

УДК: 556.555(479.25)

Л. М. ХУРШУДЯН

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ОЗЕРА СЕВАН ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Рассмотрены обобщенные зависимости изменения водного режима и его основного параметра—активной отдачи озера Севан во времени. Показаны наличие вековых (63-летних) и внутривековых (9-летних) циклов активной отдачи.

Приводятся методика и результаты расчета средней многолетней активной отдачи озера Севан (с учетом уровня озера и периода времени), указывающие на заметное отличие полученных величин от рекомендуемых ранее различными авторами.

В настоящее время использованию и охране природных ресурсов больших озер СССР придается важное значение. Изучаются вопросы формирования природных ресурсов и тенденции их изменения под влиянием естественных и антропогенных факторов. При этом оцениваются и прогнозируются эти изменения для предотвращения ухудшения состояния озер и планирования мероприятий по их охране и рациональному использованию.

В этом плане следует рассматривать и проблему озера Севан, которая в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 сентября 1978 г. «О мерах по охране и рациональному использованию природных ресурсов озера Севан» переживает ныне свое новое, комплексное решение. Здесь в первую очередь стоит задача обеспечения озера новыми водными ресурсами и повышения уровня воды в нём. Для планирования необходимых мероприятий по решению этих задач чрезвычайно важно уточнить величину активной отдачи, определяющей собственные ресурсы озера, и прогнозировать ее изменения в ближайший период.

Это тем более необходимо, что в течение значительного периода времени проведенные исследования по определению активной отдачи не дали достоверных результатов, поскольку имеется значительное расхождение в величинах действительной и рекомендуемой в литературе [2—7, 9—11] активной отдачи.

Величину активной отдачи озера обычно определяют из уравнения водного баланса, характеризующего водный режим озера, как разность сумм приходной и расходной частей. Такой способ определения активной отдачи очень сложен и к тому же недостаточно точен. И не случайно, что величина активной отдачи, определенная по этому методу разными авторами, различна и в основном плохо согласуется с действительной величиной.

В настоящей статье исследование результирующего элемента водного баланса—активной отдачи, проводится по методу, основанному на

водохозяйственном анализе ресурсов озера с учетом динамики изменений величин других элементов водного баланса во времени. При этом учитывается взаимосвязь между главными параметрами—уровнем воды в озере и отбором воды из него, поддающимся более точному измерению, чем другие элементы баланса. Одновременно принимается во внимание и характер изменения этих параметров во времени.

