

ГИДРОЛОГИЯ

Б. И. Бек-Мармарчев

Причины колебаний уровня озера Севан

Колебания уровня озера Севан как в пределах одного года, так и из года в год были известны всем, кто знакомился с побережьем озера и с его режимом.

Однако причины этих колебаний разными лицами объяснялись по-разному.

Среди объяснений были такие, необоснованность которых теперь кажется очевидной, так как к настоящему времени накопился богатый материал, характеризующий физико-географические условия изучаемой области. Этого материала не было у прежних исследователей.

К числу старых предположений относится гипотеза о подземной связи оз. Севан с озерами Ван и Урмия.

Необоснованность такой мысли очевидна как по самой постановке вопроса, так и потому, что разность отметок озер весьма значительна и геологическое строение разделяющей их территории исключает всякую возможность такого соединения, ввиду безусловной водонепроницаемости древних осадочных и изверженных пород, подстилающих четвертичные отложения Араратской долины.

Изучением геологического строения Севанской котловины и донных отложений озера опровергается другая гипотеза, гипотеза о появлении на дне озера ключей, о временном исчезновении («засорении») их и через известный промежуток времени возобновлении их деятельности.*

Бросается в глаза искусственность такой схемы, недооценка ее автором (Нешель) масштаба явления, а также неправдоподобность предположения о возможности существования ритмичности в таком явлении. Кроме того, мощный слой донных отложений, достигающий по указанию С. Я. Лятти [2] десятков метров, исключает всякую возможность выхода ключей на дне озера. Что же касается родников, выклинивающихся у уреза воды озера и раньше выходивших на небольшой глубине под поверхностью воды, то их дебит в общем весьма невелик (как это установлено было Севанским Бюро и подтверждено наблюдениями экспедиции Водно-энергетического института АН Армянской ССР в 1946 году) с точки зрения возможности ощутительного его влияния на колебания

* Об этой и других гипотезах см. у А. А. Ивановского [1].

уровня озера. Кроме того эти родники обладают высоким постоянством стока.

Высказывались также предположения о возрастании или падении культуры населения, обитающего вокруг озера, а следовательно, о возрастании или убывании притока воды в него в связи с разбором ее на орошение.

Эта мысль также несостоятельна, так как благодаря все возрастающей культуре за последнее столетие можно было ожидать непрерывное понижение уровня озера. В действительности же такая тенденция не наблюдается [3].

Также необосновано указание на заполнение чаши озера наносами, приносимыми реками, как на причину изменений колебания уровня. Этот процесс, имеющий место в действительности, во-первых, протекает весьма медленно и сказывается на уровне озера с течением весьма длительных геологических периодов, а во-вторых, никак не может объяснить колебательный характер явления.

Гомер де Гель [4] говорит о роли обезлесения Севанского бассейна. Но это указание опровергается аналогичными рассуждениями.

Есть еще предположения о преобладающем влиянии тектонических процессов, могущих вызывать изменение объема чаши озера, а следовательно, и уровня воды в нем.

Казалось бы такое предположение труднее оспаривать, чем предыдущие, коль скоро нет данных инструментальных наблюдений над подвижкой земной коры в данном районе, а существование тектонических движений налицо и проявляются они в землетрясениях, сила которых местами достигает 5—8 баллов. Но, во-первых, Севанский бассейн по данным Л. А. Варданянца [5] является сравнительно спокойной областью, в противоположность периферическим частям плато; тектонические движения здесь изредка проявляются в землетрясениях, имеющих по преимуществу силу всего в 3—4 балла.

За последние 150 лет наблюдалось всего три землетрясения с силой от 5 до 8 баллов. Последнее значительное землетрясение было 11 VIII 1945 г. и имело в районе гор. Севан силу в 6 баллов.

Во-вторых, очевидно, что тектонические движения не могут проявляться с одинаковой силой в различных частях такой сравнительно обширной территории, как Севанский бассейн. В действительности так и есть: северная часть бассейна более сейсмична, чем южная.

