

ГИДРОЛОГИЯ

А. В. ШНИТНИКОВ

**ВНУТРИВЕКОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ОЗЕР
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА И ИХ
ЗАВИСИМОСТЬ ОТ КОЛЕБАНИЙ КЛИМАТА**

(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 7 XII 1950)

Исследователь, занимающийся изучением вопросов водного баланса степных, бессточных озер Западной Сибири и Казахстана, неизбежно сталкивается с неустойчивостью их водного режима, выражющейся в повременных резких изменениях их уровня. Приблизительно через каждые 15—20 лет озера этой территории переходят от стадии частичного или полного высыхания к стадии наполнения и опреснения с тем, чтобы еще через 15—20 лет снова усохнуть.

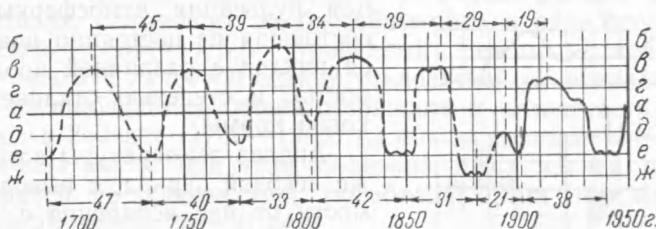


Рис. 1. Внутривековые колебания уровня озер Западной Сибири и Северного Казахстана. а — норма, б — очень высокие многоводья, в — высокие многоводья, г — средние многоводья, д — средние маловодья, е — низкие маловодья, ж — очень низкие маловодья

Литература по этому вопросу довольно значительна. Однако до настоящего времени никто не занимался специальным исследованием как самого факта устойчивости колебаний и их периода, так и их причин. Работая над вопросами водного баланса степных озер, автор посвятил исследованию этого явления специальную работу, результаты которой излагаются здесь.

Степные озера Западной Сибири и современного Северного Казахстана испытывают циклические колебания уровня воды, в результате которых коренным образом постоянно меняются как ее физические свойства, так и физико-географические особенности всего озерного комплекса.

В результате исследования материалов по более, чем 100 озерам, установлено существование за последние 250 лет шести полных циклов, продолжительностью от 29 до 45—47 лет, являющихся следствием изменений общей увлажненности территории, на которой находятся эти озера (см. рис. 1).

Весьма характерной чертой перехода озер от маловодья к многоводью является быстрый, резкий и устойчивый подъем уровня, продол-

жающийся 3—5 лет, после чего темп подъема замедляется на 4—6 лет. Далее следует период неустойчивого максимума (5—8 лет) и продолжительный равномерный спад (12—16 и больше лет) до периода наименее активного, снова неустойчивого уровня, продолжающегося 6—8 лет.

Анализ атмосферных осадков по ряду метеорологических станций, из которых за основную принят Барнаул, показал существование за период 1839—1947 гг. нескольких циклов их различной активности: 3 крупных цикла высокой активности и 2 цикла низкой активности по летним осадкам; 3 крупных цикла высокой и 4 цикла низкой активности по зимним осадкам (см. рис. 2).

Диаграммы I и II на рис. 2 показывают распределение этих циклов во времени. Здесь они представлены в виде некоторых показателей γ_1 , γ_2 , γ_3 , являющихся модульными коэффициентами сезонных осадков для каждого года, объединенных в однообразные группы, в зависимости от той или иной активности атмосферных осадков. Следует отметить, что два средних периода высокой активности по летним осадкам по сущности их воздействия на режим озер следует считать за один. На диаграмме III тот же процесс представлен в виде интегральной вековой характеристики.

Анализ показывает, что территории Западной Сибири и Северного Казахстана свойственна некоторая аритмичная пульсация атмосферных осадков, состоящая из постоянно повторяющихся циклов с различной продолжительностью и степенью отклонения от вековой нормы.

Анализ температуры воздуха за тот же вековой период, с выводом зависимости от нее испарения с водной поверхности, показал, что за 108 лет имели место два ярко выраженных холодных цикла и один теплый; при этом отклонение испарения от нормы за этот исключительно теплый цикл (1915—1935 гг.) составило слой до 1,8—1,9 м для пресной воды и более



Рис. 2. Уровень озер и климат по Барнаулу. I — летние осадки, II — зимние осадки, III — вековой влагооборот, IV — уровень озер, V — испарение

1 м для насыщенной озерной рапы (на рис. 2 эти циклы показаны на диаграмме V, в отклонениях от нормы, в метрах за цикл).

Этот фактор оказывается исключительно важным для объяснения повсеместного резкого понижения уровня озер во всем Северном полушарии, имевшего место в период с 1915 по 1935—1940 гг., и его значение чрезвычайно убедительно подтверждается сопоставлением диаграмм III, IV и V (рис. 2). В то время как особенного дефицита осадков в первой половине периода 1915—1935 гг. не наблюдалось, уровень озер резко понижался. Однако выдающееся отклонение испарения от нормы за тот же период полностью определяет собой создавшийся в эти годы режим.

Здесь уместно напомнить, что понижение уровня озер в период с 1915 по 1935—1940 гг. преыщало все значения, которые можно было ожидать, несмотря на то, что атмосферные осадки за этот период были близки к норме. Однако при учете фактора изменчивости температуры

воздуха, определяющей режим испарения, неясности данного цикла получают свое разъяснение.

