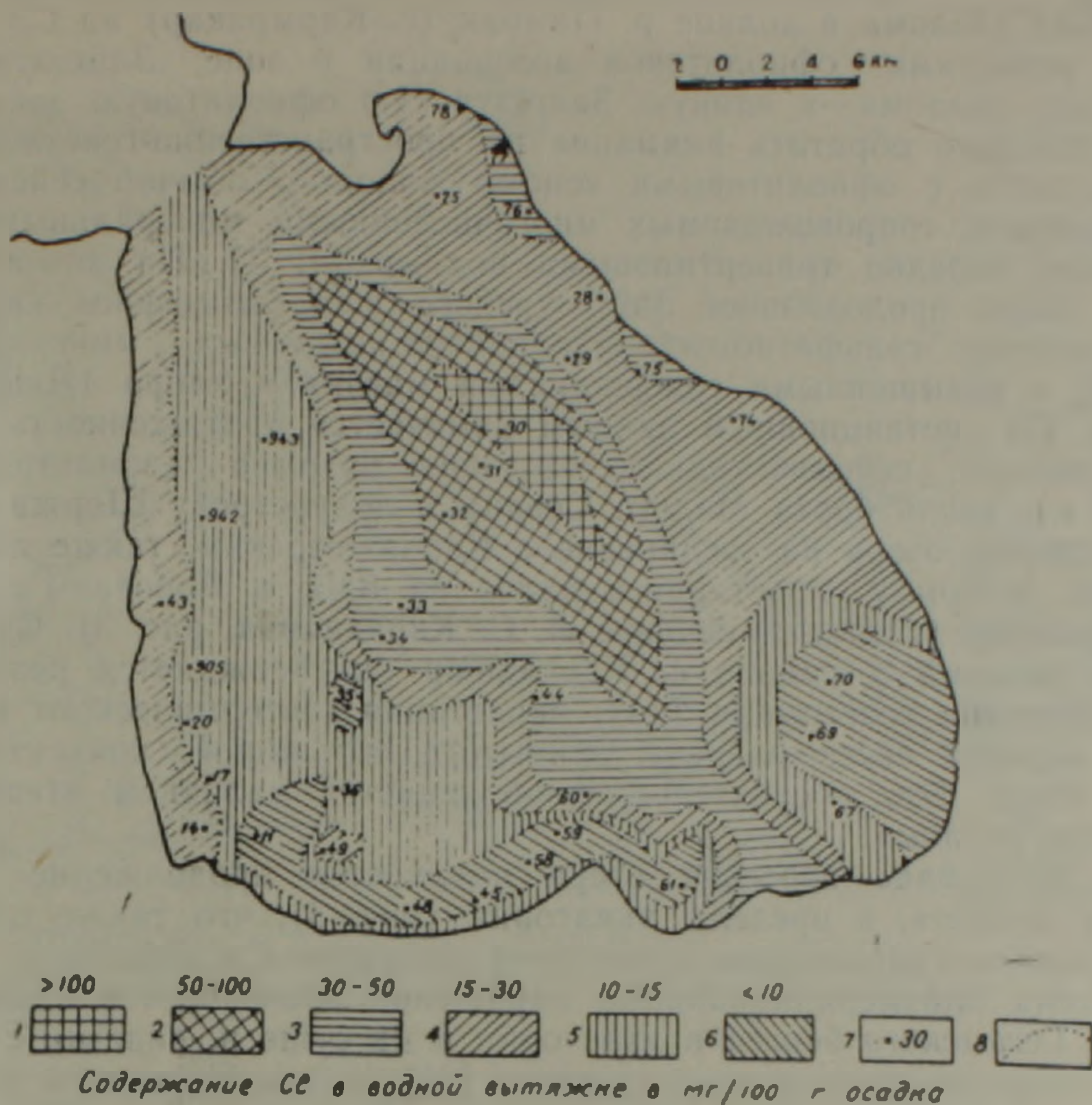


Рис. 2. Геохимическая карта распространения в донных осадках хлора. В мг на 100 г осадка, водная вытяжка.

лены породы офиолитовой ассоциации, а их выходы—в среднем течении реки.