Кроме того на самой ванне озера тектонические движения отражаются, повидимому, совершенно незначительно, в особенности если иметь в виду тот ограниченный промежуток времени, в течение которого на озере ведутся реечные наблюдения за уровнями.

Высказанная мысль подтверждается данными водной нивелировки, согласно которым установлена удивительная синхронность в ходе уровней озера, о чём можно судить по наблюдениям на четырех постах, находящихся в различных частях побережья озера: г. Севан, мыс Норадуз, сел. Загалу и бухта Глаголь в Арданышском заливе.

Такая согласованность уровней говорит о неизменности высотного положения водомерных рек, а следовательно и побережий озера.

Кроме того наблюдается полная непрерывность белой полосы известкового налета на берегах, возвышающейся практически на одну и ту же величину над горизонтом озера, что проверено автором во многих пунктах во время экспедиции ВЭИ.

Все остальные высказывания по вопросу о причинах колебаний уровня озера Севан основаны на объяснении их колебаниями климата.

Еще Шопен [6] с удивительной для того времени проникательностью высказал это предположение, несмотря на полное отсутствие материалов наблюдений.

Значительно позже, но и значительно обоснованнее утверждал то же самое Митте [7].

Видя в изменяющейся комбинации элементов водного баланса озера основную причину изменений его уровня, Митте произвел, на основании имеющихся в его распоряжении относительно скудных климатических и гидрологических данных по Севанскому бассейну и данных по другим районам Закавказья, приближенный подсчет водного баланса Севана и пришел к результатам, которые убедили его в правильности его точки зрения.

В качестве исходного материала им взят меженный приток в озеро, полученный в 1889 году инженером Дудовым по данным эпизодических измерений на 28 речках, впадающих в озеро, и испарение, подсчитанное им с использованием данных по станции Коби, находящейся почти на одной высоте с Севаном.

Обобщая свои выводы по Севану, Митте пишет: «Все явления, подобные вышеописанным, имеют, как известно, более или менее универсальное значение; они свойственны в известной степени всем вообще закрытым бассейнам и озерам и находятся в зависимости от общих климатических условий известного района и от географического положения данной местности, а также от геологического строения почвы».

Митте, отдавая себе отчет также в том, какую роль играет общая атмосферная циркуляция в создании климатической обстановки данного района, пишет: «...течение юго-восточных и южных ветров, направляющихся из обширных песчаных пустынь юго-восточного Закаспийского края и Северо-восточной Персии, стремящихся по плоскогорью, между двумя высокими хребтами Корудских и Эльбурских гор, должно поглощать массу атмосферной влаги и сильно влиять на сухость воздуха Гокчинского бассейна. Между тем как господство остальных ветров, а особенно направляющихся с запада, приносит с собой в изобилии атмосферные осадки.

Преобладающие в продолжение более или менее долгого периода времени подобные воздушные влажные течения могут сильно влиять на общее состояние встречаемых ими водных бассейнов и представляют главную причину колебаний их горизонтов».

Не сомневаясь в правильности своей догадки, Митте, тем не менее, высказывает сожаление, что для доказательства тесной связи между уровнем озера и климатом Севанского бассейна нет достаточных данных в виде непосредственных инструментальных наблюдений.

Из прежних исследователей Севана ближе всего подошел к истине Е. С. Марков [8], уже располагавший некоторыми данными наблюдений и, кроме того, использовавший данные и по другим озерам. Марков пришел к выводу, что «установленное... сходство в движении уровня в озерах, различных по своему географическому положению, высоте относительно уровня моря, размерам и т. п., несомненно доказывает, что причиной колебаний уровня Гокчи, как и других озер, являются не местные опускания и поднятия суши, как результат сейсмических явлений, а климатические изменения, захватывающие обширные пространства земной поверхности».

На цифровом материале Марков показал обусловленность уровня озера соответствующей комбинацией температур и осадков и, в частности, роль мощности снежного покрова в бассейне и условий его таяния весной.