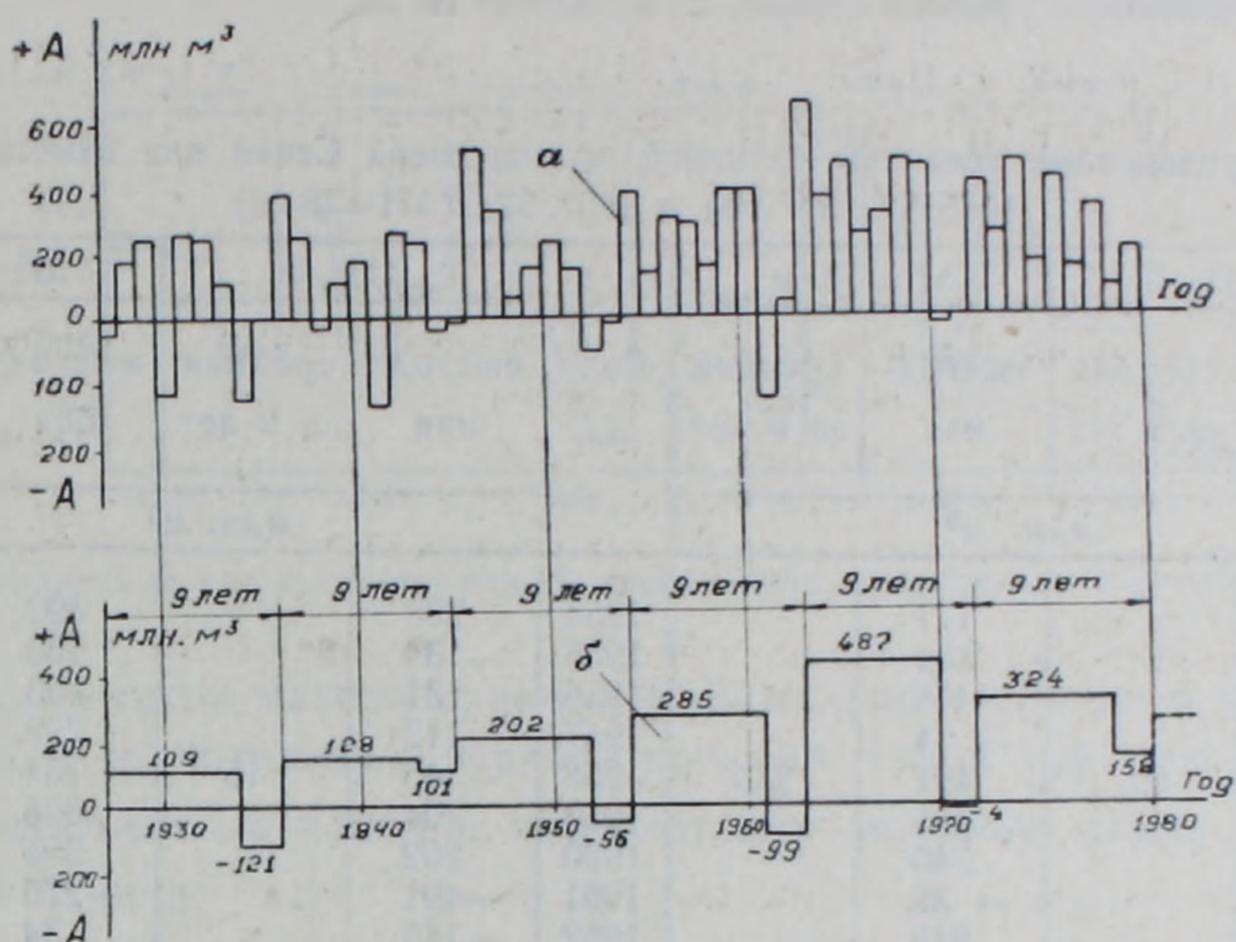


Рис. 1. Ежегодные (а), средние 7-летние и 2-летние (б) активные отдачи озера Севан за 1927—1980 гг.

Анализ величин ежегодной действительной активной отдачи озера Севан за 1927—1980 гг. (рис. 1а) показывает наличие четкой периодичности колебаний активной отдачи во времени, при циклическом повторении максимумов и минимумов ее величин с постоянным интервалом—периодом времени.

Согласно результатам наблюдений, перечисленные двухлетия: 1934 и 1935 гг., 1944 и 1945 гг., 1952 и 1953 гг., 1961 и 1962 гг., 1970 и 1971 гг. и, наконец, 1979 и 1980 гг. были маловодными и средняя активная отдача озера Севан за эти периоды была минимальной. Таким же образом можно установить из приведенного графика, что после указанных маловодных лет сразу наступают многоводные годы (1936, 1946, 1954, 1963, 1972 гг.).

Из указанных положений следует, что имеется определенная цикличность изменения активной отдачи озера с периодом в 9 лет. При этом характерной особенностью указанных циклов является их длинная ветвь спада и короткая ветвь подъема.

Установленная закономерность позволяет осреднять в интервале 9-лет активные отдачи первых 7 лет и последующих 2-х лет, как это приведено на рис. 1б.

Для дальнейшего уточнения закономерностей изменения водного режима и активной отдачи во времени необходимо ежегодные значения при различных уровнях за рассматриваемый период активной отдачи

пересчитать для определенного условно-постоянного уровня. Такое приведение целесообразно выполнить для двух характерных отметок уровня озера:

а) для отметки 1915, 57 м, соответствующей естественным условиям озера и снижению уровня $\Delta H=0$;

б) для отметки 1897, 57 м (современный уровень), что на 18 м ниже естественного уровня озера, т. е. $\Delta H=18$ м.

