

П. И. ЧАЛОВ, Н. А. СВЕТИЧНАЯ, Т. В. ТУЗОВА

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АБСОЛЮТНОГО ВОЗРАСТА ОЗ. БАЛХАШ ПО НЕРАВНОВЕСНОМУ УРАНУ

(Представлено академиком Е. К. Федоровым 2 X 1969)

Вопрос о времени и причинах возникновения оз. Балхаш рассматривается в значительном числе работ, однако выводы различных авторов в некоторой мере противоречивы.

Большинство исследователей полагает, что оз. Балхаш ранее входило в единую Балхаш-Ала-Куль-Эби-Норскую (^{1, 2}) или Балхаш-Ала-Кульскую (³⁻⁵) систему. В некоторых работах (^{6, 7}) содержится миграционная гипотеза, согласно которой современный Балхаш развился из бассейна, расположенного гораздо южнее, у подножья горы Последний, и в силу тектонических процессов постепенно перемещался на север и северо-запад. Авторы ряда работ (⁸⁻¹²) полагают, что Балхаш является молодым водоемом, не входившим ранее в Балхаш-Ала-Кульскую систему (^{9, 10}) и возникшим в верхнечетвертичное время (в эпоху вюрма или в конце ее (^{10, 11}) или совсем недавно (¹²)). Наконец, есть предположения, что Балхаш с группой озер Сасык-Куль, Ала-Куль и Эби-Нор представляет собой остаток третичного моря, включавшего в себя Арало-Каспийский бассейн (¹³) или остаток громадной реки, включавшей Балхаш-Ала-Кульскую систему и р. Чу (¹⁴).

Абсолютный возраст современного Балхаша не определен. Расчеты времени существования озера по накоплению солей дают возраст от 20 до 980 тыс. лет (¹⁵), не согласующийся с геологическими представлениями о времени возникновения водоема. В связи с этим мы попытались определить абсолютный возраст этого озера путем изучения изотопного состава урана (U^{234} , U^{238}) в донных осадках и водах бассейна (^{16, 17}).

Экспедиционные работы по отбору проб донных осадков, вод озера и впадающих в него рек проведены на судне «Адмирал Ушаков» Балхашской гидрометеорологической озерной обсерватории. Для исследований изотопного состава уран после выделения из вод и донных осадков, а также радиохимической очистки (¹⁸) электроосаждался из карбонатной среды на полированные диски из нержавеющей стали. Отношение активностей $U^{234}/U^{238} = \gamma$ в приготовленных таким образом урановых препаратах определялось на ионизационном альфа-спектрометре.

Ниже приведены сводные результаты определения отношения активностей U^{234}/U^{238} (γ) в водах бассейна оз. Балхаш:

р. Или (относительный вес (о. в.)* 0,838)	1,494 ± 0,004
р. Каратал (о. в. 0,095)	1,598 ± 0,012
р. Лепсы (о. в. 0,021)	1,474 ± 0,014
р. Ак-Су (о. в. 0,018)	1,563 ± 0,012
р. Аягуз (о. в. 0,028)	1,780 ± 0,013
Средневзвешенное $\bar{\gamma}_0$, поступающее в водоем	1,513 ± 0,005
Поверхностные воды западной части озера (по определениям в 6 точках)	1,488 ± 0,004
Поверхностные воды восточной части озера (в 7 точках)	1,502 ± 0,004
Глубинные воды (в 2 точках восточной части озера, глубина 21—22 м)	1,511 ± 0,007
Среднее γ для вод оз. Балхаш	1,498 ± 0,003

* Веса притоков определяются относительным количеством урана, вносимого в водоем.

Приведенные выше данные показывают, что для вод, отобранных в западной и восточной части озера, отмечается некоторое различие в изотопном составе урана. Среднее значение γ для вод западной части ($1,488 \pm 0,004$) в пределах ошибок измерений совпадает с γ для вод р. Или. Та же величина для вод восточной части озера несколько выше ($1,502 \pm 0,004$). Избыток U^{234} здесь может увеличиваться за счет поступления вод р. Каратал. Глубинные воды восточной части Балхаша по величине γ от поверхностных не отличаются. Среднее отношение U^{234}/U^{238} для всех проанализированных проб вод из озера ($1,498 \pm 0,003$) в пределах ошибок измерений совпадает с γ для вод р. Или.

Средневзвешенное отношение U^{234}/U^{238} в уране, поступающем в оз. Балхаш ($\bar{\gamma}_0$), несколько больше, чем среднее γ для вод озера. Это дает возможность рассчитать время существования урана в водах озера. Считая, что уран в озеро привносится постоянно и, в среднем, равномерно, указанное время можно найти из уравнения:

$$(\gamma_t - 1) / (\bar{\gamma}_0 - 1) = (1 - e^{-\lambda_2 t}) / \lambda_2 t,$$

где γ_t — средняя величина γ для вод озера ($1,498 \pm 0,003$), $\bar{\gamma}_0$ — средневзвешенное отношение U^{234}/U^{238} в уране, поступающем в озеро ($1,513 \pm 0,005$), λ_2 — константа распада U^{234} , а t — искомая величина. При указанных исходных данных, $t = 22 \pm 11$ тыс. лет. Эта величина является абсолютным возрастом современного Балхаша, если донные осадки не имеют более низких величин γ , чем воды озера.