Б. Д. Зайков, основываясь на сопоставлении колебаний уровня озера Севан за период с 1889 по 1930 год с отклонениями от нормы осадков и температуры воздуха за отдельные сезоны, пришел к выводу, что периоду 1907—1915 гг., когда происходило накопление воды в озере, предшествовал ряд лет с повышенными против нормы осадками и пониженными температурами. Наступивший в 1916—1917 гг. спад сопровождался, наоборот, пониженными против нормы осадками и повышенными температурами.

Из этого Б. Д. Зайков делает вывод, что колебания уровня озера Севан вызваны климатическими условиями.

Ниже, исходя из уравнения водного баланса озера, нами доказывается то же самое.

Для этого оказалось достаточным произвести сопоставление величин годовых приращений уровня озера ($\pm \Delta h$), вычисленных по уравнению водного баланса, с приращениями, фактически наблюдаемыми.

Уравнение водного баланса, в котором приращение уровня выражено через прочие элементы баланса, имеет следующий вид:

$$\pm \Delta h = x + y - y_1 - y_2 - z, \text{ где:}$$

$\pm \Delta h$ — изменения уровня озера,

x — осадки на зеркало озера,

y — приток воды в озеро,

y_1 — поверхностный сток из озера,

y_2 — подземный сток из озера,

z — испарение с поверхности озера.

Все приведенные величины приняты в сантиметрах в год.

Элементы водного баланса, которые положены в основу вычисления приращений уровня, заимствованы у Б. Д. Зайкова [9].

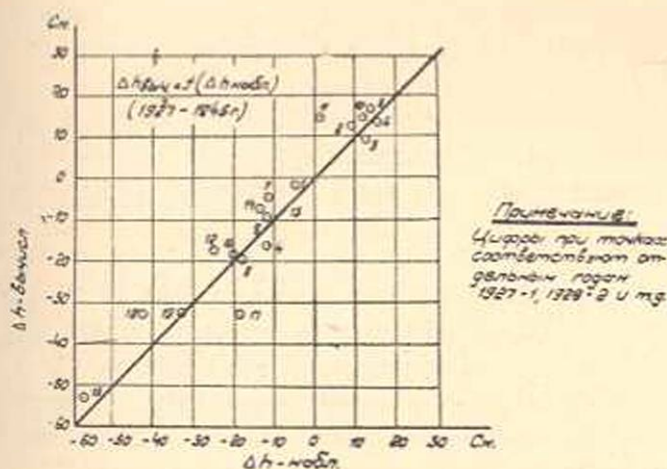
Вычисленные, как разность между приходом и расходом воды в озеро, приращения уровня могут быть сопоставлены с фактически наблюдаемыми (см. табл. 1).

Таблица 1

Годы	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935
Номера точек на графике (фиг. 2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Δh вычисленные	-2	+12	+9	-17	+16	+14	-5	-20	-10
Δh наблюдаемые	-5	+9	+12	-12	+13	+15	-12	-18	-12

Годы	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945
Номера точек на графике (фиг. 2)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Δh вычисленные	+15	+14	-17	-10	-8	-53	-19	-33	-33	-33
Δh наблюдаемые	+12	+1	-25	-12	-13	-58	-20	-19	-43	-33

По данным таблицы 1 составлен график, представляющий зависимость между Δh вычисленными и Δh наблюдаемыми (фиг. 1).



Фиг. 1. Связь между приращениями уровня озера Севан, наблюдаемыми и вычисленными.

Из фиг. 1 видно, что зависимость получается достаточно четкая. Таким образом, доказывается, что изменение уровня за год может являться следствием только лишь несоответствия между приходом воды в озеро и расходом из него.

При соответствующих подсчетах приходилось данные по некоторым элементам водного баланса из объемных мер переводить в линейные путем деления на площадь зеркала озера, которая является величиной переменной. Однако сокращение площади зеркала за период слива составляет не более 1,5%. Ничтожное влияние этих изменений для данных подсчетов вполне пренебрежимо.

