

Калидвожаҳо: комплекси энергетикӣ; сарчашмаҳои барқароршавандаи энергия; энергияи сабз; самаранокӣи энергия; энергиягунҷоӣи; энергиятаъминнамоӣ.

COMPREHENSIVE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES FOR ENERGY SUPPLY OF ENERGY TECHNOLOGICAL PROCESSES IN RURAL REGIONS

***Annotation:** This article proposes an innovative version of the energy complex, which considers the possibility of using four or more renewable energy sources, the design of which is recognized as an invention. It has been verified that the optimal amount of renewable energy sources used in the energy complex definitely depends on the characteristics of the renewable energy source (wind speed, duration of solar radiation and the angle of inclination of the sun's rays to the horizon, pressure and flow rate of water and the volume of biogas produced, etc.) and consumer power consumption energy system. The full life cycle of an energy source is analyzed by comparing different types of energy. Based on the analysis of the amount of generated and consumed electrical energy on the corresponding source of renewable energy, according to the readings on the touch liquid crystal display, the results of energy efficiency (the ratio of the amount of generated energy to the theoretical amount of energy generated, for example, per day, week) of one or another renewable energy source are presented. Cases of the need to make a decision to replace an inefficient source of renewable energy are identified (for example, if the energy efficiency of using a solar battery is higher than the energy efficiency of wind turbines, then a decision is made to increase the power of the solar battery (the number of solar panels increases) or vice versa). The energy complex developed by the authors for energy supply of energy technological processes (as a source of green energy) is recommended to be used as an autonomous source in remote mountainous areas where there is no centralized energy supply.*

***Keywords:** energy complex; renewable energy sources; green energy; energy efficiency; energy intensity; energy supply.*

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗ. БАЛКАШ

**Алимкулов С.К.¹, Мырзахметов А.Б.¹, Кулебаев К.М.¹,
Турсунова А.А.¹, Баспакова Г.Р.¹, Исакан Г.¹**

¹*Институт географии и водной безопасности МНВО Республики Казахстан,*

***Аннотация:** В данной статье приводятся результаты измерительных работ и батиметрической съемки, проведенные Институтом географии и водной безопасности по акватории озера Балкаш, проведен сравнительный анализ картометрических характеристик.*

***Ключевые слова:** морфометрические характеристики озера, экспедиционные исследования, измерительные работы, батиметрическая карта.*

Озеро Балкаш является бессточным полупресноводным озером в Балкаш-Алакольской котловине на юго-востоке Казахстана. Котловина входит в систему разломов Жетысу Алатау, в которых также расположены озёра Сасыкколь, Алаколь и озеро Эби-Нор. Эти озёра являются остатками древнего Ханхайского моря, некогда занимавшего всю Балкаш-Алакольскую впадину [2, 11]. Основной отличительной особенностью этих озер является исключительная мелководность и сложная морфометрия. Это связано с

общим генезисом озер, почти все они образовались за счет накопления речного стока на дне обширных котловин выдувания. Появление озера Балкаш связана с интенсивным выпадением атмосферных осадков в горных областях и таянием льдов последнего оледенения [9].

Основным источником озера является трансграничная река Иле, которая протекает на территории Китая и Казахстана. По данным [1, 6, 7, 11, 14] река Иле обеспечивает около 80 % притока, река Каратал 13 %, рек Лепсы 4 %, река Аксу 2 %, бассейн реки Аякоз 1 %.

Озеро Балкаш состоит из двух частей Западного и Восточного Балкаша, которые соединяется проливом Узынарал. Эти две части отличаются и по глубине, объему и минерализации воды [1, 8, 12, 13]. Котловина озера состоит из нескольких маленьких впадин. В западной части Балкаша 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 Бертыс, который является самым глубоким местом западного Балкаша. Глубина впадины восточного Балкаша достигает 16 м, наибольшая глубина всей восточной части – 23,5 м., средняя глубина всего озера составляет 5,8 м [15].