Таблица 1

Приведенные величины активной отдачи озера Севан для отметок 1915, 57 ($\Delta H=0$) и 1897, 57 ($\Delta H=18$ м)

Год	$\Delta H=0$		$\Delta H=18$ м		Год	$\Delta H=0$		$\Delta H=18$ м	
	ежегодная	средняя за 9 лет	ежегодная	средняя за 9 лет		ежегодная	средняя за 9 лет	ежегодная	средняя за 9 лет
млн. м ³					млн. м ³				
1927	- 43		171		1954	208		392	
1928	184		384		1955	- 34		163	
1929	251		468		1956	131		333	
1930	-240		- 4		1957	112		298	
1931	270	59	491	280	1958	- 45	15	134	208
1932	250		485		1959	204		395	
1933	114		340		1960	202		395	
1934	-259		- 32		1961	-491		-276	
1935	0		219		1962	-148		34	
1936	391		592		1963	516		676	
1937	236		439		1964	198		373	
1938	- 52		159		1965	337		492	
1939	80		286		1966	98		273	
1940	130	75	332	278	1967	175	178	331	349
1941	-351		-138		1968	332		502	
1942	197		398		1969	327		498	
1943	157		349		1970	-199		- 9	
1944	-116		88		1971	-184		2	
1945	-104		104		1972	265		419	
1946	435		617		1973	69		237	
1947	233		421		1974	328		478	
1948	- 47		161		1975	- 26		143	
1949	30	19	242	220	1976	284	115	429	276
1950	90		290		1977	- 22		139	
1951	3		190		1978	189		360	
1952	-278		- 59		1979	- 89		82	
1953	-193		11		1980	34		198	

Результаты пересчетов [12] с некоторым уточнением приведены в табл. 1 и являются исходными в методе определения средней многолетней активной отдачи для естественных и современных условий озера.

Как можно было ожидать, наличие 9-летних циклов изменения активной отдачи наблюдается и в приведенных ее величинах; это имеет место в течение 54 лет, т. е. за период времени с 1927 по 1980 гг. как в естественных, так и в современных условиях озера Севан, когда уровень снизился более чем на 18 м.

Вместе с тем, в каждом 9-летнем цикле средняя активная отдача изменяется по закономерности, при которой за первые 3 года (первый подцикл) она является максимальной, а за последние 3 года (третий под-

цикл) — минимальной (рис. 2). При этом во всех 9-летних циклах средняя активная отдача в первом подцикле составляет примерно 140%, во втором — 100%, а в третьем — 60% от средней 9-летней активной отдачи озера, т. е. $1,4A_{cp} : A_{cp} : 0,6A_{cp}$.

При этом важно отметить, что значения средней 9-летней активной отдачи $A_{\Delta n, 9}$ не одинаковы по отдельным циклам — они возрастают и

