

УДК 551.510.42

Канд. геогр. наук      Э.А. Турсунов <sup>1</sup>  
Канд. физ-мат наук    Д.Б. Нурсеитов <sup>2</sup>  
                                  Д.К. Джалалов <sup>2</sup>  
                                  Л.Ж. Альмагамбетова <sup>3</sup>

## РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ НА АКВАТОРИИ ОЗ. БАЛХАШ В 2011...2015 ГОДАХ

**Ключевые слова:** сравнение результатов, площадь, объем, современная батиметрическая карта

*В статье приводится описание гидрографических работ, проводимых на озере Балхаш в 1970, и 2011...2015 годах. Представлена современная батиметрическая карта озера, приведено сравнение площади акватории и объема воды при разных уровнях заполнения котловины озера. Дано сравнение результатов гидрографических работ, проводимых на акватории озера в 2011...2015 годах, с аналогичными работами на озере в другие периоды времени.*

**Введение.** Оз. Балхаш существует более 35 тыс. лет, причем за это время оно пережило несколько стадий трансгрессии – медленного подъема и регрессии – такого же медленного падения уровня воды. Природная система озера состоит из внешней бассейновой части и внутренней озерной части. Природные условия внутренней части экосистемы, самого озера, определяются отличительной морфологической особенностью котловины и балансом между притоком речных вод и испарением. Озеро представляет собой вытянутый в субширотном направлении мелководный водоем, который по длине разделяется на 8 плесов. Современная площадь озера составляет около 16,4 тыс. км<sup>2</sup>, что делает его самым крупным из озёр, целиком расположенных на территории Казахстана. Балхаш лежит на высоте 340 м над уровнем моря и имеет форму полумесяца. Его длина составляет 600 км, ширина изменяется от 9 до 19 км в восточной части, и до 74 км в западной. Полуостров Сарыесик, расположенный примерно посередине озера, гидрографически делит его на две сильно отличающиеся части. За-

<sup>1</sup> Казахстанское Агентство прикладной Экологии, г. Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup> КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан;

<sup>3</sup> Институт Географии РК, г. Алматы, Казахстан

падная часть (58 % общей площади озера и 46 % его объёма) относительно мелководная и почти пресная, а восточная имеет большую глубину и солёную воду. Через формируемый полуостровом пролив Узынарал (каз. *Ұзынарал* – «длинный остров») шириной 3,5 км вода из западной части перетекает в восточную. Глубина пролива составляет около 6 м. В восточной части озера выделяется самый древний и глубокий Бурлитобинский плес (глубиной до 24,6 м) [1, 3].

Котловина озера состоит из нескольких маленьких впадин. В западной части Балхаша имеются две впадины глубиной до 7...11 м — одна из них протянулась с западного побережья от острова Тасарал до мыса Коржынтубек, вторая тянется на юге от залива Бертис, который является самым глубоким местом западного Балхаша. Глубина впадины восточного Балхаша достигает 16 м, наибольшая глубина всей восточной части – 27 м [2]. Средняя глубина всего озера составляет 5,8 м, общий объём воды – около 112 км<sup>3</sup>. Длина озера составляет 614 км, средняя ширина 30 км. Площадь водосбора 413 тыс. км<sup>2</sup>, из них 113 тыс. км<sup>2</sup> или более 27 % приходится на территорию Синцзянь Уйгурского автономного района (СУАР) КНР [4].

**Материалы и методы.** Морфометрические характеристики оз. Балхаш впервые были определены в 1930-х годах с бортов рыболовецких баркасов. В процессе гидрографических работ использовали лотлинь (специальный груз на веревке с погрешностью измерения в 33 см или один фут). Определение местоположения производилось по привязке к береговым ориентирам и с помощью секстанта. Следует отметить, что ближе к середине акватории западного Балхаша присутствует эффект нахождения в море, так как берега остаются за горизонтом и определение местоположения судна по секстанту было единственно возможно в то время. Впоследствии, эти данные уточнялись в 1970 г. институтом «Гидропроект им. Жуко» (г. Ленинград), а в 1977 г. Шиваревой С.П. были введены поправки. В настоящее время батиграфическая и объёмная кривые, построенные по этим данным используются гидрометслужбой Казахстана и являются официальными.

В 2011...2015 годах институтом Географии Республики Казахстан (РК) были выполнены батиметрические работы на оз. Балхаш по уточнению морфометрических характеристик с применением каютного катера Quicksilver-640 с установленным эхолотом LOWRANCE HDS-10 – навигатор, где отражалось местоположение катера с указанием координат, курс судна, его скорость, глубина воды. Сама батиметрическая карта создана с

помощью таких программ, как: приложения ArcGIS 10.1, ArcCatalog, MS Excel 2007. На основании полученных данных была построена батиметрическая карта оз. Балхаш, представленная на рис. 1.