Первые гидрометрические работы на озере относятся к началу XX века. Они были организованы гидрометрической частью отдела улучшений при Министерстве земледелия в 1910 году на р.Иле в 12 км ниже пос. Илийское.

В 20 годах XX века экспедиционные исследования на озере проводились Среднеазиатским государственным университетом (1926-1927 гг.) и Управлением водного хозяйства НКЗ КазССР (1925-1926 гг.). В 1928-1931 гг. по заданию Комитета содействия Туркестано-Сибирской железной дороге работала комплексная научно-промысловая экспедиция Института рыбного хозяйства под руководством П.Ф. Домрачева [3-5]. Экспедицией были собраны обширные материалы о фауне, донных грунтах, термике, гидрохимическом режиме вод озера и др. Впервые построена батиметрическая карта озера в масштабе 1:300 000.

В 1930-1932 гг. для обоснования места строительства Балхашского медеплавильного завода и источников его водоснабжения на озере была проведена экспедиция ГГИ под руководством Б.П. Панова.

Большой вклад в изучение природных условий озера и его бассейна внесли Балхаш-Илийская гидрологическая и Илийская комплексная экспедиции АН КазССР в 1941-1944 гг. По результатам данных экспедиции была составлена более точная батиметрическая карта в масштабе 1:250 000, по которой были получены кривые зависимости от уровня озера площадей зеркала и объемов воды, а также по разработке Шнитникова А.В. руководитель экспедицией Юнусов Г.Р. составил водно-солевой баланс озера за 1911-1946 гг. и определили объем перетока воды из западной в восточную часть озера [16, 17].

В 1960-1963 гг. сектором географии АН КазССР (ныне Институт географии и водной безопасности РК) проводились батиметрические съемки котловины, изучение их морфометрии и динамики берегов.

В 1970 гг. Гидропроектом и в 1977 г. с поправками Чистяевой С.П. были уточнены морфометрические характеристики озера Балкаш. В 1981–1989 гг. на озере проводили исследования Государственный Гидрологический Институт (г. Санкт-Петербург), КазНУ им. аль-Фараби, Институт географии и водной безопасности НАН РК.

В 1984-1985 гг. кафедрой гидрологии суши КазНУ им. аль-Фараби (быв. КазГУ им. С. Кирова) были организованы экспедиционные работы для уточнения батиметрической карты озера Балкаш путем эхолотирования его водной толщи.

Исследования морфометрических характеристик оз. Балкаш в 1984–1985 годах проводились с судна «Гариф Мусин», являющимся рыболовецким траулером длиной 17,5 м, шириной 4 м и с осадкой 1,8 м, что не позволяло производить измерение глубин прибрежной мелководной части озера. Местоположение точек измерения определялись путем штурманской прокладки. По результатам работ были построены батиграфические и объемные кривые как озера в целом, так и отдельно его западной и восточной частей. По результатам работ была построена батиметрическая карта озера Балкаш масштаба 1:200 000.

В период с 2011 по 2023 гг. в разные года Институтом географии и водной безопасности были выполнены исследовательские работы на озере Балкаш по уточнению современных морфометрических характеристик, с применением каютного катера Quicksilver Weecend с малой осадкой, что позволяет производить исследования на мелководье. А также на катере поочередно были смонтированы эхолоты производства фирмы Lowrance HDS 12 live и «LMS-527сDF iGPS». Обе модели эхолотов оснащены 12-канальным GPS-приемником и по своим эксплуатационным и техническим характеристикам практически одинаковы. Питание эхолота осуществлялось за счет компактных 12-вольтовых аккумуляторных батарей. Рабочая частота излучателя звуковых волн эхолота была установлена равной 200 кГц. Частота обновления сигнала GPS-приемника 10 Гц. В измеренные эхолотом значения вводились поправки на глубину датчика эхолота.



Рисунок 1 – Полевые измерительные работы на озере Балкаш в 2023 г.