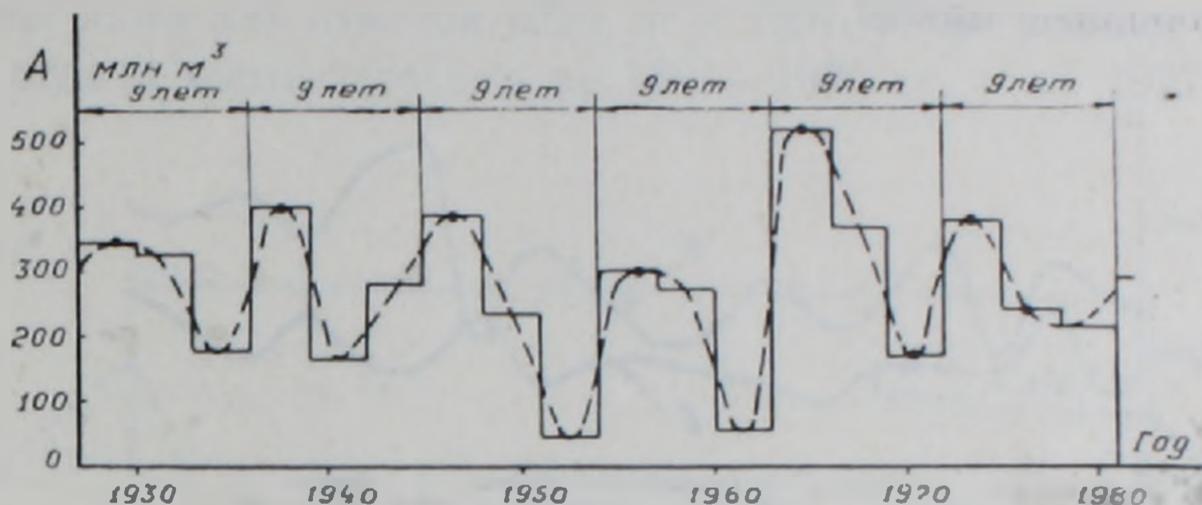


Рис. 2. Средние 3-летние активные отдачи озера Севан, приведенные к отметке 1897, 57 м.

убывают, достигая максимальной и минимальной величин в течение определенного значительного периода времени. Такой характер изменения $A_{\Delta n, 9}$ указывает на наличие многолетнего — векового цикла колебания активной отдачи.

Для получения более отчетливого представления об основных закономерностях изменения, а также о хронологической последовательности циклических колебаний и синхронности элементов водного баланса и активной отдачи использован метод осреднения их 3-летних и 9-летних величин. На рис. 3 приведены средние 3-летние удельные величины атмосферных осадков и поверхностного притока, испарения и поверхностного притока за 1927—1980 гг.

Анализ графиков показывает наличие циклического и синхронного характера изменения величин указанных элементов водного баланса, с постоянным периодом колебаний в 9 лет. Вместе с этим, до середины шестидесятых годов наблюдается постепенное увеличение разности между величинами элементов приходной и расходной частей водного баланса и ее постепенное уменьшение после середины шестидесятых годов, что указывает на соответствующее изменение действительной активной отдачи в указанные периоды времени, при непрерывном снижении уровня озера. Приведенное обстоятельство имеет важное значение при определении наличия многолетнего — векового цикла колебаний активной отдачи озера Севан.

Заметим, что между величинами удельных осадков и поверхностного притока, а также средней годовой температуры воздуха на Севанской гидрометеорологической станции имеется определенная синхронность, что особенно четко выражается за последние 20 лет.

Таким образом, циклическое и синхронное изменение основных элементов водного баланса за 9-летний период является главной причиной 9-летнего циклического изменения активной отдачи.

В [1] отмечается неправомерность применения закона больших чисел для определения нормы стока рек, мотивируя это тем, что статистический метод расчета не учитывает циклических изменений стока. Поэтому в качестве нормы рекомендуется рассмотреть среднюю величину стока только за такой замкнутый период, в пределах которого дефицит стока в маловодные циклы лет полностью компенсируется избытком стока в многоводные циклы.

