

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Ю. В. САЯДЯН

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ ВОДЫ В ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
ЛЕНИНАКАНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Ленинаканская котловина представляет собой межгорный прогиб, выполненный озерными и озерно-речными отложениями антропогенного времени, мощность которых достигает 400 м. Эти осадки представлены тремя литологическими комплексами пород, обязанными своим происхождением сложной истории развития древнего озерного бассейна.

По естественным обнажениям и по данным буровых скважин, пробуренных Геологическим Управлением Армянской ССР, нами составлен схематический геологический профиль, который позволяет уточнить геологическое строение и происхождение вод озерных отложений Ленинаканской котловины (фиг. 1).

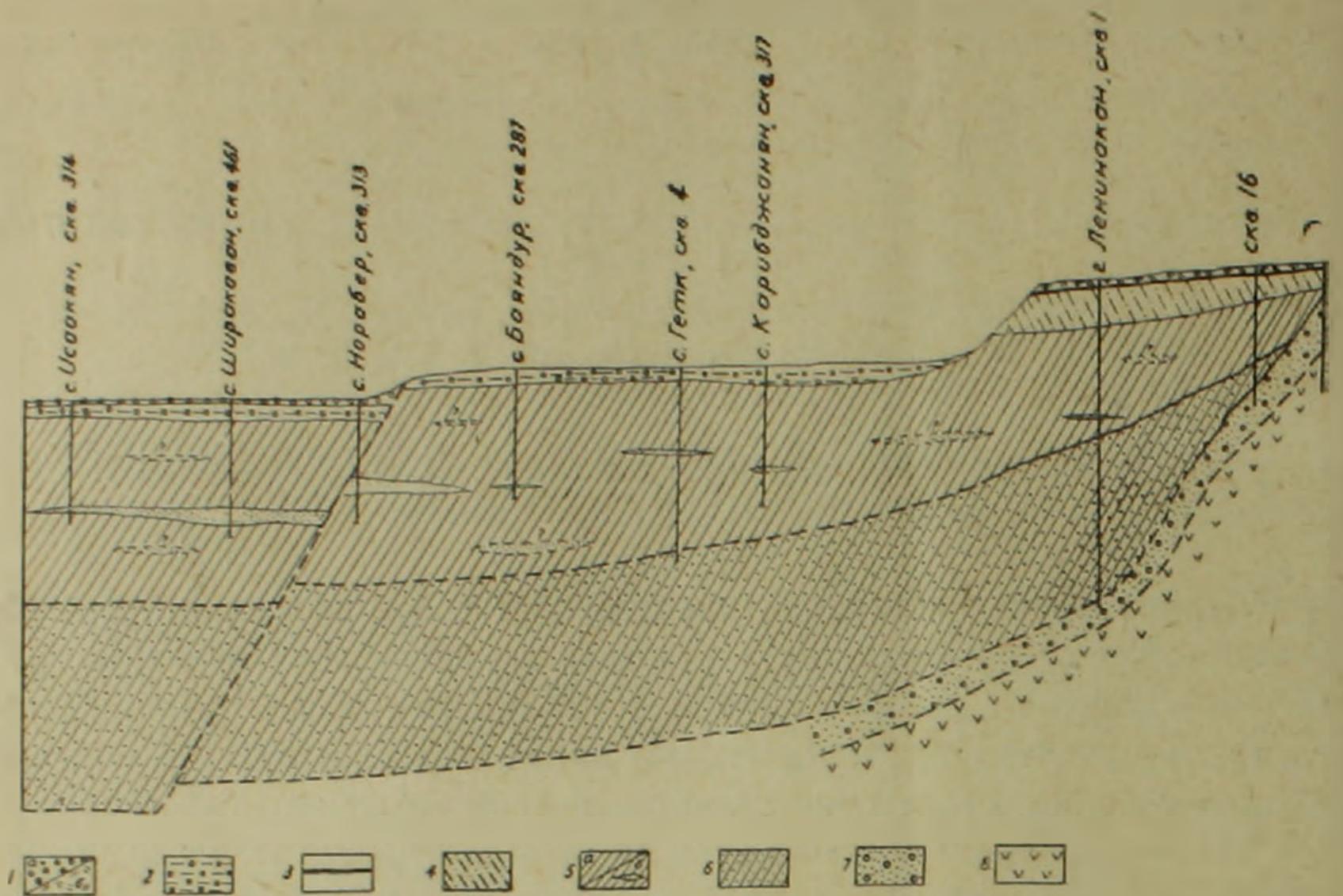
Как видно из профиля, снизу вверх, отчетливо выделяются три комплекса пород—нижний, средний и верхний.