Неоднократные исследования акватории озера Балкаш, проводимые Институтом Географии и водной безопасности позволили нам проанализировать изменение параметров озера, в зависимости от изменения уровня воды озер. По результатам исследований были построены график зависимости (рисунок 2), батиметрическая карта (рисунок 3) и приведены основные картометрические характеристики озера (таблица 1). При уровне воды 342 м абс., площадь зеркала составляет 17005 км², а объем воды в озере 106 км³.

Таблица 1. Картометрические характеристики оз. Балкаш

| Н, м.абс | S, км² | V, км³ |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| 328 | 1025 | 2,71 |
| 329 | 1801 | 4,13 |
| 330 | 2188 | 6,12 |
| 331 | 2514 | 8,47 |
| 332 | 2818 | 11,1 |
| 333 | 3199 | 14,1 |
| 334 | 3685 | 17,6 |
| 335 | 4096 | 21,5 |

| | | |
|-----|-------|------|
| 336 | 5845 | 26,5 |
| 337 | 10317 | 34,6 |
| 338 | 12720 | 46,1 |
| 339 | 13943 | 59,4 |
| 340 | 14946 | 73,9 |
| 341 | 15926 | 89,2 |
| 342 | 17005 | 106 |

Примечание. Н — отметка уровня воды в озере (м абс.); S — площадь зеркала (км²); V — объем воды в озере (км³).

Для отметки уровня воды 341,75 м абс., при которой, производились измерения, получены следующие морфометрические характеристики озера Балкаш и его частей: максимальная глубина Восточного Балкаша – 21,0 м; максимальная глубина Западного Балкаша – 13,0 м; средняя глубина Восточного Балкаша – 8,56 м; средняя глубина Западного Балкаша – 4,33 м; средняя глубина всего озера – 6,06 м; площадь Восточного Балкаша – 6849 км²; площадь Западного Балкаша – 9887 км², площадь всего озера – 16737 км²; объем Восточного Балкаша – 58,6 км³; объем Западного Балкаша – 42,8 км³, объем всего озера – 101,4 км³

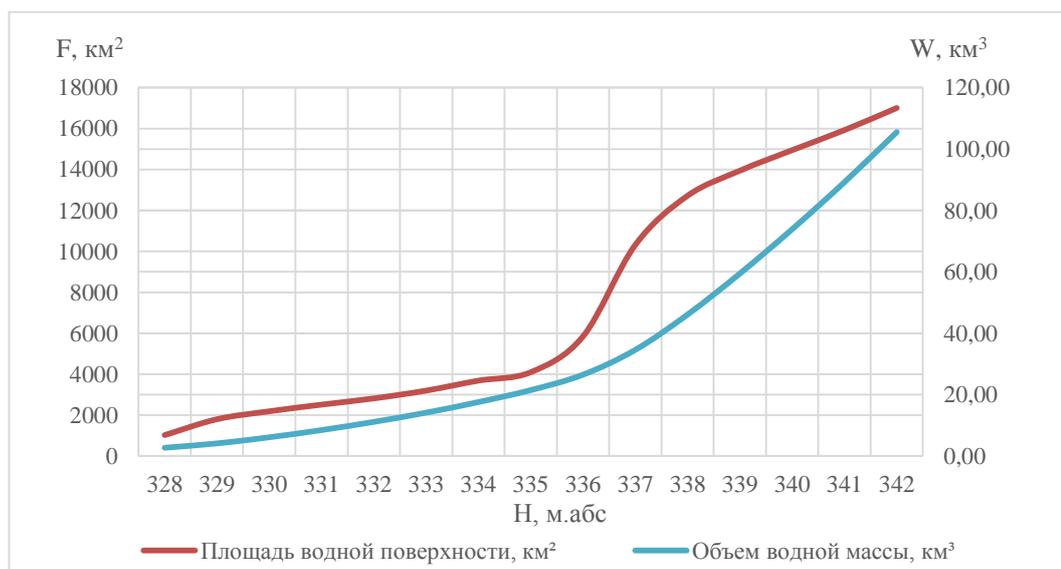


Рисунок 2. График зависимости параметров озера от уровня воды

Согласно рисунку 2 можно наблюдать прямую зависимость увеличения площади и соответственно объемов воды озера с повышением уровня воды в озера Балкаш.