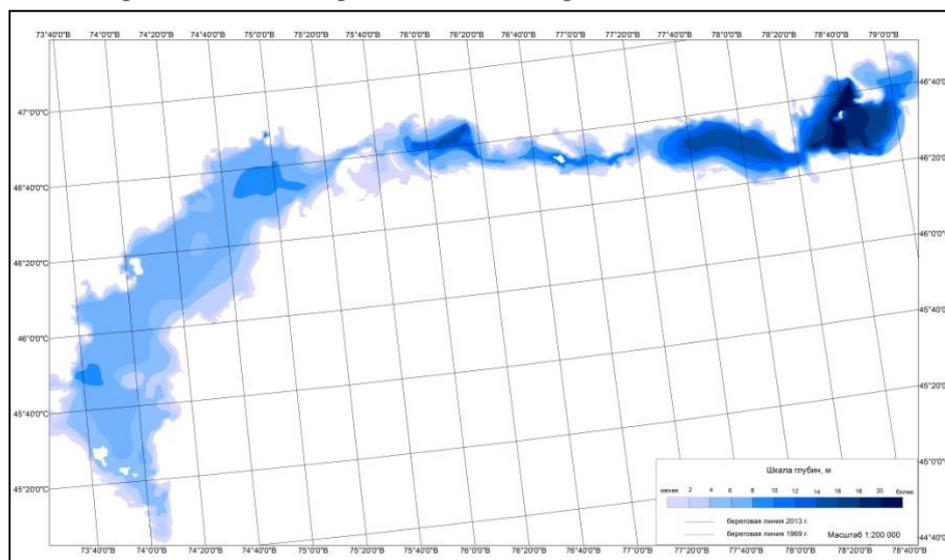


Рис. 1. Батиметрическая карта оз. Балхаш в масштабе 1: 200 000.

Нахождение координат батиграфической и объемных кривых определялось по общепринятой методике, где находятся площади полигонов, ограниченные изобатами 0...2 м; 2...4 м и т.д., вплоть до максимальной глубины 20...22 м. Объем воды между глубинами определяется согласно уравнению усеченного конуса. Результаты расчетов представлены на рис. 2 [5].

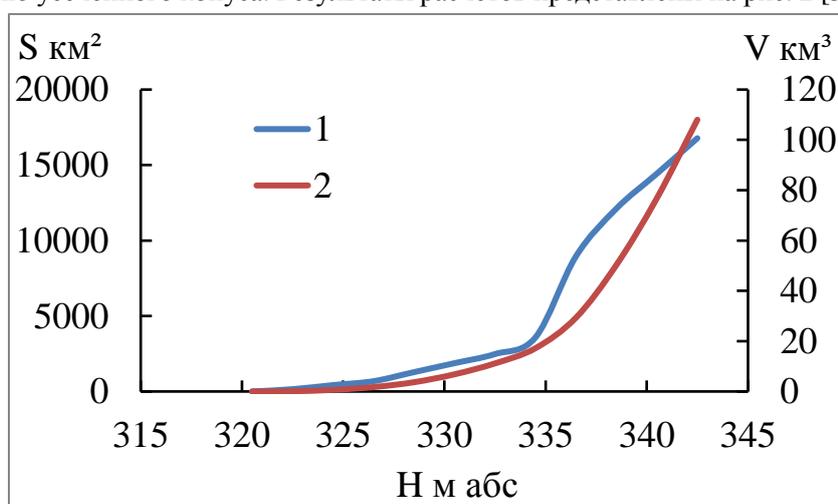


Рис. 2. Батиграфическая и объемная кривые оз. Балхаш, 2013 г.  
1 – площадь, 2 – объем.

В таблице приведены данные по площади и объему оз. Балхаш, полученные в различные периоды времени (Гидропроектом в 1970 году и Институтом географии в 2011...2015 гг.), как для всего озера, так и отдельно для его западной и восточной части, что обусловлено существенными различиями строения их котловин.