Нижний комплекс имеет озерно-речное происхождение и представлен переслаивающимися галечниками, гравием, песками, рыхлыми песчаниками, глинами, суглинками и супесями. Этот комплекс пород иногда включает внутриформационные потоки лав, прослойки вулканического туфа и пепла. Мощность всего комплекса достигает 140 м.

Средний комплекс имеет типично озерное происхождение. Он накопился в условиях спокойного, застойного режима озера. Об этом свидетельствует огромная (до 130 м) тонкоотмученная, хорошо отсортированная глинистая толща, согласно и почти горизонтально налегающая на нижний комплекс пород. Глины эти имеют различные оттенки серого и зеленого цветов, плотные, жирные, часто карбонатные и глинистые, состоят из тонкодисперсного, пелитового материала, иногда содержат редкие включения крупнообломочного материала.

В этом комплексе пород имеются линзы песчано-гравелисто-галечных пород различной мощности (от нескольких сантиметров до 10 м) и выдержанности, имеющих непостоянный механический состав. Линзы, как правило, находятся на различных гипсометрических уровнях. Часто они соединяются между собой, выклиниваются, не представляют постоянных горизонтов, распространенных на большие площади, и содержат напорные воды.

На озерный комплекс налегают озерно-речные отложения, составляющие верхний комплекс всей озерной толщи. Они по своим литологи-



Фиг. 1. Схематический геологический профиль озерных и озерно-речных отложений Ленинанканской котловины. 1. Современные отложения: а) аллювий, б) делювий, пролювий. 2. Террасовые отложения: супесь, песок, гравий и галечники. 3. Вулканические туфы. 4. Верхний-озерно-речной комплекс отложений: перемежающиеся слои суглинок, супесей, песков, гравия и галечников. 5. Средний-озерный комплекс отложений: а) глины тонкоотмученные, хорошо отсортированные, б) линзы песчано-гравелисто-галечных пород. 6. Нижний-озерно-речной комплекс отложений: перемежающиеся слои глин, суглинок, супесей, гравия, галечников, глинистых песчаников, туфопесчаников и микроконгломератов. 7. Древние галечники. 8. Долеритовые базальты.

ческим особенностям очень сходны с нижним комплексом пород. Мощность их достигает 35 м. Отложения этого комплекса содержат остатки костей млекопитающих, по которым Л. А. Авакян [1] их относит к миндельрисскому межледниковью.

Верхний комплекс пород в северной части и в некоторых районах юга котловины перекрыт слоем вулканического туфа, мощностью до 5 м. Поверхность Ленинанканской котловины покрыта плащом аллювиально-пролювиальных отложений, мощность которых в отдельных случаях достигает 20 м.

Подземные воды рассматриваемого района в своем формировании, движении и химизме связаны закономерно с вышеперечисленными литолого-фациальными, а также геолого-структурными, геоморфологическими и физико-географическими условиями.

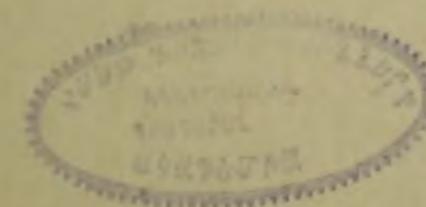
В общем балансе природных вод Ленинанканской котловины принимают участие пресные грунтовые и напорные воды с повышенной минерализацией, а также минеральные воды (табл. 1).

Пресные грунтовые воды, в основном, формируются за счет атмосферных осадков и циркулируют в пределах верхнего комплекса пород.