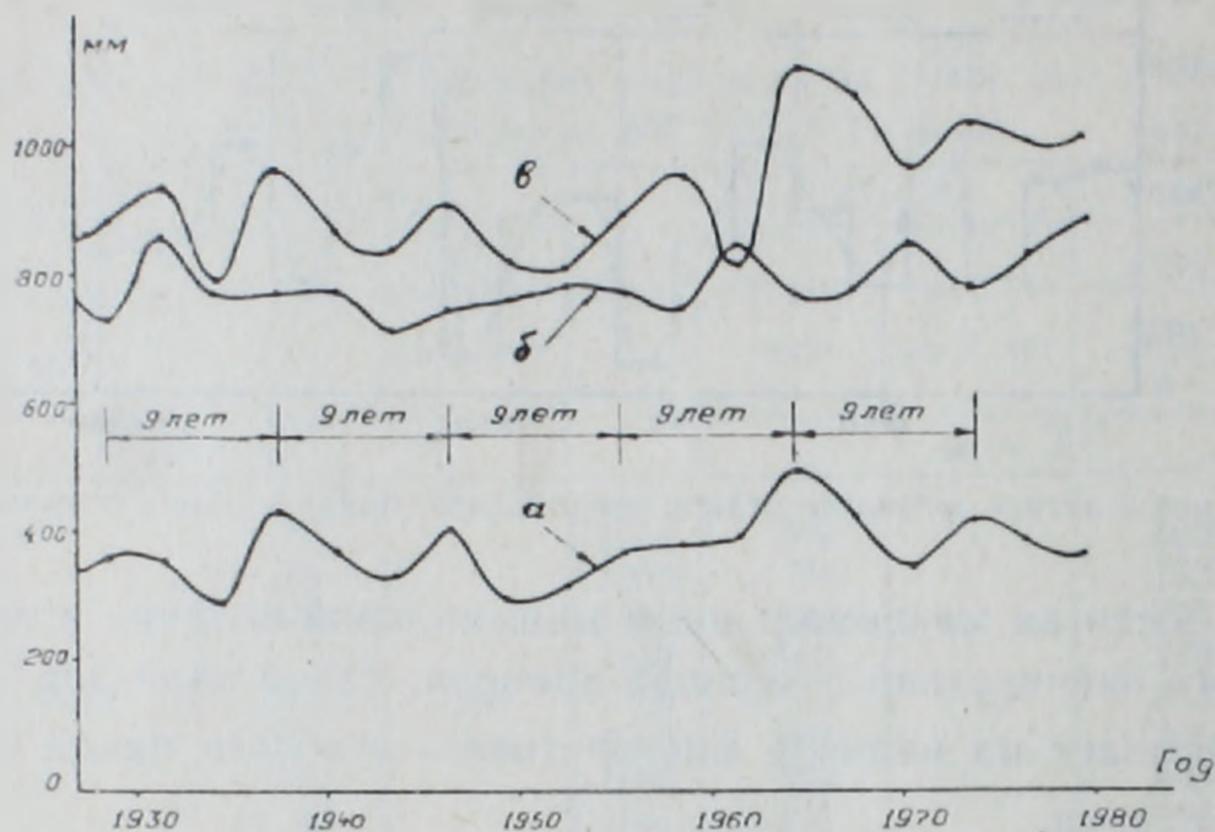


Рис. 3. Средние 3-летние удельные осадки (а), испарения (б) и сумма осадков и поверхностного притока (в) озера Севан за 1927—1980 гг.

На необходимость учета циклических колебаний стока рек указывается также в [8].

Для исследования закономерностей изменения активной отдачи озера во времени при естественных условиях, а также для определения периода времени ее векового цикла изменения автором впервые использованы данные Т. Г. Чикнаверова [13] по уровню озера Севан за 1889—1928 гг. Из указанных данных за 1891—1926 гг., т. е. за 36-летний период, вытекают следующие положения.

1. Обнаруживаются те же 9-летние циклы изменения активной отдачи, отмеченные ранее. Так, из-за маловодности в 1898 и 1899 гг. уровень воды в озере понизился на 0,31 м, т. е. с учетом величины естественного стока реки Раздан, активная отдача в эти 2 года равнялась минус 169 млн. м³ в год. Аналогичное явление имело место и в других 9-летних интервалах. Так, в 1907—1908 гг. активная отдача равнялась 21 млн. м³ в год, тогда как средняя активная отдача в тот же 9-летний (1900—1908 гг.) период составила 200 млн. м³ в год, что является рекордной для естественных условий озера Севан. В 1916—1917 гг. активная отдача была минимальной и равнялась минус 319 млн. м³ в год, и, наконец, в 1925—1926 гг. — минус 198 млн. м³ в год.

2. За 1891—1926 гг. уровень воды в озере повысился на 1,09 м, т. е. за это время в озере накопилось около 1600 млн. м³ воды, что в среднем составляет 44 млн. м³ в год. Если к этому добавить величину поверхностного стока р. Раздан (примерно 50 млн. м³ в год), то получим, что

средняя активная отдача за 1891—1926 гг. составила 94 млн. м³ в год, тогда как за 1927—1980 гг. она составила 77 млн. м³ в год. Следует отметить, что если бы озеро Севан находилось в естественных условиях, то за последние 54 года его уровень повысился бы более чем на 1 м, т. е. отметка уровня озера была бы выше, чем 1916, 57 м.