Таблица

Сравнение картометрических характеристик оз. Балхаш, полученных по результатам гидрографических работ, проводимых на акватории озера в разные периоды времени

Отметка м абс	Глубина, м	Гидропроект, 1970		Институт Географии, 2011...2015 гг. 100 %			
		площадь, км <sup>2</sup>	объем, км <sup>3</sup>	площадь, км <sup>2</sup>	отклонение от данных Гидропроекта, %	объем, км <sup>3</sup>	отклонение от данных Гидропроекта, %
<b>Западный Балхаш</b>							
336	6	3830	3,1	2645	44,8	2,56	22
338	4	6550	13,5	6015	8,9	10,8	25
339	3	7600	20,8	7612	0,2	24,4	14,8
340	2	8440	28,6	8413	0,3	36,2	21
341	1	9640	37,7	9077	6,2	44,9	16
342	0	10630	48,5	9679	9,8	54,3	10,7
<b>Восточный Балхаш</b>							
328	14	1250	4,8	983	27,16	2,72	76,4
330	12	1760	7,5	1580	11,4	5,26	42,6
332	10	2590	4,9	2178	18,9	9,00	45,6
334	8	3225	16,3	2807	14,5	13,97	16,7
336	6	3970	24,5	3624	9,5	20,4	20,1
338	4	4790	33,1	4540	5,5	28,5	16,1
339	3	5250	38,2	5155	1,9	38,2	0
340	2	5680	43,6	5522	2,9	46,1	5,4
341	1	6810	49,2	6053	12,5	51,9	5,2
342	0	7580	57,5	6642	14,1	58,3	1,37
<b>Все озеро</b>							
328	14	1250	4,8	983	27,16	2,7	76,4
330	12	1760	7,5	1580	11,4	5,2	42,6
332	10	2590	4,9	2179	18,9	9,0	45,5
334	8	3225	16,3	3032	6,4	14,1	15,0
336	6	7800	27,6	6270	24,4	23,0	20,0
338	4	11340	46,6	10556	7,4	39,3	18,6
339	3	12850	59	12768	0,6	62,6	5,8
340	2	14120	72,2	13935	1,32	82,3	12,3
341	1	16450	86,9	15130	8,72	96,9	10,3
342	0	18210	106	16321	11,5	112,6	5,8

В первом столбце таблицы показаны отметки уровня воды в озере в м абс. Отметка 342 показывает нулевую изобату, а отметка 328 показывает изобату озера с глубиной в 14 м.

Не вызывает сомнения тот факт, что использованная технология при гидрографических работах 2011...2015 гг., значительно точнее как при определении глубины в точке измерения, так и при определении ее местоположения на акватории озера, по сравнению с аналогичными инструментальными измерениями выполненными Гидропроектом в 1970 году. Так же не вызывает сомнения, что использование ГИС технологий при построении батиметрической карты оз. Балхаш, дали более точные результаты относительно ручных методов построения батиметрических карт и подсчета площадей и объемов воды, выполненными Гидропроектом в 1970 г.

Сравнивая приведенные в таблице значения площадей и объемов воды видим, что до глубины в 4 м, что соответствует уровню в 338 м абс, за редким исключением полученные в 1970 году и в 2011...2015 гг. лежат в пределах 10 % погрешности, что вполне допустимо. Измерение на малых глубинах с использованием лотлиния или Футштока (шеста с делениями на футы и дюймы) достаточно точны, так же, как и местоположение судна в пределах прямой видимости берега с привязкой к береговым ориентирам.

С увеличением глубины озера ожидаемо увеличиваются отклонения в значениях площади, которые достигают 44,8 % для западного Балхаша при 6 метровой изобате. Для восточной части Балхаша, как и для всего озера, наибольшие отклонения начинаются с 10 метровой изобаты и достигают максимума при 14 м изобате. Отклонения площади при 14 метровой изобате достигает 27,16 % при отклонении объема 76 %.

**Выводы.** Результаты сравнения картометрических характеристик оз. Балхаш, полученные в ходе гидрографических работ, проводимых на акватории озера в 1970 году и в 2011...2015 гг., так же как и их отличия, объясняются, в первую очередь, разностью использованных технологий. Так на мелководных частях озера, где инструментальные погрешности при определении значений глубин, а, так же, местоположения точек измерений незначительны мы имеем малые отклонения между значениями площадей и объемов воды. С ростом глубины, и соответственно удаления от береговой линии инструментальные погрешности при измерении глубин и местоположения точек измерения увеличиваются, следовательно, возрастают и отклонения.