Таблица 5
Содержания Cl^- , SO_4^{2-} , Mg в осадках «центральной» аномалии озера

Место отбора	№обр, осадки	Хлор	Сульфат-ион		Магний		SO_4^{2-} / Cl^-
		В. в	В. в	HCl	В. в	HCl	
Вся акватория пачки I+II+III	Глины (ср. от 21 обр.)	40.1	18.18	92.8	21.7	116.9	0.5
— — — — — пачки II+III	Пески (ср. от 40 обр.)	15.4	101.7	63.6	6.9	129.5	6.6
— — — — — пачка IV	Ил глини-песч. (ср. от 12 обр.)	19.7	307.1	71.1	19.4	135.2	15.6
«Центральная» аномалия, трубка 30	Глина 301	52.1	701.5	123.5	66.4	124.5	13.5
Трубка 30	Глина 302	22.12	1311.5	573.9	183.8	83.8	59.5
Трубка 31	Глина 310/311	90.5	199.7	355.1	2.1	186.9	2.0
Трубка 32	Глина 320	53.2	1140.6	58.1	26.6	133.4	21.4
Вода озера		62.3	16.9	—	55.9	—	0.3

* В мг/л, остальные—в мг на 100 г осадка.
В.в.—водная, HCl—солянокислая (2,5%) вытяжки.

Этот фрагмент офиолитов объединяется с офиолитами широтного глубинного разлома в долине р. Памбак (с. Кармракар) на СЗ, а на ЮВ—с реликтами офиолитовой ассоциации в зоне Зангезурского глубинного разлома—в единую Зангезурскую офиолитовую зону [1].

Необходимо обратить внимание на пространственно-генетическую сопряженность с офиолитовыми зонами молодых, обычно сейсмогенных разломов, сопровождаемых многочисленными минеральными источниками, нередко травертиновыми полями [1, 3]. На юго-восточном от озера продолжении Зангезурского шва размещены крупные месторождения сульфатно-гидрокарбонатно-натриевых минеральных вод [13] с повышенными содержаниями магния и хлора (Джермук, Истису). По дистанционным данным намечается протяженность Памбак-Севанского сейсмоактивного крупного разрыва (землетрясение 7.XII.88 г.), вдоль борта Малого Севана к полуострову Шоржа и через акваторию озера на соединение с Карчахпюрским, также сейсмоактивным разломом, простираясь далее на ЮВ, к Воротан-Гиратахскому разлому (устное сообщение А. С. Караханяна, рис. 3). Существование разлома в районе с. Карчахпюр подтверждается результатами измерения геотермики [14], нарастания геотермического градиента к верхней части разреза, вскрытого скважиной: конвективный подток тепла. Это обстоятельство объясняется наличием «термовыводящего» разлома.

На юго-западе бассейна озера намечается продолжение Аргининского разлома, в пределы акватории (рис. 3), что также следует из особенности гравиметрии и контуров аномалий Cu, Zn, Pb.

Система близмеридиональных нарушений обозначается вдоль западного, Гегамского берега в акватории и на суше и, видимо, с ними связаны подводные шлаковые вулканы [21], а также выходы на дне кристаллов кальцита. С севера котловину Большого Севана ограничивает близширотный разлом, регионально выдержанный до массива Арарата. Очевидно продолжение в озерную котловину регионально выдержанного разлома, проходящего через долину р. Масрик. Несколько мелких сдвигов антикавказского простиранья картируются в строении офиолитовой ассоциации Севанского хребта (ущелье Саринар и др.) и, видимо, с их продолжением в акваторию связаны мелкие аномалии халькофильных элементов.

Как видно, озерными осадками в строении дна котловины маскируются зоны стыка структурно-формационных зон первого порядка (рис. 3, 4); на востоке—сочленение *Севанской офиолитовой зоны с Базумо-Кафанской зоной* континентально-корового строения, в центре котловины—западного борта Базумо-Кафанской зоны с *Зангезурским офиолитовым швом*, и, наконец, сочленение с ним *Анкаван-Мегринской зоны* континентально-корового строения. Строение коры в пределах котловины, следовательно, весьма неоднородно и представляет сочетание блоков земной коры разного строения и генезиса. Структура котловины напоминает «разбитую тарелку». Осадочная голоценовая толща котловины подпирается по разломам минерализованными водами, через поровые воды донных осадков, воздействующими на компонентный состав вод озера. Именно таким представляется главный механизм возникновения своеобразного содового химического состава озерной воды: смешение поверхностных пресных вод с глубинными—минерализованными.