Для более точного определения величины многолетней вековой активной отдачи и границ ее изменения используются рассчитанные и построенные нами для отметок 1915, 57 и 1897, 57 м графики изменения активной отдачи соответственно за 1891—1980 гг. и за 1927—1980 гг. (рис. 4).

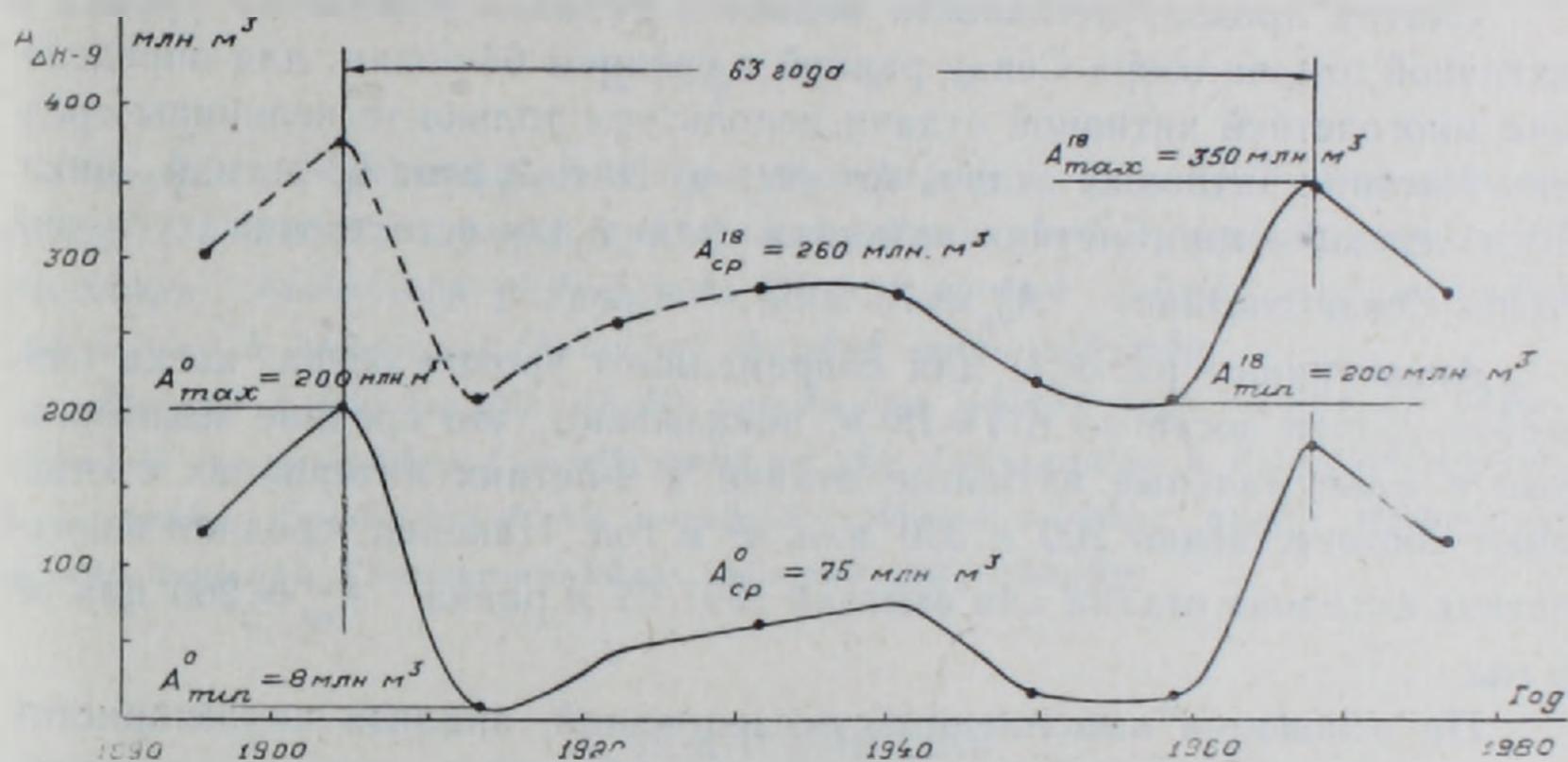


Рис. 4. Средние 9-летние приведенные активные отдачи озера Севан в вековом цикле для отметок 1915, 57 (A⁰) и 1897, 57 м (A¹⁸).