При изучении донных осадков основное внимание уделено илам восточной оконечности озера, так как наиболее глубоководные осадки в большей мере обогащены аутигенным ураном. В табл. 1 приведены результаты определения отношения U^{234}/U^{238} в донных осадках одной из колонок, отобранной в районе максимальных глубин (восточная оконечность озера). Анализ этих результатов приводит к выводу, что γ для большинства верхних горизонтов донных осадков не отличается от среднего значения той же величины для вод восточной оконечности озера. Лишь для самых нижних горизонтов намечается тенденция, а затем и заметное уменьшение γ до величины 1,462. Та же картина наблюдается и для других колонок, отобранных в глубоководной части восточной оконечности озера.

Наблюдаемый для донных осадков ход изменения γ с глубиной их залегания говорит о том, что за время существования современного Балхаша не было заметных изменений гидрографической сети бассейна, а также величин γ в водах притоков.

Поскольку донные осадки восточной части озера (самые нижние горизонты) имеют γ меньше, чем среднее значение той же величины для вод восточной части озера, абсолютный возраст Балхаша больше приведенной выше цифры ($t = 22 \pm 11$ тыс. лет). Этот возраст может быть рассчитан по формуле:

$$t = \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{\bar{\gamma}_0 - 1}{\gamma_t - 1},$$

Таблица 1

Отношение активностей U^{234}/U^{238} в донных осадках колонки 24Б (район максимальных глубин)

№ горизонта	№ пробы	Глуб. залег. донных осадков, см	γ
1	24Б-1	0—12	$1,515 \pm 0,013$
2	24Б-2	12—22	$1,513 \pm 0,013$
3	24Б-3	22—32	$1,501 \pm 0,015$
4	24Б-4	32—42	$1,501 \pm 0,009$
5	24Б-5	42—52	$1,510 \pm 0,014$
6	24Б-6	52—62	$1,511 \pm 0,013$
7	24Б-7	62—72	$1,517 \pm 0,012$
8	24Б-8	72—82	$1,500 \pm 0,017$
9	24Б-9	82—92	$1,491 \pm 0,008$
10	24Б-10	92—102	$1,490 \pm 0,009$
11	24Б-11	102—112	$1,462 \pm 0,009$

где γ_i — отношение U^{234}/U^{238} для донных осадков самых нижних горизонтов.

Чтобы получить достоверные данные для величины γ_i , мы определили γ для самых нижних горизонтов четырех колонок донных осадков глубоководной части Восточного Балхаша и рассчитали γ_i как взвешенное среднее из этих определений. Результаты и погрешности γ для каждой из указанных проб приведены ниже:

γ	Колонка	γ
	21Б	$1,462 \pm 0,009$
	» 22Б	$1,462 \pm 0,010$
	» 24Б	$1,462 \pm 0,008$
	» 25Б	$1,463 \pm 0,011$

На основе приведенных данных $\gamma_i = 1,462 \pm 0,005$. Принимая $\bar{\gamma}_i = 0,513 \pm 0,005$, получаем абсолютный возраст оз. Балхаш равным 37 ± 7 тыс. лет.

Полученные нами данные существенно отличаются от результатов определения абсолютного возраста водоема по накоплению солей и согласуются с рядом геологических работ, в которых дается оценка времени возникновения современного Балхаша.

Институт физики и математики
Академии наук КиргССР
Фрунзе

Поступило
16 IX 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. М. Корф, Л. Б. Еловская, Тр. Соляной лаб. Всесоюз. инст. галургии, в. 11, 83 (1938).
- ² С. А. Никитин, Сборн. Пустыни Прибалхашья, Изд. АН СССР, 1941, стр. 26.
- ³ Б. К. Терлецкий, Тр. Главн. геол.-развед. упр. Высш. совета народн. хоз. СССР, в. 105, 1 (1931).
- ⁴ А. В. Шнитников, Тр. Соляной лаб. Всесоюз. инст. галургии, в. 11, 5 (1938).
- ⁵ К. В. Курдюков, Изв. АН СССР, сер. геогр., № 2, 11 (1952).
- ⁶ Н. Н. Костенко, Изв. Каз. фил. АН СССР, сер. геол., в. 8, 15 (1946).
- ⁷ Д. Г. Сапожников, Тр. Инст. геол. наук АН СССР, сер. геол., в. 132, № 53 (1951).
- ⁸ Л. С. Берг, Изв. Русск. геогр. общ., 40, в. 4, 584 (1904).
- ⁹ Е. В. Посохов, Соляные озера Казахстана, Изд. АН СССР, 1955.
- ¹⁰ З. А. Свиричевская, Вестн. Ленингр. ун-в., № 7, 107 (1952).
- ¹¹ М. К. Вяткин, Вестн. АН КазССР, № 8, 3 (1948).
- ¹² Д. Д. Квасов, Изв. Всесоюз. геогр. общ., в. 6, 546 (1959).
- ¹³ Р. И. Аболин, От пустынных степей Прибалхашья до снежных вершин Хантентри, ч. 1, Ташкент, 1930.
- ¹⁴ В. И. Толстов, Вестн. ирригации, № 7, 97 (1929).
- ¹⁵ М. Н. Тарасов, Гидрохимия оз. Балхаш, М., 1961.
- ¹⁶ В. В. Чердынцев, Тр. III сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций, М., 1955, стр. 175.
- ¹⁷ П. И. Чалов, Т. В. Тузова, Бюлл. Комисс. по опред. абсолютн. возраста геол. формаций, в. 8, 177 (1967).
- ¹⁸ Ю. В. Кузнецов, В. К. Легин, З. Н. Симоняк, Радиохимия, 5, в. 2, 189 (1963).