В этой связи интересны предположения о сокращенной мощности, до 38 км, земной коры области юга Севана и его ЮЗ обрамления-наличия, крупного магматического диапира с гидротермальной системой над ним [17]. Глубинные воды озерной котловины и ее обрамления, видимо, находятся под воздействием этой тепловой аномалии.

Прогноз геологического строения озерной котловины (рис. 4) учитывает результаты картировочного бурения по берегу, а также не-

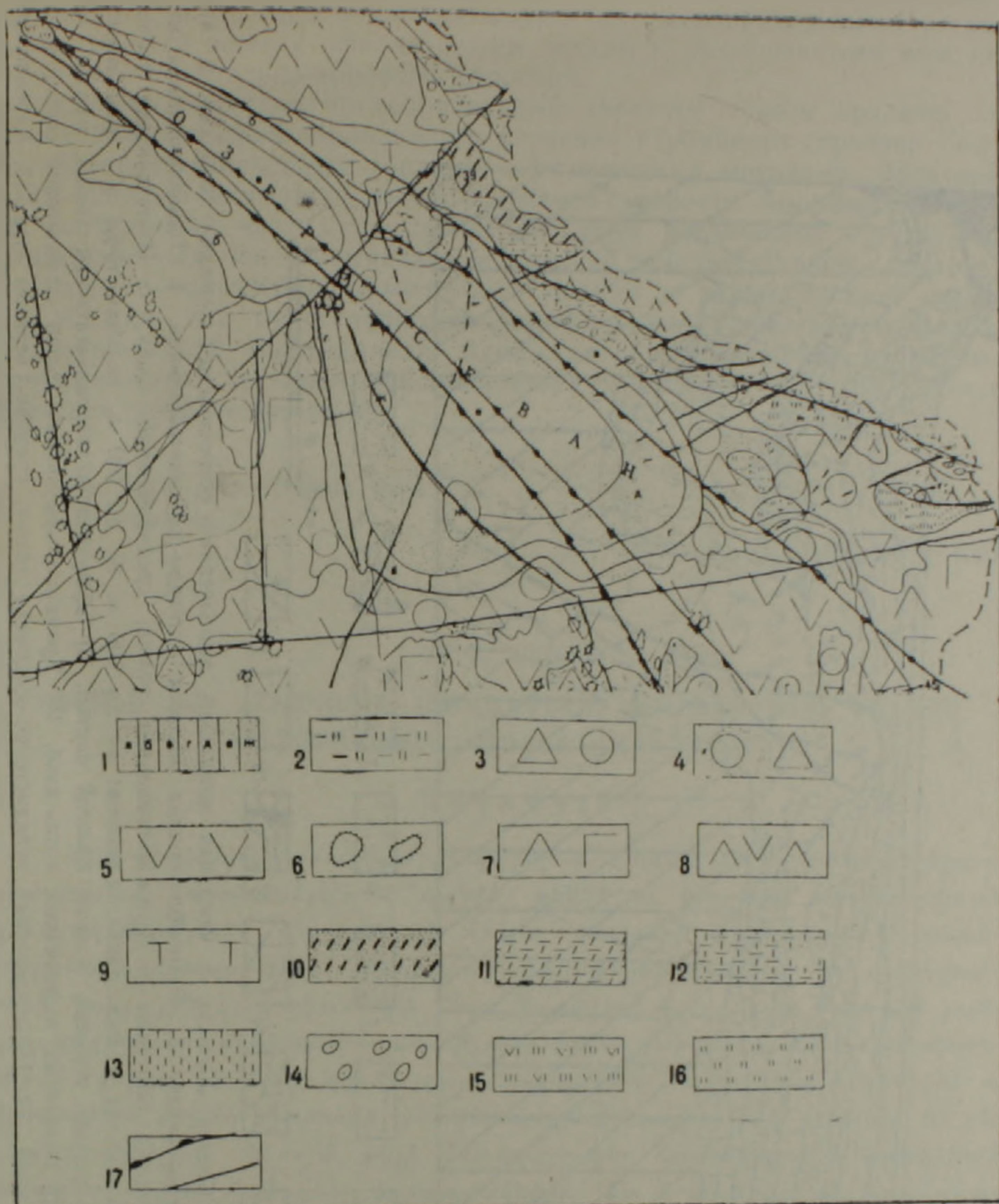


Рис. 3. Схематическая лито-геологическая карта басс. оз. Севан. Масштаб 1:300000.
Легенда: 1. Донные современные осадки: а—валуны, б—галки, г—песок, д—крупно-алеуритовые осадки, е—мелкоалеуритово-глинистые осадки, ж—кристаллы кальция. 2. Торфяные отложения. 3. Четвертичные делювиально-пролювиальные отложения. 4. Озерные отложения, перекрытые аллювием и делювием. 5—7. Верхнеплиоцен — четвертичная вулканогенная толща: 5. Андезит-базальтовая лавовая толща. 6. Вулканические шлаковые конусы (бомбы, пески). 7. Базальт-диоритовая толща агломератов, брекчий. 8. Андезиты, туфы, конгломераты, верхний эоцен. 9. Туфы, туффиты с пачками алевролитов, песчаников, средний эоцен. 10. Известняки, мергели с прослоями песчаников, силицитов, нижний эоцен. 11. Известняки микритовые, мергели с прослоями алевролитов, песчаников, нижний палеоцен. 12. Известняки микритовые и мергели, верхний сантон — верхний сенон. 13. Известняки органогенно-детритовые и микритовые, верхний сенон. 14. Офиолитокластическая граувакковая толща, верхний коньяк-нижний сантон. 15. Базальты, спилиты, трахиандезиты и кератофиры с линзами органогенно-детритовых и микритовых известняков, реже радиоларитов, альб-нижний коньяк. 16. Спилиты, базальты, реже кератофиры с пачками радиоларитов, марганцевистых силицитов, альб-нижний коньяк. 17. Ультрабазиты и габбро, преимущественно протрузии. 18. Разломы (с насечкой — крупные ограничительные разломы по краям офиолитовых зон, остальные — геологически картируемые разломы: внутрикоровые и сквозькоровые, в т. ч. лингаменты по дистанционным методам).