Как было отмечено, под многолетним—вековым циклом понимается такой наибольший по продолжительности период, в течение которого маловодная стадия (в нашем случае минимальные активные отдачи) компенсируется многоводной (максимальные активные отдачи).

Как следует из комплексного графика (рис. 4), для озера Севан продолжительность многолетнего—векового цикла составляет примерно 63 года. О наличии такого периода колебаний уровня озера Севан В. К. Давыдов [6], не располагая прямыми данными, предположительно указывает, «как будто получает некоторое подтверждение весьма распространенное среди местного населения мнение о 30-летнем полупериоде колебания уровня озера. Если это положение верно, то в течение ближайшего десятилетия следует ожидать дальнейшего падения уровня озера».

В настоящем можно отметить, что приведенные высказывания об озере Севан оправдались. Период с 1948 по 1962 гг., в течение 15 лет, для озера был весьма маловодным. Средняя приведенная активная отдача для естественных условий за эти 15 лет составила лишь минус 17 млн. м³ в год. С учетом ежегодного естественного поверхностного стока в количестве 50 млн. м³ общая «нехватка» воды составила бы

67 млн. м³ в год. В результате этого, за указанное время уровень озера Севан понизился бы более чем на 0,7 м.

Отмеченные циклические колебания активной отдачи с 9-ти и 63-летним периодом обусловлены глобальными изменениями метеорологических процессов, связанных в основном с солнечной активностью (с местной—локальной коррекцией) и не зависят практически от уровня озера. На основании указанного, расчет норм поверхностного притока, осадков, испарения и активной отдачи необходимо выполнить с учетом динамики изменения цикличности этих величин и динамики изменения уровня озера.

Считая продолжительность векового периода колебания уровня и активной отдачи озера Севан равной в среднем 63 годам, для определения многолетней активной отдачи используем только те величины средних 9-летних активных отдач, которые входят в этот 63-летний цикл. Тогда средняя многолетняя активная отдача для естественных условий озера Севан составит $A_{cp}^0 = 75$ млн. м³ в год.

Аналогичные расчеты для современного уровня озера, когда снижение уровня достигло $\Delta H = 18$ м, показывают, что средние минимальные и максимальные активные отдачи в 9-летних интервалах составляют соответственно 200 и 350 млн. м³ в год. Наконец, средняя многолетняя активная отдача для отметки 1897, 57 м равна $A_{cp}^{18} = 260$ млн. м³ в год.

На основании выполненных исследований, анализа характеристик водного режима озера Севан за многолетний период времени и их обобщения можно сделать следующие выводы:

1. Интенсивное использование водных ресурсов озера Севан привело к значительным изменениям его основных параметров, в первую очередь уровня и активной отдачи.

2. Для выявления общих закономерностей изменения характеристик водного режима озера необходимо параметры озера представить применительно к заданным (определенным) условно-постоянным уровням.

3. Закономерности изменения параметров водного режима и его основного элемента—активной отдачи озера во времени носит периодический—циклический характер и не зависит от уровня. Период вековых циклов колебаний активной отдачи составляет 63 года, а внутривековых—9 лет.

4. Осреднение активной отдачи (и других элементов водного баланса) и сопоставление ее значения для различных периодов следует выполнять только при постоянных уровнях озера и в пределах установленного 9-летнего цикла. В многолетнем интервале аналогичные расчеты необходимо выполнять в пределах 63-летнего векового цикла.

5. Полученные основные закономерности изменения активной отдачи в зависимости от периода времени и уровня озера, произведенные расчеты приведенных активных отдач для отметок 1915, 57 м и 1897, 57 м позволяют обоснованно прогнозировать величину активной отдачи для различных гидрометеорологических режимов и параметров озера, в

том числе и для планируемого уровня озера Севан—1901,57 м, что ниже естественного уровня на 14 м.