Совмещение воздействий на уровень озер атмосферных осадков и температуры воздуха показывает, что именно эти факторы являются решающими: от них почти полностью зависит состояние вообще всех водных ресурсов территории, изменения в состоянии которых носят характер аритмичной пульсации и следуют тем же циклам, что и пульсация атмосферных осадков, со значительными корректировками на влияние температуры воздуха, в отдельные периоды (например, 1915—1935 гг.) приобретающими решающее значение.

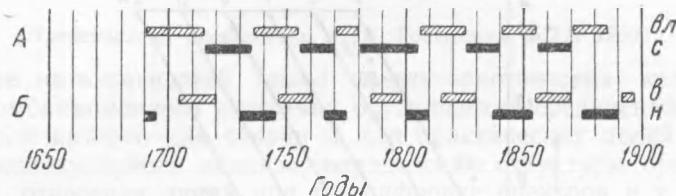


Рис. 3. Соотношение между климатическими циклами и уровнем озер. А — климатические периоды (по Брикнеру): вл — влажные, с — сухие; Б — уровень озер: в — высокий, н — низкий

Поскольку процесс показанных выше циклических изменений в состоянии водных ресурсов охватывает чрезвычайно большие территории, нельзя ожидать, чтобы все без исключения озера точно укладывались в пределы циклов, показанных на рис. 1. В зависимости от размеров, условий питания, слагающих их бассейны почв и ряда других физико-географических особенностей уровеньный режим отдельных озер до некоторой степени может отклоняться от показанной схемы, что отнюдь не нарушает ее общей стройности и целостности.

За период в 250 лет (1700—1949 гг.) циклы длиннее 45—47 и короче 20 лет не имели места: при этом 20-летний цикл явился исключением и распространен не повсеместно; преобладающими же наименьшими являются циклы около 28—30 лет.

Вековая амплитуда колебаний высоты уровня для крупных озер с речным питанием (типа оз. Чаны) составляет около $\pm 2,2 \div 2,5$ м, за всю же эпоху в 250 лет ее размах достиг $\pm 2,5 \div 3,0$ м.

Анализ зависимости уровня озер от атмосферных осадков и температуры воздуха позволил в первом приближении выразить ее для бессточных озер Западной Сибири и Северного Казахстана следующей эмпирической формулой:

$$\pm \Delta H = 0,17 (\gamma'_n S' + \gamma''_n S'') - \Delta E, \quad (1)$$

где: $\pm \Delta H$ — изменение уровня озер за рассматриваемый промежуток времени n лет (цикл или часть его) в м; γ'_n и γ''_n — модульные коэффициенты летних и зимних осадков за предыдущий характерный период; S' и S'' — продолжительность этих периодов летних и зимних осадков в десятилетиях (причем $S'' \cong \text{const} \cong 0,2 \div 0,3$); ΔE — отклонение годового испарения от нормы в м.

Коэффициент 0,17 получен эмпирическим путем, на основе расчета изменчивости уровня ряда озер (Чаны, Кучук, Кулундинское) за некоторые периоды второй половины XIX и первой половины XX столетий.

Параметр ΔE дает непосредственную поправку изменчивости уровня за счет отклонения испарения с поверхности озер от многолетней нормы. При этом им же учитывается и разность в испарении воды и рапы соленых озер, так как эта разность уже вводится в расчет при исчислении

нормы. Это обстоятельство делает формулу пригодной для получения представления об изменчивости уровня не только пресных но и соленых озер.

На рис. 4 приведен график для выражения (1) с нанесением нескольких эмпирических точек.

Сопоставление циклов колебаний уровня озер Западной Сибири и Северного Казахстана с циклами Э. А. Брикнера за XVIII—XIX вв. (см. рис. 3) дает их хорошее взаимное отражение с наличием значительного сдвига фаз во времени: климатические циклы Э. А. Брикнера предваряют гидрологические циклы колебаний уровня озер (подобный

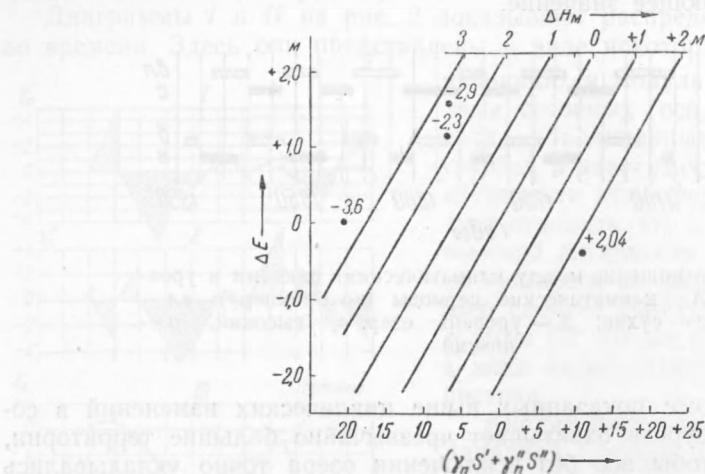


Рис. 4. Изменчивость уровня степных озер в зависимости от колебаний климата

же сдвиг наблюдается и в отношении между колебаниями уровня озер рассмотренных территорий и уровня Каспия).

Чрезвычайно важно отметить, что и после эпохи, анализированной Э. А. Брикнером, здесь показаны еще два цикла, вплоть до текущего года. Это свидетельствует, что в противовес многим литературным указаниям о нарушении цикличности, показанной Э. А. Брикнером, она сохраняется и в наши дни.

С практической точки зрения это положение важно в том отношении, что дает возможность в общей форме представить будущий режим увлажненности рассмотренных территорий на десятилетия вперед.

Лаборатория озероведения Академии наук СССР

Поступило
20 VI 1950