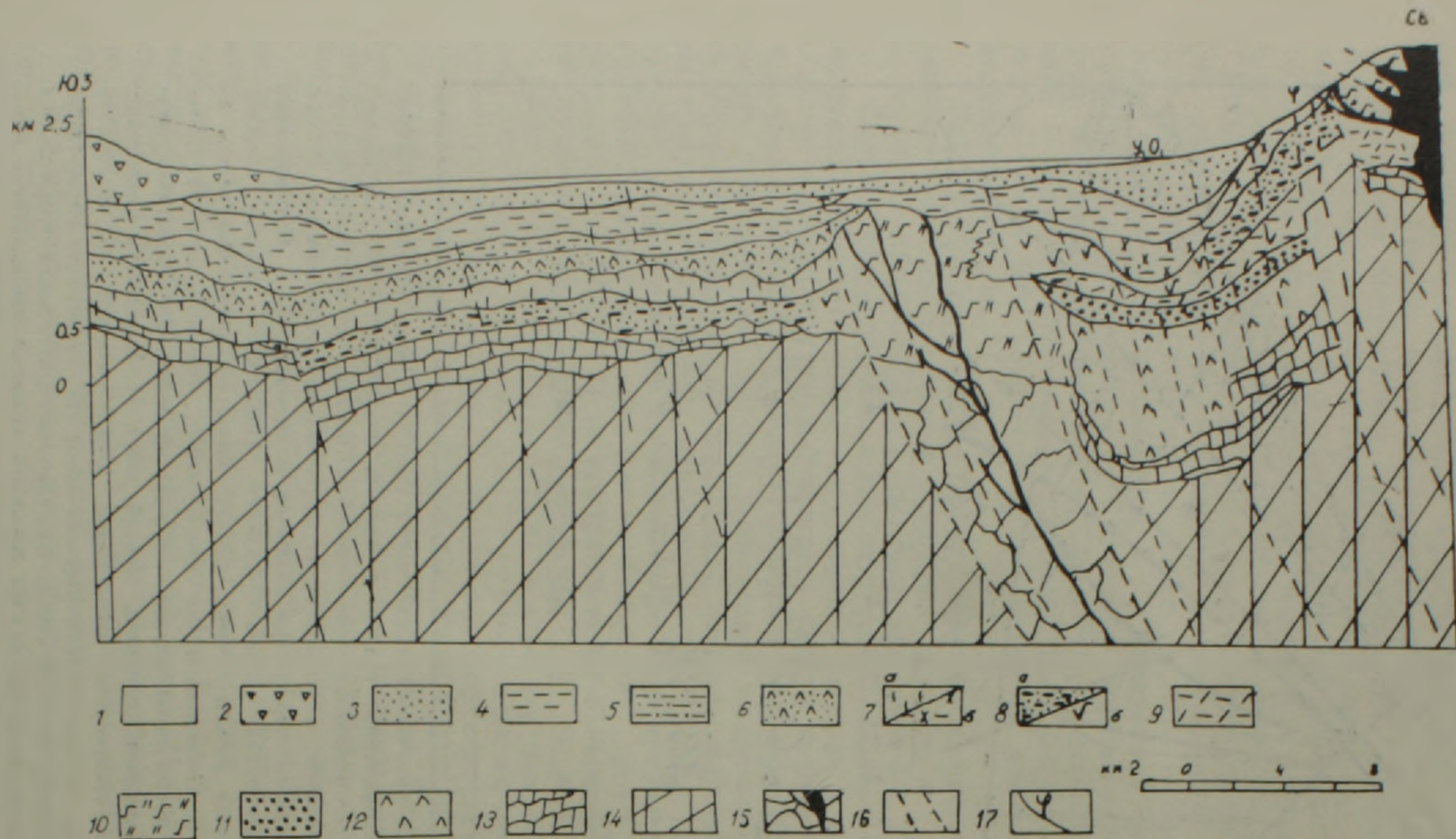


Рис. 4. Геологический разрез через котловину Севана. Легенда: 1. Озерная котловина, выполненная современными донными осадками. 2. Андезитово-базальтовая толща, верхнеплиоцен-четвертичная. 3. Разнообломочная моласса, плиоцен-позднечетвертичная. 4. Тонкообломочная моласса, верхний миоцен. 5. Вулкано-песчаная толща, олигоцен. 6. Вулкано-осадочная толща, средний-верхний эоцен. 7. Известняковая толща, верхний сантон-верхний сенон, а также флишоподобная толща дания-палеоцена: а) до 100 м, б) до 600 м, включая туфы и лавы эоцена. 8. а) Граувакковая офиолитокластическая толща, верхний коньяк-нижний сантон, б) эффузивно-вулканокластическая толща, нижний сенон. 9. Песчаная флишоподобная толща и толща плитчатых известняков, титон-альб. 10. Кремнисто-эффузивная толща офиолитовой серии, альби-нижний коньяк. 11. Терригенная толща, келловей. 12. Нерасчлененная вулканогенно-осадочная толща, средняя-верхняя юра. 13. Карбонатная и карбонатно-терригенная толща, средний-поздний палеозой (с триасом). 14. Древний метаморфический комплекс, позднепермский. 15. Базит-ультрабазитовый комплекс в меланже. 16. Разломы. 17. Плогие крупные надвиги. Профиль: с Еранос — ущ. р. Саринар.

большой объем сейсмопрофилирования (ст. «Земля» и «Черепаша»), кроме того, в прогноз включена корреляция с сопредельными регионами, прежде всего с офиолитовыми зонами и разобширенными ими зонами континентально-корового строения.