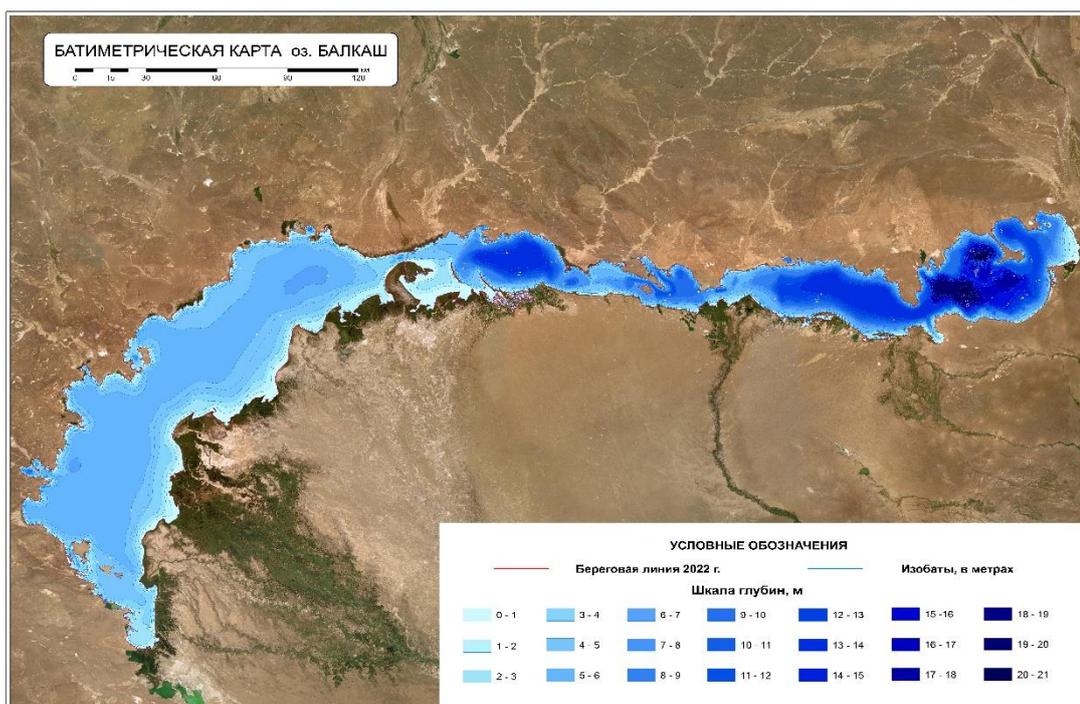


Рисунок 3. Батиметрическая карта оз. Балкаш по данным полевых работ 2022 г. с гидрологическим районированием согласно (П.Ф. Домрачеву)

Системный подход к изучению и оценке морфометрических характеристик с использованием современного оборудования позволяет не только достоверно и объективно оценить степень их изменений со временем, но и обосновать комплекс мероприятий, определить виды и объемы работ по детальному уточнению морфометрических характеристик котловины озера Балкаш в более крупном масштабе, с детализацией заливов и типичных прибрежных озер.

Благодарности. Исследование проводилось в рамках проекта AP19677869 «Гидрологические основы управления уровнем режимом озера Балкаш». Мы благодарны РГП «Казгидромет» за поддержку гидрометеорологическими данными.