Дополнительное подтверждение климатической причины колебаний

уровня озера Севан дает сопоставление многолетнего хода уровней этого озера с уровнями других водоемов.

Сходство в поведении озер Севан, Ван и Урмия, находящихся в аналогичных физико-географических условиях, является доказательством высказанного положения.

Указанное сопоставление впервые провел Зигер [10]. Обстоятельное изучение климатической обстановки в районах близких к Вану и Урмии на базе материалов наблюдений на метеорологических станциях Александрополь (Леннакан), Аралых и Тифлис (Тбилиси) и даже Баку и Астрахань* показало, что дождливый период в Закавказье длился с 1849 по 1860 год, а засушливый с 1861 по 1869 год. Уровни указанных озер отразили эту климатическую обстановку.

Сопоставление, выполненное Зигером, представлено на фиг. 2, где приведена также предложенная нами кривая для Севана.

Хотя вышеназванные метеорологические станции находятся за пределами бассейнов рассмотренных Зигером водоемов, однако распространение климатических данных, полученных для одних частей Кавказа на другие, допустимо, что подтверждается приводимым ниже графиком (фиг. 3), заимствованным нами у Б. Д. Зайкова [9] и представляющим многолетний ход модульных коэффициентов годового стока с бассейнов рек Кубани и Куры, а также озера Севан.

Этот график свидетельствует об общности атмосферных процессов на территории Сев. Кавказа и Закавказья.

Далее, как еще в 1908 году впервые указал Л. С. Берг [11], имеет место хорошая согласованность также в ходе уровней Севана и Аральского моря.

Новые данные подтверждают эту мысль, но уже на базе более обширного материала, причем должна быть отмечена удивительная синхронность, которая обнаруживается почти что в деталях.**

Иллюстрацией к сказанному служит правая часть приводимого ниже графика (фиг. 4), показанная сплошной линией. График построен на основании данных, заимствованных у Б. Д. Зайкова [12].***

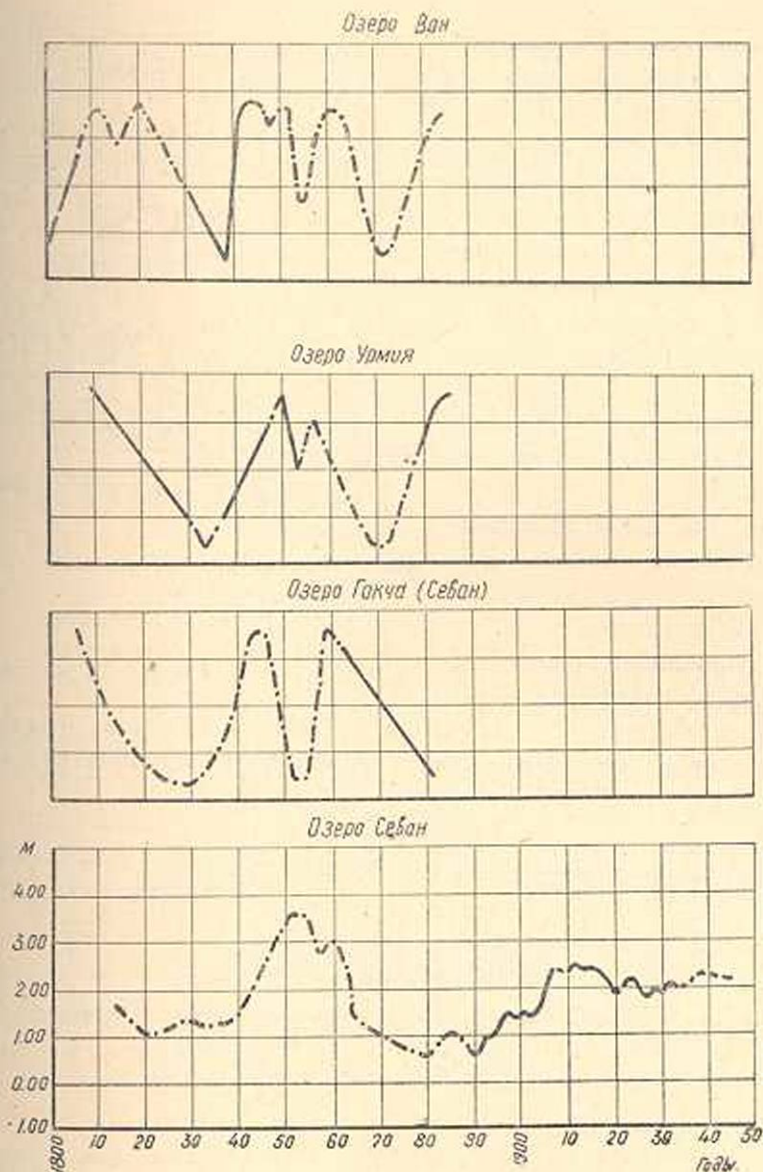
Представление о состоянии уровня моря за более ранние годы (с 1847 г.) может быть получено на основании материалов, заимствованных у Л. С. Берга [11 и 13] с введением коррективов в абсолютные отметки, исходя из новой отметки нуля графика поста (Аральское море), установленной Б. Д. Зайковым.