Однако очевиден предварительный характер такого прогноза и необходимость целенаправленного изучения глубинного строения басс. оз. Севан комплексными геолого-геофизическими методами. Заслуживают особого внимания вопросы сейсмоактивности бассейна озера и ее центральной части, где происходит стык главнейших структурно-формационных зон и выявляется наличие сейсмоактивного разлома. Разработка программы комплексной оценки и районирования региона должна, как представляется, включать возможность использования выявленной «центральной» аномалии для размещения подводных геохимических датчиков сейсмоактивности—задача эта становится в большей мере технической.

Институт геологических наук
АН Армении

Поступила 2.1.1990.

Մ. Ա. ՍԱԹՅԱՆ

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՀԱՏԱԿԱՅԻՆ ՆՍՏՎԱԾՔՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱՅԻ ԵՎ ՆՐԱ
ԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ԿԱԽՈՒՑՎԱԾՔԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ջրհավաքների կառուցվածքից կախված՝ Սևանա լճի հատակային նրստվածքներում հայտնաբերվել է պղնձի, ցինկի ու կապարի տեղաբաշխման դոնալականություն: Դիտվում են հիշյալ տարրերի երկրորդական տարաբաշխման եզրապսակներ, որոնք տարածականորեն կապված են ջրհավաքների հանքային կուտակումների հետ: Պարզվում է, որ այդ տարրերի լուծվող բաղադրամասերի պարունակությունը երկու կարգով ցածր է համախառնից: Կուլերում բարձր է պղնձի պարունակությունը, ավազներում՝ ցինկին ու կապարին: Հիշյալ տարրերի առավելագույն կուտակումներ դիտվում են լճի հարավ-արևելյան մասում, ինչը մոտավորապես համընկնում է նախկինում ուսումնասիրված մոլիբդենի եզրապսակների հետ և պետք է, որ պայմանավորված լինեն լճի տվյալ հատվածի ենթալավային կառույցներում առկա կուտակումների հետ:

Լճի առանցքային մասում գոյություն ունի սուլֆատ-իոնի և քլորի անոմալիա («կենտրոնական»), որի առաջացումը բավարար կերպով բացատրվում է խախտումներով հանքայնացած ջրերի բարձրացման հետ: Հաշվի առնելով լճի երկրաթափական կառուցվածքին վերաբերող տվյալները, պետք է ենթադրել, որ հիշյալ անոմալիան առնչվում է լճի տարածքով ձգվող սեյսմաակտիվ խախտման հետ: Վերջինս հայտնաբերված է Կարճաղբյուր գյուղի շրջակայքում և հարավ-արևելյան տարածմամբ միանում է Զանգեզուրի գոտուն, իսկ դեպի հյուսիս-արևմուտք՝ Փամբակ-Սևանի սեյսմաակտիվ խրդմանը (7.12.88 թ.):

Լճի տարածքով են անցնում նաև Արգիշիի հյուսիս-արևելյան, Մասրիկի հյուսիս-արևմտյան խախտումների հատվածները, ինչպես նաև Բայազետի բեկվածքը:

Սևանա լճի կառույցն իրենից ներկայացնում է տարրեր կառուցվածք ու ծագումնաբանություն ունեցող տեկտոնական բեկորների համակցում, ինչպի-

սիր են՝ Սևանի և Զանգեզուրի օֆիոլիտային և մայրցամաքային-կեղևային կառուցվածք ունեցող Բաղում-Աապանի և Հանքավան-Մեղրու զոտիները:

Որոշակի խախտումներով հանքայնացած ջրերը, հոլոցենի նստվածքների ջրերի հետ մեկտեղ, խառնվում են լճի դարավոր ջրերին: Յուրահատուկ բիմիական բաղադրությամբ ունեցող լճային ջրերի առաջացումն, ըստ երևույթին, պետք է դիտարկել որպես խորքային-հանքայնացած և մակերեսային-բաղցրահամ ջրերի միախառնում:

Անյամակտիվության երկրաբիմիական կանխագուշակումների համար նպատակահարմար է «կենտրոնական» անոմալիայի տարածքում տեղադրել ջրի բիմիական կազմը որոշող սարքավորումներ:

M. A. SATIAN

ON THE GEOCHEMISTRY OF BOTTOM SEDIMENTS AND GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE SEVAN LAKE WATER AREA

A b s t r a c t

A lateral zoning and a vertical variation is distinguished in the copper, zinc, lead, chlorine and sulphate-ion distribution in the Holocene bottom sediments, obtained by drill pipes with a length of 4,5 meters. The balance and the background contents are determined, which characterize the pre-technogenetic epoch. The chalcophile elements entering in the water area from the framing is discussed. The chlorine and sulphate-ion supply is supposed by the mineralized waters by fractures in the water area. A forecast of the basin bottom geological structure is made by regional data

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланян А. Т., Сатян М. А. Зангезурский офиолитовый пояс Малого Кавказа. ДАН АрмССР, т. LXV, 1977, № 4, с. 220—226.
2. Афанасьев Г. Д. Донные отложения озера Севан. В кн.: Бассейн оз. Севан (Гокча), т. III, в. 2, 1933, с. 59—154.
3. Габриелян А. А. Севано-Зангезурский глубинный разлом и его геологическое значение. ДАН СССР, т. 106, 1956, № 3, с. 511—513.
4. Ван Зейст В., Уолдринг Х. Пыльцевая диаграмма послеледниковых отложений озера Ван в Восточной Анатолии. В кн.: Вопросы геологии голоцена. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1985, с. 39—60.
5. Варданянц Л. А. О происхождении озера Севан. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1948, 28 с.
6. Вебер В. В. Изучение процесса битумообразования в современных осадках оз. Севан. В кн.: Результаты комплексного исследования Севанской проблемы, т. II, Изд. АН АрмССР, Ереван, 1962, с. 85—99.
7. Ведеполь К. Х. Геохимический обзор распределения цинка. В кн.: Проблемы геохимии. М.: Наука, 1965, с. 201—210.
8. Жамагорцян В. Н., Читчян А. И. Некоторые данные по донным отложениям подводной части оз. Севан. В кн.: Результаты комплексного исследования Севанской проблемы. Том II, Ереван: Изд. АН АрмССР, 1962, с. 65—76.
9. Лятти С. Я. Гидрохимический очерк оз. Севан. Матер. исслед. оз. Севан и его басс., ч. IV, в. 2, Л.: 1932, 35 с.
10. Лятти С. Я. Грунты оз. Севан и его бассейна. Мат. исслед. оз. Севан, ч. I, в. I, Тифлис: 1932, 38 с.
11. Магакьян И. Г., Мкртчян С. С. Взаимосвязь структуры, магматизма и металлогении на примере Малого Кавказа. — Изв. АН АрмССР, сер. геол.-географ. наук, № 4, 1957, с. 67—76.