Армглавэнерго—АрмНИИВП и Г

Поступила 11.XI.1982.

Լ. Մ. ԽՈՒՐՇՈՒԴՅԱՆ

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ԶՐԱՅԻՆ ՌԵԺԻՄԸ ԲԱԶՄԱՄՅԱ ԺԱՄԱՆԱԿԱՇՐՋԱՆՈՒՄ
ԵՎ ՆՐԱ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ
ՕՐԻՆԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում քննարկված են ջրային ռեժիմի և նրա հիմնական պարամետրի՝ Սևանա լճի ակտիվ ելքի փոփոխության ընդհանրացված կախվածությունները ժամանակի ընթացքում: Ցույց է տրված ակտիվ ելքի դարավոր (63-ամյա) և ներդարյա (9-ամյա) փուլերի առկայությունը:

Բերված է Սևանա լճի միջին բազմամյա ակտիվ ելքի հաշվարկի մեթոդիկան և արդյունքները (հաշվի առնելով լճի մակարդակը և ժամանակաշրջանը), որոնք մատնանշում են ստացված մեծությունների զգալի տարբերությունը նախկին հետազոտողների ստացած տվյալներից:

L. M. KHURSHUDIAN

THE LAKE SEVAN LONG-TERM PERIOD WATER REGIME AND
ITS GENERAL PARAMETERS CHANGE REGULARITIES

Abstract

The generalized dependences of water regime change and its main parameter i. e. active output of Lake Sevan in time are considered. The evidence of secular (63 years) and intrasecular (9 years) cycles of active output is shown.

The methods and results of Lake Sevan average long-term active output calculations (with regard for the lake level and time period) are brought which indicate the marked differences between the obtained values and those of other authors.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Агунов А. В. Нормы стока и колебания водности рек западной Сибири. В кн. Колебания и измерения речного стока, М., 1960.
2. Азерникова О. А. Водный баланс озера Севан по новым данным. Известия Всесоюзного географ. об-ва, т. 107, вып. 5, 1975.
3. Айнбунд М. М., Асарин А. Е., Сафарова А. М., Смирнова В. А. О водном балансе оз. Севан и путях его уточнения. Труды ГГН, вып. 274, 1981.

4. Баграмян Г. А. Прошлое, настоящее и будущее Севана. «Айастан», Ереван, 1971.
5. Валесян В. П. Методика подсчета компонентов водного баланса и водный баланс оз. Севан. Тр. III Всес. гидрол. съезда, т. VI. Гидрометеониздат, Л., 1959.
6. Давыдов В. К. Водный баланс озера Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. VI, Л.—М., 1938.
7. Зайков Б. Д. Водный баланс оз. Севан. Труды ВЭИ АН Армянской ССР, вып. I. Ереван, 1950.
8. Кузнецов Н. Т., Сосоев Н. С. Колебания водности рек северного Казахстана. В кн. Колебания и измерения речного стока. Изд. АН СССР, М., 1960.
9. Мхитарян А. М., Александрян Г. А., Атаян Э. А. Водный баланс оз. Севан. Результаты комплексных исследований по Севанской проблеме, т. I, Ереван, 1961.
10. Мхитарян А. М. Будущий водный баланс озера Севан и изменение его активной отдачи. Известия АН Армянской ССР, Механика, т. XX, 4, 1967.
11. Никогосян Г. Т. Оценка свободного стока озера Севан с учетом его уровня. Водные ресурсы, № 3, 1980.
12. Хуршудян Л. М. О действительной активной отдаче оз. Севан за период 1927—1976 гг. и ее прогнозировании. ВНИИЦ, инв. Б709343, М., 1978.
13. Чикнаверов Т. Г. Обработка наблюдений над колебаниями уровней оз. Севан (Гокча) с 1889 по 1928 гг. Бюллетень Бюро гидрометеорологических исследований на озере Севан, № 5—6, Эривань, 1928.