И в этой части кривой уровней Арала наблюдается конформность с кривой уровней Севана.

* В непосредственной близости к Вану и Урмии не было метеорологических станций.

** Сказанное относится к данным инструментальных наблюдений на обоих водоемах.

*** Дополнительные данные за 1941—1945 гг. включительно предоставлены лично Б. Д. Зайковым.



Фиг. 2. Сравнение колебаний уровня озер: Вана, Урмии и Севана.

Причину такого сходства в поведении Севана и Арала Л. С. Берг видит в сходстве климатических зон, которые питают эти водоемы.

В качестве доказательства он приводит также уровенные режимы озер Западной Сибири и Туркестана.

К этому же заключению приводят результаты подсчетов Б. Д. Зайкова по многолетнему водному балансу Аральского моря.

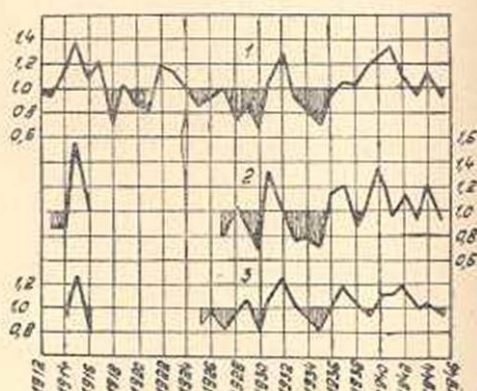
По Б. Д. Зайкову получается, что увязка водного баланса моря за 20-летний период (1912—1917 гг. и 1926—1939 гг.) возможна именно

при том средне-многолетнем значении приращений уровня, которое в действительности имело место.

В дополнение к изложенному необходимо остановиться также на уровненом режиме Каспийского моря, который с достаточной убедительностью объяснен Б. Д. Зайковым, доказавшим на цифровом материале справедливость гипотез, берущих начало от академика Ленца и связывающих этот режим с водным балансом моря.

Отмеченная нами синхронность в колебаниях уровня Севана и Аральского моря дает право объяснять различие в режимах Севана и Каспийского моря, используя те объяснения этого же явления, которые даны Б. Д. Зайковым для Арала и Каспия.