12. Милаковский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968, 483 с.
13. Минеральные воды. Геология АрмССР, т. IX, Ереван; Изд. АН АрмССР, 1969, 523 с.
14. Мириджанян Р. Т. Тепловой поток через базит-гипербазитовый комплекс пород в районе южного побережья озера Севан. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 6, 1976, с. 86—89.
15. Митоян Р. А. Особенности распределения бора в породах некоторых поздне-третичных бассейнов центральной части Армении. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 1, 1982, с. 58—61.
16. Мхитарян Р. Г., Сатиан М. А. Ассоциация глинистых минералов в донных осадках оз. Севан. — В кн.: Вопросы геологии четвертичного периода Армении. Ереван; Изд. АН АрмССР, 1983, с. 60—66.
17. Оровецкий Ю. П., Егоркина Г. В. Глубинный магматический диапиризм Центральной Армении. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1983, № 5, с. 41—52.
18. Перельман А. И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1979, 423 с.
19. Саркисян С. Г. Петрографо-минералогические исследования басс. оз. Севан. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1962, 154 с.
20. Сатиан М. А., Кюрегян Э. А., Мкртчян Г. М., Мартиросян М. Я. О распределении молибдена в отложениях Большого Севана. — Изв. АН АрмССР, сер. геол.-географ. наук, № 2, 1962, с. 31—41.
21. Сатиан М. А., Степанян Ж. О., Жамагорцян В. Н. Открытие вулканических шлаков и песков среди донных осадков оз. Севан. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 3, 1968, с. 62—71.
22. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза, т. II. М.: Изд. АН СССР, 1960, 574 с.

Известия АН Армении, Науки о Земле, XLIII, № 2, 1990, 15—25.

УДК 553.611.6.067(479.25)

Г. С. АВАКЯН

О СТАДИЙНОСТИ ПЕРЕХОДА ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОРОД В МОНТМОРИЛЛОНИТЫ

В данной статье рассматриваются вопросы перехода вулканогенных пород в монтмориллониты через промежуточные (метастабильные в создавшихся условиях) фазы на примере двух крупных и разнотипных месторождений бентонитовых глин Армении—Саригухского и Ноябрьянского. Предпринята попытка доказать, что наличие промежуточных фаз, отмеченных почти во всех месторождениях бентонитовых глин, не является обязательным в процессе перехода вулканогенных пород в монтмориллониты. Основными факторами, предопределяющими существование (или отсутствие) промежуточных метастабильных фаз, являются: химизм метасоматизирующих растворов, условия (открытые, закрытые) протекания метасоматоза, рН растворов и химический состав материнских пород.

Преобразование вулканогенных пород—лавовых покровов и потоков, эксплозивных витрокластических туфов, субинтрузивных силловых залежей и жильных тел в монтмориллониты происходит в большинстве случаев через промежуточные, метастабильные в создавшихся условиях, фазы [2—7, 14, 15, 17, 18].

По данным М. А. Ратсева и др. [14], на Асканском месторождении бентонитовых глин родоначальные, андезито-трахитовые туфы сначала были замещены гидрослюдой IM, которая впоследствии перешла в монтмориллониты через промежуточные смешаннослойные фазы. Смешаннослойные образования содержали селадонитовые пакеты с отношениями 90:10, 80:20 и 60:40. В связи с интенсивностью изменения отмечается закономерное возрастание количества монтмориллонитовых пакетов за счет селадонитовых.