Список литературы

1. Alimkulov S.K. Myrzakhmetov A., Dostai Z., Tursunova A., Sarsenova I. Level regime of Balkhash Lake as the indicator of the state of the environmental ecosystems of the region // Paddy and Water Environment, 2022. – № 20(3). – С. 315-323. DOI: 10.1007/s10333-022-00890-x;
2. Атлас Казахской ССР. Природные условия и ресурсы. – М., 1982. – Том 1. – 156 с.;
3. Домрачев П.Ф. О гидрологическом исследовании озера Балхаш в 1929 г. – Изв. ГГИ. – 1930. – Т. 31. – С. 118-121.;
4. Домрачев П.Ф. Окончание гидрологических работ Балхашской научно-промысловой экспедиции в 1931 году // Изв. ГГИ. – 1931. – Т. 38. – С. 42-49.;
5. Домрачев П.Ф. Материалы к физико-географическим характеристикам оз. Балхаш. – В кн.: Исследование озер СССР. – Л., 1933. – Вып. 4. – С.52-78.

6. Dostay Z., Alimkulov S.K. Myrzakhmetov A., Tursunova A. Modern hydrological status of the estuary of Ili River // Applied Water Science, 2012. – № 2. – P. 227-233. DOI: 10.1007/s13201-012-0034-5;
7. Duan W., Zou Sh., Chen Y., Li Zh., Fang G. Analysis of Water Level Changes in Lake Balkhash and Its Main Influencing Factors during 1879-2015 // Advances in Earth Science, 2021. – Vol. 36. – № 9. – С. 950-961;
8. Ивкина Н.И. Сгонно-нагонные колебания уровня воды на оз. Балхаш // Гидрометеорология и экология, 2011. – № 1. – С. 66-74;
9. История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал (серия: История озер СССР). – Л.: Наука. – 1991. – 304 с.;
10. Mischke S, Zhang CJ, Plessen B (2020) Lake Balkhash (Kazakhstan): Recent human impact and natural variability in the last 2900 years // J Great Lakes Res 46. – С. 267–276. DOI: 10.1016/j.jglr.2020.01.008;
11. Ресурсы поверхностных вод СССР: Центральный и Южный Казахстан. Бассейн озера Балхаш. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. – Том 13. – Вып. 2. – 645 с.;
12. Романова С.М., Казангапова Б. Озеро Балхаш – уникальная гидроэкологическая система. Алматы: ДООИВА-Братство, 2003. – 176 с.;
13. Романова С.М. Бессточные водоемы Казахстана. Т.1. Гидрохимический режим: учеб, пособие. – Алматы: Қазақ университеті, 2008. – 250 с.;
14. Sala R., Deom J.M., Aladin N.V., Plotnikov and I.S., Nurtazin S. Chapter 5. Geological History and Present Conditions of Lake Balkhash // Large Asian Lakes in a Changing World. Natural State and Human Impact. ISSN 2364-6934. ISBN 978-3-030-42253-0. – С. 143-175. DOI 10.1007/978-3-030-42254-7;
15. Турсунов Э.А., Мадиебеков А.С., Кулебаев К.М. Современные морфометрические характеристики оз. Балхаш // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета, 2014. – № 34. Гидрология. – С. 43-47.;
16. Юнусов Г.Р. гидрологический режим оз. Балхаш. – В кн.: II Всесоюз. Гидрол. Съезд. – Л.: 1959. – С. 192-200;
17. Юнусов Г.Р. Водный баланс озера Балхаш. – В кн.: Проблема водохозяйственного использования реки Или. – Алма-Ата. 1950. – С. 141-189.

ТАВСИФОТИ МОРФОМЕТРИИ КЎЛИ БАЛХАШ

Аннотация. Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои қорҳои андозагирӣ ва наворгирии батиметрӣ, ки аз ҷониби Институти география ва беҳатарии об дар акваторияи кӯли Балхаш гузаронида шудааст, оварда шуда, таҳлили муқоисавии тавсифоти харитакашӣ ва ченкунӣ гузаронида шудааст.

Калидвожаҳо: тавсифоти морфометрии кӯл, таҳқиқоти экспедитсионӣ, қорҳои андозагирӣ, харитаи батиметрӣ.

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF LAKE BALKHASH

Annotation: This article presents the results of measuring work and bathymetric survey carried out by the Institute of Geography and Water Security in the waters of Lake Balkhash, and a comparative analysis of cartometric characteristics is carried out