Несовпадение условий циркуляции атмосферы сопоставляемых водоемов объясняется прежде всего тем, что бассейн Каспия благодаря р. Волге значительно распространяется на север

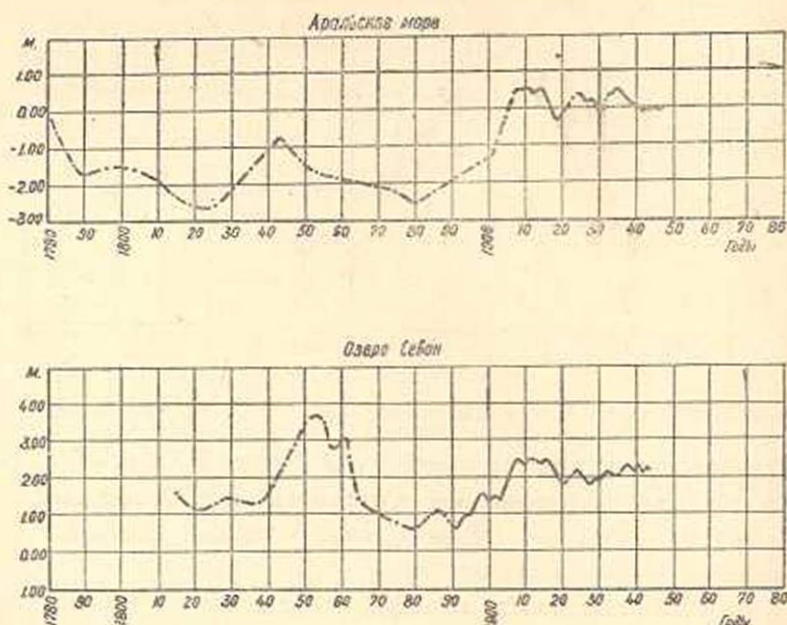


Фиг. 3. Многолетний ход модульных коэффициентов годового стока.

1-р. Кубань у Краснодара.

2-р. Кура у Мингечаура.

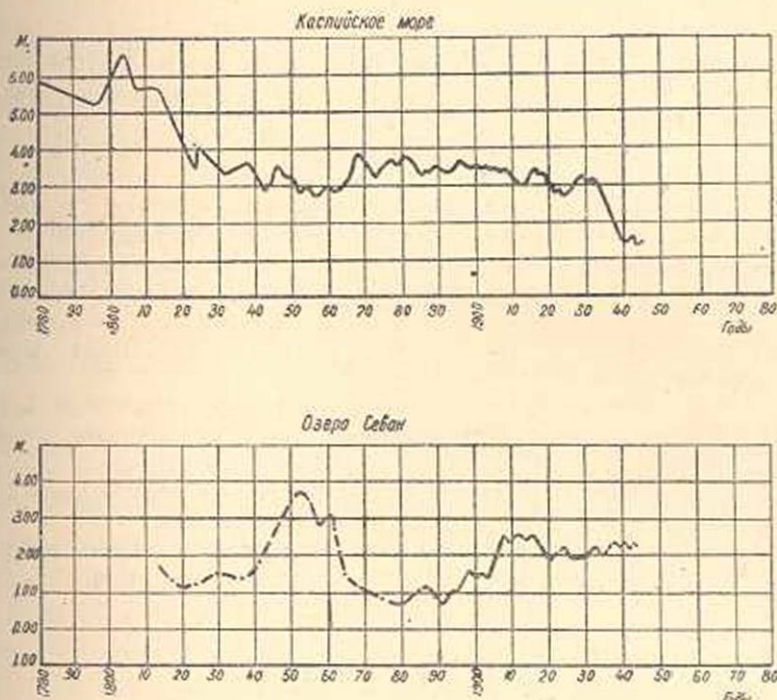
3-р. Сток с бассейна оз. Севан.



Фиг. 4. Сравнение колебаний уровня оз. Севан и Аральского моря.

и находится в совсем других климатических условиях, чем бассейн Аральского моря.

Б. Д. Зайков [14] на основании исследований Н. А. Ширкиной пишет: «Преобладание антициклонального режима на территории Волги сопровождается уменьшением осадков, а одновременно усиление циклонической деятельности на периферии—в бассейнах р. р. Сыр-Дарья и Аму-Дарья—их увеличением, вследствие чего уровень Каспийского моря стоит в это время высоко, а уровень Арала—низко».



Фиг. 5. Сравнение колебаний уровня оз. Севан и Каспийского моря.