Так же можно отметить, что значимых изменений в строении озерной котловины, более чем за 40 лет, не произошло. Отмечены незначи-

тельные изменения за счет образования песчаных баров в мелководных частях озера. Существенно увеличились камышовые заросли. Довольно значительно изменились морфометрические характеристики пролива Сарыесик. Если в 1984 г. свободная поверхность протоки составляла около 8 км в ширину, при максимальных глубинах до 2-х м, то по результатам съемки 2012 г., свободная от зарослей камыша ширина пролива составила 1,25 км, при этом максимальные глубины достигали 6 м. В 2012 г. в проливе Сарыесик было выполнено измерение на 3 разрезах. На разрезе в самой восточной части пролива, в начале его расширения, в подводном рельефе прослеживается три рукава. Если в период исследований 1984 г., выполненных в проливе кафедрой гидрологии суши КазГУ им. С.М. Кирова, переток воды в основном определялся скоростью и направлением ветра, то результаты наблюдений 2012 г. показали, что переток воды из западной части озера в восточную, осуществляется, в основном, за счет подпора воды в западной части озера [5].

Для построения карт более крупного масштаба, чем 1: 200000, потребуются дополнительные гидрографические работы, а так же гидродинамические исследования в протоке Узынарал при различных метеоусловиях над акваторией озера. Это необходимо для расчета перетока воды из западной части озера в восточную часть, что необходимо как для точного расчета водного баланса, так и для расчета переноса различных примесей.

Наиболее важным результатом данной работы является различие между значениями площадей водной поверхности озера при отметке уровня 342 м абс определенной в 1970 г. и равной 18 210 км<sup>2</sup> и полученной в 2011...2015 гг. и равной 16 321 км<sup>2</sup> (разница составляет 1889 км<sup>2</sup>). Так же важно определение различий между объемами воды озера определенной в 1970 г. и равной 106 км<sup>3</sup> и полученной в 2015 г. и равной 112, км<sup>3</sup> (разница составляет 6,6 км<sup>3</sup>), что отразится при расчете основных элементов водного баланса озера.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М., Достай Ж., Миркашимов И., Николаенко А., Турсунов Э. Современное экологическое состояние Иле-Балхашского бассейна – Алматы: ОО «OST – XX век», 2009 – 130 с.
2. Джуркашев Т.Н. Антропогенная история Балхаш-Алакольской впадины. – Алма-Ата: Наука, 1972. – 131 с.
3. Достай Ж.Д. Управление гидроэкосистемой бассейна озера Балкаш. – Алматы: 2009. – 235 с.

4. Турсунов А.А. От Арала до Лобнора / Гидроэкология бессточных бассейнов Центральной Азии – Алматы: ТОО «Верена», 2002. – 384 с.
5. Tursunov JA.A., Madibekov A.S., Bazhiyeva A.M. Balkhash lake bathymetric investigations results/6<sup>th</sup> IWA YWP European Water Professionals Conference «EAST meets WEST». 28-30 May 2014, Istanbul, Turkey – С. 339-343.

Поступила 16.09.2016

Геогр. ғылымд. канд.      Э.А. Турсунов  
Физ-мат. ғылымд. канд.    Д.Б. Нурсеитов  
   Д.К. Джалалов  
   Л.Ж. Альмагамбетова

#### **БАЛҚАШ КӨЛІ СУ АЙДЫНЫНДА 2011...2015 ЖЫЛДАРДА ЖҮРГІЗІЛГЕН ГИДРОГРАФИЯЛЫҚ ЖҰМЫС НӘТИЖЕЛЕРІ**

**Түйін сөздер:** нәтижелерді салыстыру, аудан, көлем, қазіргі батиметриялық карта

*Мақалада Балқаш көлінде 1970 және 2011...2015 жылдарда жүргізілген гидрографиялық жұмыстар сүреттеледі. Көлдің қазіргі батиметриялық картасы көрсетілген, көл қазанишүнқырының әртүрлі деңгейдегі толуының су көлемдерін және суайдын аудандарын салыстырулар келірілген. Көл суайдынында 2011...2015 жылдарда жүргізілген гидрографиялық жұмыс нәтижелерін басқа уақыт кезеңінде көлде жүргізілген ұқсас жұмыстармен салыстырулары берліген.*

Tursunov JA.A., Nurseitov D.B., Dzhalalov D.K., Al'magambetova L.ZH.

#### **THE RESULTS OF HYDROGRAPHIC WORKS IN THE BALKHASH LAKE'S WATER AREA IN 2011 ... 2015**

**Keywords:** comparison of the results, area, volume, modern bathymetric map

*The article describes the hydrographic work carried out on the lake in 1970 and 2011 ...2015, presented modern bathymetric chart of the lake, is a comparison of the water area and water volume of the lake. Balkhash at different levels of filling the basin of the lake as result of hydrographic work carried out on the waters of the lake in the 2011 ...2015 years, with the same work on the lake at different times.*