Таблица 1

Место взятия проб	№ скв.	Глуб. взятия в м	Na+K			Ca			Mg			Cl			SO ₄			HCO ₃			rNa rCl	Сухой остаток	Общая минерализация
			мг/л	мг/экв.	мг/экв. ‰	мг/л	мг/экв.	‰ мг/экв.	мг/л	мг/экв.	‰ мг/экв.	мг/л	мг/экв.	‰ мг/экв.	мг/л	мг/экв.	‰ мг/экв.	мг/л	мг/экв.	‰ мг/экв.			
Ленинакан	1	146,50	97,50	4,24	59,80	37,60	188	24,40	13,60	1,12	15,80	18,20	0,51	7,00	10,40	0,22	3,00	397,10	6,51	90,00	8,31	284,00	547,40
Ленинакан	1	161,19	45,10	1,96	41,80	34,80	1,74	37,20	11,90	0,98	21,00	12,00	0,34	7,60	11,50	0,24	5,20	250,10	4,10	87,20	5,76	182,40	365,40
Арени	360	168,70	82,70	3,60	44,00	21,70	1,08	13,00	42,80	3,52	43,00	32,10	0,91	12,00	—	—	—	445,30	7,29	88,00	3,95	401,95	624,60
Ахурян	10+	135,00	43,01	1,87	33,00	63,36	3,16	55,00	9,28	0,76	12	14,20	0,40	7,00	67,47	1,40	24,00	244,00	3,99	69,00	4,67	421,32	441,32
Севернее Ленинакана на 1 км	16+	131,00	66,44	2,89	47,00	49,92	2,49	38,00	11,60	0,95	15,00	16,33	0,46	7,00	51,83	1,08	17,00	292,80	4,79	76,00	6,20	488,92	488,92
Ахурик	319	180,00	252,40	10,97	52,80	46,70	2,33	12,00	90,60	7,45	35,80	69,20	1,95	9,40	0,40	0,01	0,04	1146,80	18,79	90,50	5,56	1032,70	1606,10
Гетк	351	89,70	217,70	9,47	54,60	33,20	1,65	9,20	75,50	6,21	35,80	47,30	1,33	7,60	—	—	—	976,00	16,00	92,30	7,13	861,70	1349,70
Ерасхаворс	276	69,80	1157,98	50,35	72,70	180,90	9,03	13,00	119,70	9,84	14,10	142,08	40,07	57,80	—	—	—	1726,00	29,15	42,10	1,25	3742,38	3326,65

* Номера скважин с индексом заимствованы из полевой документации гидрогеологической экспедиции Управления геологии СМ Армянской ССР, химические анализы вод этих скважин произведены в лаборатории ИГи АН Армянской ССР, а остальные — в Управлении геологии СМ Армянской ССР.



Большой научный интерес представляют напорные воды, заключенные в линзах-коллекторах среднего комплекса пород, происхождению которых посвящена настоящая статья.

Ныне считается, что пресные напорные воды формируются за счет атмосферных осадков и циркулируют в «водоносных горизонтах» среднего комплекса пород. Нами же, вообще, отрицается существование «водоносных горизонтов» в этом комплексе пород. Здесь могут иметь место только линзы-коллекторы, изолированные от атмосферного питания и в то же время не имеющие области разгрузки, по той причине, что озерная толща, залегающая почти горизонтально, совсем не дислоцирована и врез речной сети еще не проник в озерный комплекс пород, т. е. линзы находятся гораздо глубже, чем врез речной сети, где может произойти разгрузка. Однако, не исключена возможность существования скрытых очагов разгрузки, приуроченных к тектоническим трещинам. Как известно, глины на глубине очень вязки и пластичны и поэтому трещины могут быть развиты не повсеместно, а только в тех местах, где в антропогеновое время имели место разрывные нарушения. По данным А. Т. Асланяна [2], в южной части котловины, в районе сс. Ахурик, Гетк, Ерасхаборс, Норабер, Гусанагюх и Ширакаван под покровом молодых лав, туфобрекчий и озерных отложений в близширотном направлении проходит положительная тектоническая структура, осложненная широтными разрывами, служащими путями проникновения из глубоких недр углекислого газа. Очевидно, что здесь разгрузка и водообмен происходят по трещинам.

Чтобы убедиться в правильности этих суждений, надо рассмотреть процесс механической седиментации озерного комплекса отложений.

Огромная мощность тонкоотмученных и хорошо отсортированных глин свидетельствует о длительности их накопления в условиях спокойного (бессточного) режима озера. Как известно, древнее Ленинанское озеро и его водосборная площадь располагались среди горной страны, сложенной различными породами: вулканическими, вулканогенно-осадочными, нормально-осадочными и интрузивными, в условиях относительно прохладного и влажного климата. Эти особенности физико-географической обстановки, вместе взятые, приводили к тому, что общая интенсивность питания водоема обломочным материалом соответствовала величине питания и законам механической седиментации современных озерных водоемов аналогичных физико-географических областей.

В очень сходной физико-географической обстановке ныне находится оз. Севан. Его окружает рама гор, сложенная почти теми же породами, какими были сложены берега древнего Ленинанского озера. Количество осадков, выпадающих в бассейне Ленинанского озера, вероятно, было около 400—650 мм. Об этом свидетельствует лесной спектор, обнаруженный Н. С. Соколовой в наших образцах (*Picea* до 33%, *Pinus* до 42% и значительное количество пыльцы широколиственных пород: *Carpinus*, *Ulmus*, *Tilia* и др.). Такое же количество осадков ныне выпада-

ет и в бассейне оз. Севан. Однако здесь лес не растет. Это безлесие имеет свои причины, разбор которых не входит в задачу настоящей статьи.

Площадь Ленинанканского озера, определенная нами по нашим исследованиям на территории Армянской ССР и по данным геологической карты Турции [9], примерно равна площади оз. Севан*. Глубина древнего озера также не уступала глубине оз. Севан. Об этом говорит наличие двух форм диатомей—*Melosira granulata* и *Stephanodiscus astraca*, обнаруженные Н. Г. Заикиной в наших образцах. Как известно, эти формы обитают в толще свободной воды с большими глубинами [6].

Сходство факторов физико-географической обстановки позволяет считать, что количество привноса обломочного материала в древнее Ленинанканское озеро и в оз. Севан было примерно одинаково. Механический разнос и дифференциация этого материала в аналогичных современных водоемах, как известно, происходит следующим образом: волны захватывают материал, приносимый с суши, отмывают его, дифференцируют, грубый отлагают в прибрежной зоне, тонкий относят в глубину и там он постепенно осаждается. Эту закономерность могут подтвердить результаты изучения гранулометрического состава осадков Большого Севана. По данным З. П. Едигаряна, В. В. Пайразяна и М. А. Сатяна [4], в полосе 20-й изобаты на общем фациальном профиле мы встречаемся с осадками переходной зоны от осадков прибрежных (гравелиты, пески, ракушечники) к осадкам сравнительно глубоководным (глубинные илы, глины). Следовательно дальше этого предела грубообломочный материал не может проникнуть, там осаждаются илы и глины. Такова же, вероятно, была картина и в древнем Ленинанканском озере.

Чем же теперь объяснить образование линз песчано-гравелисто-галечных пород в глинистой толще?

Совершенно очевидно, что гравий и гальки не могли переноситься воздушным путем. Вероятно они заносились реками и при сильных селевых потоках дальше 20-й изобаты в сторону озера, заполняли отрицательные формы его дна, а затем перекрывались илами и превращались в линзы. Буровые скважины, заложенные в г. Ленинанкане, сс. Ахурик, Арапи, Бяндур и др., в которых среди глин встречены линзы-коллекторы, должны находиться за пределами 20-й изобаты, в центральной части древнего озера. Об этом может свидетельствовать гранулометрический состав типичных для этой зоны озера глин, взятых для опробования из шурфов в Ленинанканском карьере (западная окраина г. Ленинанкана, обр. 4600), в районе с. Ахурик (обр. 4614) и у пограничного моста (обр. 4615), (табл. 2)**.

Все вышесказанное говорит о том, что песчано-гравелисто-галечные отложения, вскрытые буровыми скважинами в центральной части древ-

* Озерные отложения визуально хорошо прослеживаются на территории Турции, однако, они на турецкой геологической карте датируются неогеном. При подсчете площади древнего озера нами учтены эти отложения.

** Данные гранулометрического анализа заимствованы у Д. Б. Саркисяна.

него озерного бассейна, должны иметь линзообразную форму, захороненную в толще тонкоотмученных глин и не связаны с прибрежными песчаными отложениями, по которым может происходить их питание атмосферными осадками. Кроме того, там, где в коллекторах имеются пресные воды, исключена возможность их глубинного питания. Справедливее всего предположить, что пресные воды, заключенные в линзах-коллекторах в пределах центральной части древнего озерного водоема, имеют реликтовое происхождение, т. е. они сохранились со времени существования водоема.

В табл. 1 приведены результаты химических анализов этих вод. Они показывают, что воды скважин 1, 10, 16, 360, по нашим соображениям, имеют седиментационное происхождение. Это может подтвердить и величина натрий-хлорового коэффициента $\left(\frac{\text{Na}}{\text{Cl}}\right)$, который выше 0,87.

Таблица 2

Номера образцов	Глубина взятия в м.	Содержание фракций, %						Порода по дорожной классификации
		>0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	0,01—0,0,5	0,005—0,001	>0,001	
4600	2,5	0,16	1,05	2,84	7,17	19,82	68,96	Глина
4614	3,0	0,16	2,40	11,13	8,29	25,07	52,95	Глина
4615	1,5	0,11	2,75	6,67	3,59	17,12	69,76	Глина

В таких случаях воды, по данным А. А. Карцева [5], должны относиться к седиментационным водам внутренних опресненных водоемов.

Рассмотрим теперь каким же образом формировались эти воды.

В период литификации часть воды водоема захватывалась и увлеклась накапливающимися осадками в виде иловой воды и затем погребалась под новыми слоями. Так, с момента образования озерной толщи и даже раньше в стадии раннего диагенеза образовались седиментационные воды.

Как известно, особенностями глинистых осадков являются своеобразный минеральный состав и значительные размеры удельной поверхности слагающих их частиц, с которой связываются значительные количества влаги при их седиментации, особенно в субаквальных условиях. Поэтому глинистые осадки в условиях стратисферы можно рассматривать как аккумуляторы огромных запасов влаги [3]. Эта влага, в той или иной мере, может быть удалена из пород лишь при резком изменении условий их существования, вызванном увеличением испытываемого ими давления или появлением возможности испарения влаги.

После исчезновения водного бассейна древнего озера некоторая доля этой влаги могла испариться, но испарение происходило с поверхности глин в пределах небольших глубин, порядка единиц метров и притом только в тех районах, где озерные глины не были перекрыты туфовым покровом и мощными делювиально-пролювиальными отложениями.

Остальная часть влаги, в ходе литификации глинистых осадков от ила до глинистой породы, под влиянием его гравитационного уплотнения отжималась в породы-коллекторы внутри глинистой толщи. В процессе уплотнения глин и выжимания из них воды изменились не только их свойства, но и свойства воды, как только связанная вода переходила в свободную.

Дж. Уэллер [8] предполагает, что седиментационные воды в осадках обычно значительно более соленосные и вязкие, чем воды древних водоемов. Следовательно надо полагать, что с момента образования седиментационной воды и осадков, в процессе их взаимоотношения происходили сложные геохимические процессы—выщелачивание, диффузия, обменная адсорбция и другие, которые способствовали повышению соленосности седиментационных вод.

Детальное изучение физико-химических свойств седиментационных вод, заключенных в породах-коллекторах и в порах глинистых пород, прольет свет на ряд вопросов палеогеографии Ленинаканской котловины.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 21.VI.1965.

Յու. Վ. ՍԱՅԱԴՅԱՆ

ԼԵՆԻՆԱԿԱՆԻ ԳՈԳԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ԼՃԱՅԻՆ ՆՍՏՎԱԾՔՆԵՐԻ
ՍԵՒՄԵՆՏԱՑԻՈՆ ՋՐԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ստորին շորրորդական ժամանակաշրջանում գոյութուն ունեցած Լենինականի լճի նստվածքները վարից վեր բաժանվում են երեք լիթոլոգիական կոմպլեքսների՝ ստորին-լճա-գետային, միջին-լճային և վերին-լճա-գետային:

Համեմատելով Լենինականի հին լճի նստվածքների գոյացման ֆիզիկա-աշխարհագրական միջավայրը և նրանց կուտակման մեխանիկական պայմանները Սևանա լճի ներկայիս պայմանների հետ, նկատվում է դրանց մեծ նմանությունը:

Այդ հանգամանքը թույլ է տալիս ենթադրելու, որ Լենինականի հին լճի կենտրոնական մասի հորատանցքերում հայտնաբերված միջին-լճային նստվածքները պետք է ուսանյակների ձևով տեղադրված լինեն նուրբ-զտված կավերի մեջ: Դրանք կապված չեն մերձափնյա ավազային նստվածքների հետ, որոնց միջոցով կարող էին այնտեղ թափանցել մթնոլորտային տեղումներից ստացվող ջրերը: Նշված ուսանյակները պարունակում են քաղցրահամ ջրեր, որոնք մեր կարծիքով պահպանված են ջրավազանի գոյության ժամանակաշրջանից և հանդիսանում են սեդիմենտացիոն:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Авакян Л. А. Четвертичные ископаемые млекопитающие Армении. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1959.
2. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1948.

3. Денисов Н. Я. О гидрогеологическом значении процессов адсорбции влаги глинистыми породами. ДАН СССР, т. 58, № 7, 1947.
4. Едигарян З. П., Пайразян В. В., Сатнан М. А. К гранулометрической характеристике осадков двадцатой изобаты Большого Севана. В сб. «Результаты комплексных исследований по севанской проблеме», т. II, изд. АН АрмССР, Ереван, 1962.
5. Карцев А. А. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений. Гостопотехиздат, М., 1963.
6. Порцкий В. С. Ископаемые диатомовые водоросли Нурнуса и Арзни Ереванского района Армянской ССР. Диатомовый сборник. Изд. Ленинградского ун-та, 1953.
7. Саркисян Д. Б. О структурно-механических свойствах нижнечетвертичных глинистых пород Ленинанканской котловины. Изв. АН АрмССР, геол. и геогр. науки, т. 16, № 1, 1963.
8. Узллер Дж. Уплотнение осадков. В сб. «Проблемы нефтяной геологии в освещении зарубежных ученых», т. 1, 1961.
9. Geological map of Turkey, M 1:500000, 1961.