Из рассмотрения фиг. 5 можно прийти к выводу, что в то время, как в период с 1820 по 1870 годы уровни Каспия были в общем низкие, на Севане они были высокие. То же можно сказать о периоде 1910—1946 годов.

Однако для доказательства существования противоположности уровней режимов этих двух водоемов приведенных данных недостаточно, и это может быть сделано на основе глубокого анализа явлений, обуславливающих эти режимы.

В этом заключается задача дальнейшего исследования.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ивановский А. А.—Озеро Гокча (из поездки в Закавказье летом 1893 года). „Землеведение“, 1895, кн. 1—3.
2. Лянтт С. Я.—Грунты озера Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. IV, вып. 4, Тифлис, 1932.
3. Бек-Мармарчев Б. И.—Многолетняя кривая колебаний уровня озера Севан. Изв. АН Арм. ССР, физ.-мат., естеств. и техн. науки, том IV, № 1, Ереван, 1951.
4. *Hottel de Hell*—Voyage en Turquie et en Perse, etc. 1846, 1847, 1848, Paris, 1854.
5. Варданянц Л. А.—Сейсмогеология Кавказа. Труды Сейсмол. института АН СССР, № 64, 1935.
6. Шопен И.—Исторический памятник состоянии Армянской области в эпоху присоединения к Российской империи, СПб., 1852.
7. Митте М. Ф.—Бассейн Гокчинского озера. „Горный журнал“, СПб., 1891, том II, апрель—май—июнь.
8. Марков Е. С.—Озеро Гокча. Географическое описание озера. Часть первая. География физическая, СПб., 1911.
9. Зайков Б. Д.—Водный баланс озера Севан (рукопись; хранится в архиве ВЭИ).
10. *Sieger Robert*—Die Schwankungen der hocharmenischen Seen seit 1800 in Vergleichen mit einigen verwandten Erscheinungen. Mitteilungen der K. K. Geograph. Gesellschaft in Wien, XXXI, 1885.
11. Берг Л. С.—Аральское море. Опыт физико-географической монографии. Изв. Туркест. Геогр. Общ., т. V. Научные результаты Аральской экспедиции, вып. 9, СПб., 1908.
12. Зайков Б. Д.—Современный и будущий водный баланс Аральского моря. Труды научно-исследовательских учреждений ГМС, сер. IV, вып. 39. Водный баланс и сток.
13. Берг Л. С.—Об абсолютной высоте уровня Аральского моря. Записки Государственного гидрологического института, том VI, Л., 1932.
14. Зайков Б. Д.—Водный баланс Каспийского моря в связи с причинами понижения его уровня. Труды НИУ ГУГМС, сер. IV, вып. 8, Л., 1946.

Բ. Ի. ԲԵԿ ՄԱՐՄԱՐՇԵՎ

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ՏԱՏԱՆՄԱՆ ՊԱՅՃԱՌՆԵՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Սեանա լճի ջրային բալանսի հաժաոարման անալիզի հիման վրա հեղինակը եզրակացնում է, որ լճի մակարդակի տատանումների հիմնական պատճառը նրա ավազանի կլիմայական տատանումներն են: Ջրային բալանսի հաժաոարման միջոցով հաշվարկված լճի մակարդակի բարձրացման և իրականում դիտված բարձրացման միջև կա զժային կապ, որը ներկայացված է նկ. 1-ում:

Այդ միտքը հաստատում է նաև Սեանա լճի և նման կլիմայական պայմաններում գտնվող Վանա և Ուրմիա լճերի ու Արալյան ծովի մակարդակների տատանումների համեմատությունը:

Հեղինակը նշում է նաև, որ Սեանա լճի մակարդակի բնթացքն բնդհանրապես հակադիր է Կասպից ծովի մակարդակի բնթացքին:

Կասպից ծովն իր հիմնական սնուցումը (Վոլգա) ստանում է անալիսի վայրերից, որոնց կլիման իրսա տարբերվում է Անդրկովկասի կլիմայից: