

ISSN 2957-9856 (Online)

ISSN 2957-8280 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІНІҢ ҒЫЛЫМ КОМИТЕТІ
«ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ СУ ҚАУІПСІЗДІГІ ИНСТИТУТЫ» АҚ

КОМИТЕТ НАУКИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ
И ВОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

SCIENCE COMMITTEE
OF THE MINISTRY OF EDUCATION
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC « INSTITUTE OF GEOGRAPHY
AND WATER SECURITY»

**ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ
СУ РЕСУРСТАРЫ**
◆
**ГЕОГРАФИЯ
И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ**
◆
**GEOGRAPHY
AND WATER RESOURCES**

2

**СӘУІР – МАУСЫМ 2022 ж.
АПРЕЛЬ – ИЮНЬ 2022 г.
APRIL – JUNE 2022**

**ЖУРНАЛ 2007 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 2007 ГОДА
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 2007**

**ЖЫЛЫНА 4 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR**

АЛМАТЫ

АЛМАТЫ

ALMATY

Бас редакторы
география ғылымының докторы, ҚР ҰҒА академигі **А. Р. Медеу**

Бас редактордың орынбасары:
география ғылымының кандидаты **С. К. Алимкулов**,
география ғылымының докторы **С. А. Тарихазер** (Әзірбайжан)

Редакция алқасы:
ҚР ҰҒА академигі, география ғылымының докторы **И. В. Северский**; докторы, климатологияның қауымдастырылған профессоры **М. Шахгеданова** (Ұлыбритания); Еуропа мен Азиядағы Халықаралық ғылым академиясының академигі (IASEA), докторы, профессоры **Цуи Вэйхун** (Қытай); география ғылымының докторы **О. Б. Мазбаев**; география ғылымының докторы **Ф. Ж. Акиянова**; география ғылымының докторы **Б. А. Красноярова** (Ресей); география ғылымының докторы **Д. Т. Чонтоев**; география ғылымының докторы **Н. А. Амиргалиев**; геология-минералогия ғылымдарының докторы **М. Қ. Абсаметов**; география ғылымының кандидаты **А. Л. Кокарев**; PhD докторы **А. С. Мадібеков**; геология-минералогия ғылымдарының кандидаты **Е. Ж. Муртазин**

Главный редактор
академик НАН РК, доктор географических наук **А. Р. Медеу**

Заместители главного редактора:
кандидат географических наук **С. К. Алимкулов**,
доктор географических наук **С. А. Тарихазер** (Азербайджан)

Редакционная коллегия:
академик НАН РК, доктор географических наук **И. В. Северский**; доктор, ассоциированный профессор климатологии **М. Шахгеданова** (Великобритания); академик Международной академии наук Европы и Азии (IASEA), доктор, профессор **Цуи Вэйхун** (Китай); доктор географических наук **О. Б. Мазбаев**; доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**; доктор географических наук **Б. А. Красноярова** (Россия); доктор географических наук **Д. Т. Чонтоев**; доктор географических наук **Н. А. Амиргалиев**; доктор геолого-минералогических наук **М. К. Абсаметов**; кандидат географических наук **А. Л. Кокарев**; доктор PhD **А. С. Мадібеков**; кандидат геолого-минералогических наук **Е. Ж. Муртазин**

Editor-in-Chief
Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **A. R. Medeu**

Deputy Editor-in-chief:
Candidate of Geographical Sciences **S. K. Alimkulov**,
Doctor of Geographical Sciences **S. A. Tarikhazer** (Azerbaijan)

Editorial Board:
Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **I. V. Severskiy**; Dr., Associate Professor in Climate Science **M. Shahgedanova** (UK); Academician of the International Academy of Sciences for Europe and Asia (IASEA), Doctor, Full professor **Cui Weihong** (China); Doctor of Geographical Sciences **O. B. Mazbayev**; Doctor of Geographical Sciences **F. Zh. Akiyanova**; Doctor of Geographical Sciences **B. A. Krasnoyarova** (Russia); Doctor of Geographical Sciences **D. T. Chontoev**; Doctor of Geographical Sciences **N. A. Amirgaliyev**; Doctor of Geological and Mineralogical Sciences **M. K. Absametov**; Candidate of Geographical Sciences **A. L. Kokarev**; Doctor PhD **A. S. Madibekov**; Candidate of Geological and Mineralogical Sciences **Ye. Zh. Murtazin**

«География и водные ресурсы»
ISSN 2957-9856 (Online), ISSN 2957-8280 (Print)

Собственник АО «Институт географии и водной безопасности»

Подписной индекс для юридических лиц: 24155

Свидетельство о регистрации издания № 8243-Ж от 5 апреля 2007 г. и перерегистрации № KZ48VPY0036995 от 23 июня 2021 г. выдано Комитетом информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99.
Тел.: +7(727)291-81-29, факс: +7(727)291-81-02

E-mail: journal.ingeo@gmail.com; ingeo@mail.kz
Сайт: <http://www.journal.ingeo.kz>

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-2-43-49.12>

УДК 556; 528.8

A. Ye. Mukhamedina¹, D. K. Abiyeva², K. M. Kulebayev³

¹Junior researcher in the geoinformation technologies center
(JSC “Institute of geography and water security”, Almaty, Kazakhstan)

²Cand. Sc. (Geography), acting director of the geoinformation technologies center
(JSC “Institute of geography and water security”, Almaty, Kazakhstan)

³Researcher in the water resources department
(JSC “Institute of geography and water security”, Almaty, Kazakhstan)

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL USE OF ICESat-2 DATA FOR BATHYMETRIC MAPPING OF SMALL LAKES OF KAZAKHSTAN

Abstract. Lake bathymetry is of great importance for water resources management and hydrological modeling. Bathymetric mapping of lakes was predominantly conducted with the use of highly-priced methods such as airborne lidars, active imaging sonars, multibeam echosounders. With the advancements in GIS and emergence of remotely sensed data new approaches for bathymetry extraction were developed. However, despite a high motivation to obtain bathymetric information for small lakes from remotely sensed data, there is a lack of reliable methods that can be implemented under various climate conditions and on a wide scale.

In this paper several remote-sensing-based methods for bathymetry mapping of small lakes are discussed. The new Ice, Cloud, and land Elevation Satellite-2 (ICESat-2) data was used to extract bathymetric information on three small lakes of Kazakhstan. The assessment of ICESat-2 for lake bathymetry extraction was conducted using field measurements as the validation data.

Keywords: lake bathymetry, Ice, Cloud, and Land Elevation Satellite-2 (ICESat-2), satellite altimetry data, synthetic aperture radar (SAR), remote sensing (RS), lakes of Kazakhstan.

Introduction. Despite the fact that lakes cover a small part of the Earth’s surface, they play a crucial role in runoff regulation, ecosystem functioning, wildlife preservation, and agricultural irrigation. Fresh-water lakes and reservoirs are of high importance in densely populated areas in arid or semiarid regions [1-3]. Mapping lake bathymetry is required for monitoring temporal changes of water bodies, studying lake processes, and as an input for hydrodynamic and water quality modeling [4]. Moreover, bathymetry data is also needed for calculating water balance which is a key component of water resources management [5].

Since bathymetry mapping of lakes with in situ measurements of water depth is a costly labor-intensive and time consuming task, several approaches of bathymetric information extraction have emerged recently [6]. These methods include bathymetry retrieval using synthetic aperture radar images (SAR), or optical satellite images.

Bathymetric data can be extracted from optical satellite images in two ways: empirical and physics-based methods. More precisely, both methods are based on the assumptions that the intensity of light is reduced exponentially with water depth. Empirical methods in contrast to physics-based require known water depth points to calculate unknowns. Physics-based methods can be applied without valid data, however they tend to be computationally intensive and difficult to implement, thus empirical methods serve as a convenient and practical approach for bathymetry extraction from optical satellite images [7]. It can be concluded that optical RS-based bathymetry (remote sensing, RS) has several drawbacks such as the existence of reliable water depth data. In addition, this method neglects possible deviations of

interpolated water depth values due to presumable uneven distribution of known water depth points or insufficient number of these points.

SAR bathymetry retrieval methods rely on linear wave theory and can be divided into two approaches: the first method is based on the presence of a current coupled with the presence of small-scale waves visible on a radar image; the second requires long swell waves interacting with the seafloor which in turn leads to the shoaling effect necessary for wavelength and wave height changes [8-9]. Since these waves cannot be detected on the surface of small lakes on publicly available radar images with a spatial resolution of 10 m (Sentinel-1), it is not viable to extract bathymetry data using SAR images.

ICESat-2 (Ice, Cloud, and Land Elevation Satellite-2) launched on September 15, 2018 can serve as a new instrument for facilitating bathymetry data extraction. ICESat-2 is equipped with ATLAS (Advanced Topographic Laser Altimeter System), a photon-counting lidar, which uses green lasers at a wavelength of 532 nm. ICESat-2 ATLAS is more sensitive than other full-waveform lidars and able to penetrate the water column up to 40 m in very clear water. ICESat-2 has a repeat cycle of 91 days; the distance between two different tracks can reach 3.3 km, and along-track distance is 0.7 m [10]. Although ICESat-2 satellite altimetry data has been mostly used for deriving bathymetry in the near shore zones, several research studies investigating lake bathymetry extraction were conducted: one which introduces new algorithm for calculating supraglacial lake bathymetry [11], and another research exploring bathymetry retrieval for shallow desert lakes [5]. Considering the results of the aforementioned studies it is possible to draw a conclusion that ICESat-2 data can be utilized for lake bathymetry extraction.

The objectives of this paper are: 1) to study the potential use of ICESat-2 ATLAS data for bathymetry extraction for small lakes of Kazakhstan, 2) to derive water depth points from ICESat-2 data for selected small lakes (the area of the lakes is between 0.9 and 10 km²), 3) to assess the reliability of the derived water depth points.

Materials and methodology. ICESat-2 ATL03 dataset which consists of height above the WGS 84 ellipsoid, latitude, longitude, and acquisition time of all photons was selected to study the possibility of using ICESat-2 altimeter data for lake bathymetry extraction [12]. ATL03 product is available for downloading on the OpenAltimetry platform which was created to explore, access and visualize data from ICESat and ICESat-2 (<https://openaltimetry.org/>).

Three test sites were chosen to analyze the possibility of bathymetry retrieval from ICESat-2 ATL03 (table 1). The test sites selection was based on such criteria as the presence of ICESat-2 transects over the lakes under clear-sky conditions, and fair visibility of the lake bottom. These sites consist of three lakes: Lake Korzhynkol (figure 1), Lake Sivkovo (figure 2), and Lake Temyrastau (figure 3).

Table 1 – Lakes selected for the bathymetry extraction from ICESat-2 ATL03

Lake	Geographic Coordinates of Center of Lake (WGS 84)	Height above the sea level (m)	Maximum Observed Depths (m)	Area (km ²)	Date of ICESat-2 Overpass
Korzhynkol	49° 26' 01.68125744" N, 82° 39' 19.12822846" E	842	17.9	1.61	2019-08-27
Sivkovo	55° 13' 18.79365319" N, 69° 06' 11.66325830" E	130	2.4	1.65	2019-10-01
Temyrastau	50° 43' 05.15321818" N, 69° 56' 28.47752333" E	321	1.0	4.82	2021-06-28

Field observations containing latitude, longitude and water depth collected using Lowrance HDS-12 Live active imaging sonar were used as the validation data to analyze ICESat-2 bathymetry data.

Lake bathymetry extraction workflow consists of several steps (figure 4). Firstly, extracted ICESat-2 altimetry data was filtered using DBSCAN (**Density-based spatial clustering of applications with noise**); outliers were excluded from the dataset. On the next step, the lake surface points and lake bottom points were identified manually. Thirdly, water surface elevation of the lake was interpolated; water depth points were calculated based on the difference between water surface elevation and lake bottom points.

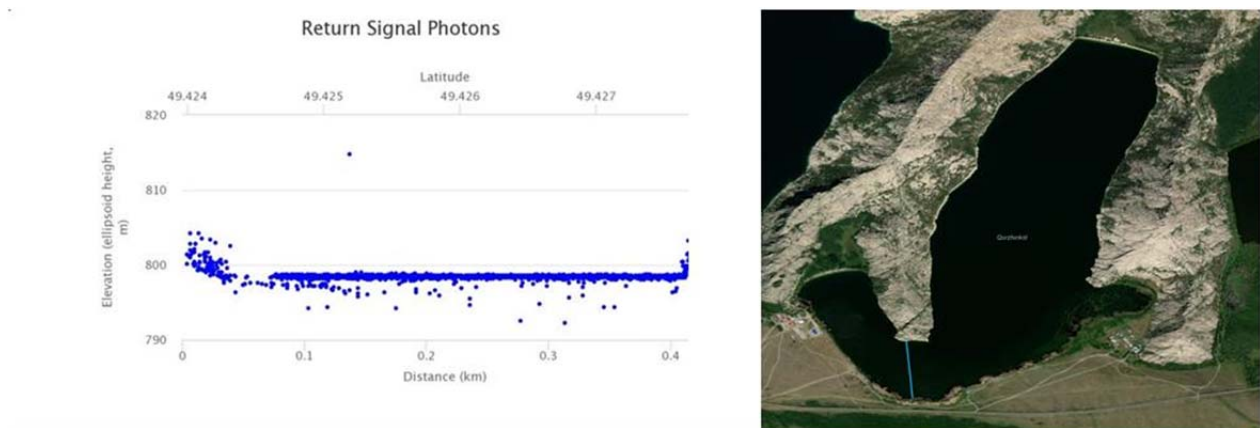


Figure 1 – Geolocated photon data for Lake Korzhynkol

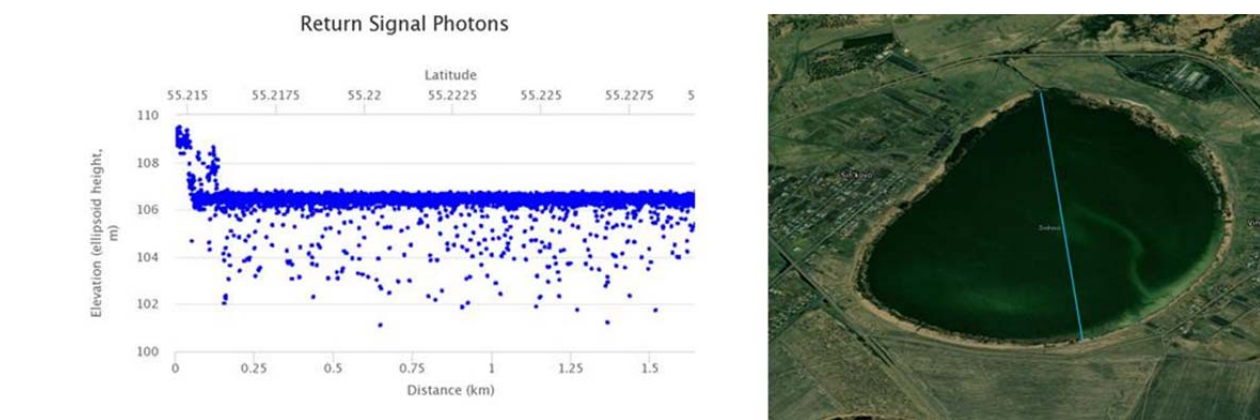


Figure 2 – Geolocated photon data for Lake Sivkovo

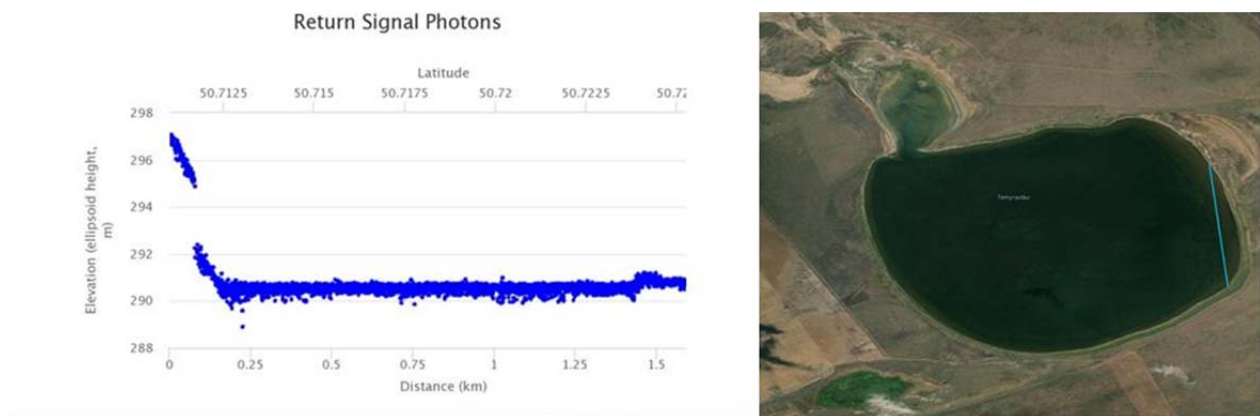


Figure 3 – Geolocated photon data for Lake Temyrastau

ICESat-2 data analysis consists of three processes. Field observation points were selected within a distance of 50 m from ICESat-2 water depth points. The bathymetry data derived from ICESat-2 was evaluated using selected field measurements using four quantitative statistics.

Results. ICESat-2 water depth points were checked against the extracted field observation points: Lake Korzhynkol – 4 out of 174, Lake Sivkovo – 11 out of 319, Lake Temyrastau – 5 out of 271 (figure 5). The assessment of the reliability of ICESat-2 altimetry data was carried out by calculating statistical indicators which are widely used for model validation (table 2). The following indicators were computed: MAE (mean absolute error), RMSE (root mean square error), PBIAS (percent bias), and NSE (Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient).

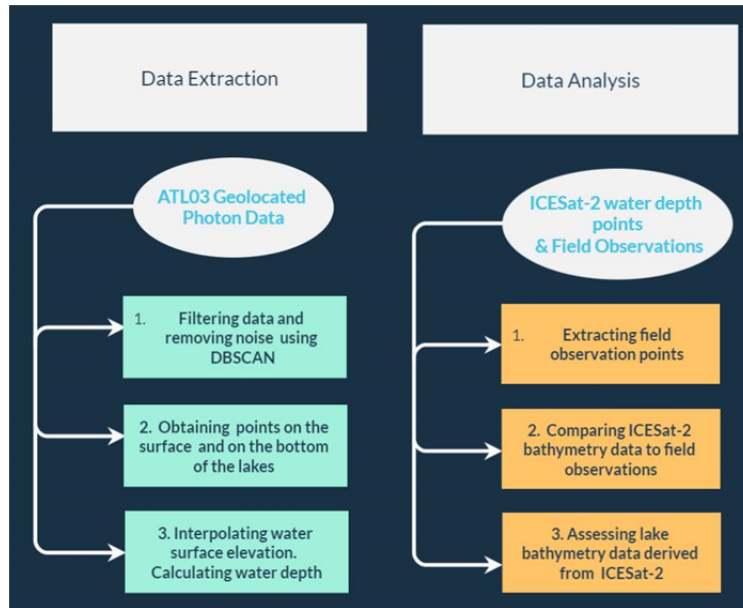


Figure 4 – Lake bathymetry data extraction and assessment using ICESat-2 ATL03 geolocated photon data

Table 2 – Data reliability assessment based on NSE, RMSE, PBIAS [13]

Performance rating	NSE	RMSE	PBIAS
Very good	$0.75 \leq NSE \leq 1.00$	$0.0 \leq RMSE \leq 0.5$	$ PBIAS < 10$
Good	$0.65 \leq NSE \leq 0.75$	$0.5 \leq RMSE \leq 0.6$	$10 \leq PBIAS \leq 15$
Satisfactory	$0.5 \leq NSE \leq 0.65$	$0.6 \leq RMSE \leq 0.7$	$15 \leq PBIAS \leq 25$
Unsatisfactory	$NSE < 0.5$	$RMSE > 0.7$	$ PBIAS > 25$

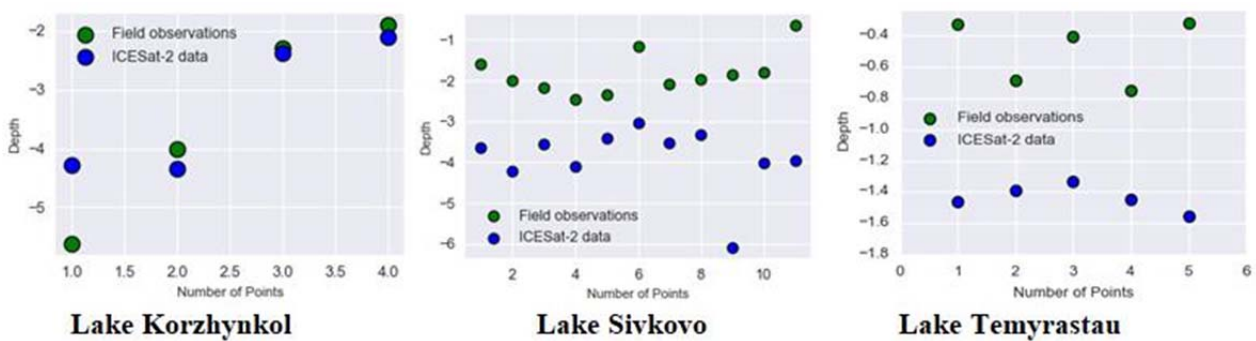


Figure 5 – Comparison of ICESat-2 lake bathymetry data and field measurements

According to the calculations shown in table 3, the ICESat-2 data for Lake Sivkovo and Lake Temyrastau cannot be considered as a reliable source of bathymetric data. The ICESat-2 bathymetry data for Korzhynkol Lake can be classified as data with a high level of reliability based on the NSE and PBIAS values. However, taking into account the RMSE value, this data is regarded as unsatisfactory (the criteria presented in table 2 were used to assess the data reliability).

Table 3 – Calculated statistical indicators for test sites [14]

Statistical indicators	Variables	Calculated values		
		Korzhyngkol	Sivkovo	Temyrastau
$MAE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_j - \hat{y}_j $	y_j – observed values \hat{y}_j – simulated values	0.499	2.069	0.940
$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$	y_j – observed values \hat{y}_j – simulated values	0.704	2.250	0.960
$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs})}$	Y_i^{obs} – observed values Y_i^{sim} – simulated values	5.023	113.210	188.120
$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - Q_m^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - \bar{Q}_o)^2}$	Q_o^t – observed values Q_m^t – simulated values Q_o – average of the observed values	0.770	-19.210	-26.180

Discussion and conclusion. The comparison between ICESat-2 data and field observations demonstrates that altimetry data collected under conditions of less cloudiness remains noisy despite being processed by filtering algorithm.

The differences in data reliability assessment of ICESat-2 ATL03 data extracted for three small lakes of Kazakhstan indicate that the transects over shallow small lakes situated on flat plains (Sivkovo and Temyrastau) contain more sources of noise and are not suitable for bathymetry retrieval, whereas transects over deeper small lakes located in mountainous regions are less prone to these issues.

Due to the lack of a sufficient number of transects along small lakes and the presence of high amount of noise in the extracted data, the use of ICESat-2 altimetry measurements to produce reliable lake bathymetry is currently not feasible. However, it can be stated that with the emergence of other altimetry missions with a more frequent monitoring of inland water surfaces the bathymetry mapping using RS data will be a more promising approach.

REFERENCES

- [1] Verpoorter C., Kutser T., Seekell D.A., Tranvik L.J. A global inventory of lakes based on high-resolution satellite imagery // *Geophys. Res. Lett.* 2014. Vol. 41, No. 18. P. 6396–6402. DOI: 10.1002/2014GL060641
- [2] Mizyed N.R. Challenges to treated wastewater reuse in arid and semi-arid areas // *Environ. Sci. Policy.* 2013. Vol. 25. P. 186-195. DOI: 10.1016/j.envsci.2012.10.016
- [3] Xu N., Ma Y., Zhou H., Zhang W., Zhang Z., Wang X.H. A Method to Derive Bathymetry for Dynamic Water Bodies Using ICESat-2 and GSWD Data Sets // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters.* 2020. Vol. 19. P. 1-5. DOI: 10.1109/LGRS.2020.3019396
- [4] Li Y., Gao H., Jasinski M.F., Zhang S., Stoll J.D. Deriving High-Resolution Reservoir Bathymetry From ICESat-2 Prototype Photon-Counting Lidar and Landsat Imagery // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.* 2019. Vol. 57, No. 10. P. 7883-7893. DOI: 10.1109/TGRS.2019.2917012
- [5] Armon M., Dente E., Shmilovitz Y., Mushkin A., Cohen T.J., Morin E., Enzel Y. Determining Bathymetry of Shallow and Ephemeral Desert Lakes Using Satellite Imagery and Altimetry // *Geophysical Research Letters.* 2020. Vol. 47, No. 7. P. 1-9. DOI: 10.1029/2020gl087367
- [6] Zhu S., Liu B., Wan W., Xie H., Fang Y., Chen X., Li H., Fang W., Zhang G., Tao M., Hong Y. A New Digital Lake Bathymetry Model Using the Step-Wise Water Recession Method to Generate 3D Lake Bathymetric Maps Based on DEMs // *Water.* 2019. Vol. 11, No. 6. P. 1151–1170. DOI: 10.3390/w11061151
- [7] Casal G., Harris P., Monteys X., Hedley J., Cahalane C., McCarthy T. Understanding satellite-derived bathymetry using Sentinel 2 imagery and spatial prediction models // *GIScience and Remote Sensing.* 2019. Vol. 57, No. 3. P. 271-286. DOI: 10.1080/15481603.2019.1685198
- [8] Bian X., Shao Y., Tian W., Zhang C. Estimation of Shallow Water Depth Using HJ-1C S-band SAR Data // *Journal of Navigation.* 2015. Vol. 69, No. 1. P. 113-126. DOI: 10.1017/s0373463315000454
- [9] Wiehle S., Pleskachevsky A., Gebhardt C. Automatic bathymetry retrieval from SAR images // *CEAS Space Journal.* 2019. Vol. 11, No. 1. P. 105-114. DOI: 10.1007/s12567-018-0234-4

[10] Parrish C.E., Magruder L.A., Neuenschwander A.L., Forfinski-Sarkozi N., Alonzo M., Jasinski M. Validation of ICESat-2 ATLAS Bathymetry and Analysis of ATLAS's Bathymetric Mapping Performance // Remote Sensing. 2019. Vol. 11, No. 14. P. 1634-1653. DOI: 10.3390/rs11141634

[11] Datta R.T., Wouters B. Supraglacial lake bathymetry automatically derived from ICESat-2 constraining lake depth estimates from multi-source satellite imagery // The Cryosphere. 2021. Vol. 15, No. 11. P. 5155-5132. DOI: 10.5194/tc-15-5115-2021

[12] Neumann T.A., Brenner A., Hancock D., Robbins J., Saba J., Harbeck K., Gibbons A., Lee J., Luthcke S.B., Rebold T. et al. ATLAS/ICESat-2 L2A Global Geolocated Photon Data, Version 5. [ATL03]. Boulder, Colorado USA. NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center. 2021. DOI: 10.5067/ATLAS/ATL03.005. [03.05.2022]

[13] Moriasi D.N., Arnold J.G., Van Liew M.W., Bingner R.L., Harmel R.D., Veith T.L. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations // Transactions of the ASABE. 2007. Vol. 50, No. 3. P. 885-900.

[14] Franz K.J., Hogue T.S. Evaluating uncertainty estimates in hydrologic models: borrowing measures from the forecast verification community // Hydrology and Earth Systems Sciences. 2011. Vol. 15, No. 11. P. 3367-3382. DOI: 10.5194/hess-15-3367-2011

А. Е. Мұхамедина¹, Д. К. Абиева², Қ. М. Кулебаев³

¹Геоақпараттық технологиялар орталығының кіші ғылыми қызметкері
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

²Геоақпараттық технологиялар орталығының директоры а.к., г.ғ.к.
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

³Су ресурстары зертханасының ғылыми қызметкері
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ШАҒЫН КӨЛДЕРІН БАТИМЕТРИЯЛЫҚ КАРТАҒА ТҮСІРУ ҮШІН ICESat-2 ДЕРЕКТЕРІН ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІГІН БАҒАЛАУ

Аннотация. Көлдердің батиметриясы су ресурстарын басқару мен гидрологиялық модельдеу саласында үлкен маңызға ие. Көлдерді батиметриялық картаға түсіру көбінесе борттық лидарлар, эхолоттар немесе сонарлар сияқты қымбат әдістерді қолдана отырып, жүзеге асырылды. ГАЖ дамуымен және қашықтықтан зондтау деректерінің пайда болуымен батиметриялық мәліметтерді алудың жаңа тәсілдері жасалды. Алайда, қашықтықтан зондтау деректері бойынша шағын көлдер үшін батиметриялық ақпарат алуға деген қызығушылықтың жоғары болуына қарамастан, үлкен аймақтар үшін және әртүрлі климаттық жағдайларда пайдалануға болатын сенімді әдістер әлі де жоқ.

Қашықтықтан зондтау деректері негізінде шағын көлдерді батиметриялық картаға түсірудің әртүрлі әдістері қарастырылады. Қазақстанның үш көлі бойынша батиметриялық ақпарат алу үшін, ICESat-2 жаңа спутнигінен деректері (мұз жамылғысы, бұлт жамылғысы және теңіз деңгейінен биіктікті бақылауға арналған спутник Ice, Cloud, and land Elevation Satellite-2) пайдаланылды. Көл батиметриясын алу үшін ICESat-2 бағалауда деректер сапасыны растау, далалық өлшеулерді пайдалана отырып жасалды.

Түйін сөздер: көл батиметриясы, мұз жамылғысы, бұлт жамылғысы және теңіз деңгейінен биіктікті бақылауға арналған спутник (Ice, Cloud, and land Elevation Satellite-2, ICESat-2), спутниктік альтиметрия деректері, синтезделген апертурасы бар радар (LCA), Жерді қашықтықтан зондтау (ЖКЗ), Қазақстан көлдері.

А. Е. Мухамедина¹, Д. К. Абиева², Қ. М. Кулебаев³

¹Младший научный сотрудник центра геоинформационных технологий
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

²К.г.н., и.о. директора центра геоинформационных технологий
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

³Научный сотрудник лаборатории водных ресурсов
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ICESat-2 ДЛЯ БАТИМЕТРИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ МАЛЫХ ОЗЕР КАЗАХСТАНА

Аннотация. Батиметрия озер имеет большое значение в сфере управления водными ресурсами и гидрологического моделирования. Батиметрическое картирование озер преимущественно проводится с использованием дорогостоящих методов – бортовых лидаров, эхолотов или сонаров. С развитием ГИС и появлением дистанционного зондирования были разработаны новые подходы к извлечению батиметрических

данных. Однако, несмотря на высокую заинтересованность в получении батиметрической информации для малых озер с помощью дистанционного зондирования, до сих пор отсутствуют надежные методы, которые можно было бы использовать при различных климатических условиях и для больших территорий.

Обсуждаются различные способы батиметрического картирования малых озер посредством дистанционного зондирования. Данные нового спутника ICESat-2 (спутник для наблюдения за ледяным покровом, облачным покровом и высотой над уровнем моря, Ice, Cloud and Land Elevation Satellite-2) были использованы для получения батиметрической информации по трем озерам Казахстана. Оценка ICESat-2 для извлечения батиметрии озер проводилась с применением полевых измерений в качестве данных для валидации.

Ключевые слова: батиметрия озера, спутник для наблюдения за ледяным покровом, облачным покровом и высотой над уровнем моря (Ice, Cloud and Land Elevation Satellite-2, ICESat-2), данные спутниковой альтиметрии, радар с синтезированной апертурой (LCA), дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), озера Казахстана.

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS
Гидрология – Гидрология – Hydrology

- Архипов Е.В., Пятова Г.А., Пятков Е.А.* О результатах гидрологических наблюдений на озерах государственного национального природного парка «Бурабай» за 2019-2020 годы..... 3
 (*Arkhipov Ye.V., Pyatova G.A., Pyatov Ye.A.* On the results of hydrological observations on the lakes of the State national natural park «Burabay» for 2019-2020)
- Арыстамбекова Д.Д., Сайлаубек А.М.* Жайық алабы өзендерінің көпжылдық мұздық режимінің өзгерісін бағалау..... 12
 (*Arystambekova D.D., Sailaubek A.M.* Assessment of changes in the long-term ice regime of the Zhaiyk river basin)

**Геоморфология және экзогендік үрдістер – Геоморфология и экзогенные процессы –
 Geomorphology and exogenous processes**

- Тарихазер С.А.* Геолого-геоморфологический анализ оползневых процессов в заповеднике «Гобустан» в целях туристско-рекреационной деятельности..... 19
 (*Tarikhazer S.A.* Geological and geomorphological analysis of landslide processes in the reserve «Gobustan» for the purpose of tourist and recreation activities)
- Tsereteli E., Bolashvili N., Gaprindashvili G., Gaprindashvili M.* Mudflow processes in Georgia..... 28
 (*Церетели Э., Болашвили Н., Гаприндашвили Г., Гаприндашвили М.* Селевые процессы в Грузии)
- Вейсов С.К., Хамраев Г.О.* Особенности проведения фитомелиоративных работ для защиты инженерных объектов от дефляционных процессов в пустыне Каракум..... 35
 (*Veisov S.K., Hamrayev G.O.* Features of phytomeliorative works to protect engineering facilities from deflation processes in the Karakum desert)

Геоақпараттық технологиялар – Геоинформационные технологии – Geoinformation technologies

- Mukhamedina A.Ye., Abiyeva D.K., Kulebayev K.M.* Assessment of the potential use of ICESat-2 data for bathymetric mapping of small lakes of Kazakhstan..... 43
 (*Мухамедина А.Е., Абиева Д.К., Кулебаев К.М.* Оценка возможности использования данных ICESat-2 для батиметрического картирования малых озер Казахстана)
- Хроника..... 50
 (Chronicle)

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

В журнале публикуются статьи, посвященные проблемным вопросам географической науки и геоэкологии, а также научные сообщения теоретического, методического, экспериментального и прикладного характера, тематические обзоры, критические статьи и рецензии, в том числе в виде писем в редакцию, библиографические сводки, хроника научной жизни. Тексты статей и других материалов могут предоставляться на казахском, русском или английском языках. Редакция принимает материалы в электронном виде, набранные в текстовом редакторе Microsoft Word, в сопровождении идентичной бумажной версии. Поля: верхнее и нижнее – 2,4 см, правое и левое – 2,2 см. Текст (шрифт «Times New Roman») дается в одну колонку через межстрочный интервал 1,0 и для него устанавливается автоматический перенос. Страницы нумеруются. Материал статьи (текст, включая аннотации на казахском, русском и английском языках, рисунки, таблицы, список литературы) оформляется одним файлом. Объем статьи со всеми структурными элементами не должен превышать 50 000 знаков с пробелами (до 12 стр.), других материалов – 20 000 знаков с пробелами (до 4 стр.).

Рукописи статей оформляются следующим образом: 1) УДК (выравнивание текста «левый край», кегль 10); 2) через один интервал инициалы и фамилии всех авторов через запятую (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «начинать с прописных», кегль 11; если авторов несколько, после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); 3) через один интервал – ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает, город, страна (выравнивание текста «по центру», кегль 10; если авторов несколько, сведения даются о каждом из них отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); 4) через один интервал – название статьи без переноса (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «все прописные», кегль 14); 5) через один интервал – аннотация из 5–10 предложений, объемом до 1200 знаков с пробелами (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (русс. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)») на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10); 6) через один интервал 5–7 ключевых слов (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»), сортированных по алфавиту, на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10).

Основной текст разбивается на структурные элементы: введение, постановка проблемы, методика исследований, источники данных, результаты исследований, обсуждение результатов, заключение (выводы), источник финансирования исследований (при необходимости), список литературы. Перед списком литературы может помещаться благодарность лицам и организациям, оказавшим помощь в написании статьи. Необщепринятые аббревиатуры должны расшифровываться в тексте при первом упоминании. Параметры текста: абзац «0,75 см», выравнивание «по ширине», регистр «как в предложениях», кегль 11.

Под заголовком «ЛИТЕРАТУРА» приводится список источников, на которые есть ссылки в тексте. Литература приводится сначала на языке оригинала, затем дублируется на английском языке «REFERENCES» (абзац «0,75 см», выравнивание «по ширине», регистр «как в предложениях», кегль 9). В тексте ссылки на номера списка даются в квадратных скобках. Запись каждой библиографической ссылки в списке начинается с ее порядкового номера в тексте: «[1] Петрова С.Н. Научно-исследовательская деятельность ...»). Список литературы оформляется по ГОСТ 7.1–2003 и тщательно выверяется автором. Транслитерация не допускается!

Далее следует резюме. Для статьи, предоставленной на *казахском языке*, требуются русский и английский переводы; на *русском языке* – казахский и английский переводы; на *английском языке* – казахский и русский переводы. Для авторов из зарубежья резюме на казахский язык переводится в редакции в соответствии с предоставленным на русском и английском языках. Структура двуязычных резюме: инициалы и фамилии всех авторов через запятую (после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает, город, страна (если авторов несколько, сведения даются отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); название статьи; аннотация, приведенная в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (рус. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)»); ключевые слова, приведенные в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»).

Таблицы набираются в формате Microsoft Word (не Microsoft Excel), кегль 9. В статье даются ссылки на все таблицы. Располагать их следует сразу после упоминания в тексте или на следующей странице. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Например, «Таблица 1 – Средний многолетний расход р. Жайык, м³/с». Размещать его следует над таблицей, без абзацного отступа (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Не допускается перенос части таблицы на следующую страницу. Большие таблицы допускается размещать на всю страницу с ориентацией «альбомная». Таблицы и графы в них должны иметь заголовки, сокращения слов не допускаются. Повторяющийся в разных строках графы таблицы текст из одного слова после первого написания допустимо заменять кавычками. Если он состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Рисунки должны быть выполнены в хорошем качестве, а их общее количество не превышать 5. Рисунки располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все надписи на рисунках должны хорошо читаться; по возможности их следует заменять буквами или цифрами, а необходимые пояснения давать в тексте или в подрисовочных подписях. В подрисовочной подписи необходимо четко отделить (новая строка) собственно название рисунка от объяснений к нему (экспликация). Подрисовочные подписи должны соответствовать тексту (но не повторять его) и изображениям. Например, «Рисунок 1 – Карта плотности населения в бассейне р. Жайык, чел. на 1 км²» (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Фотографии должны быть четкими, без дефектов. Все рисунки также предоставляют отдельными файлами: для растровых изображений – в формате JPEG/TIFF/PSD, для векторных – в совместимом с Corel Draw или Adobe Illustrator. Разрешение растровых изображений в оттенках серого и RGB цветах должно быть 300 dpi, чёрно-белых – 600 dpi. Рекомендуемые размеры: ширина – 85, 120–170 мм, высота – не более 230 мм. При необходимости файлы могут быть заархивированы, предпочтительно в форматах ZIP или ARJ.

Математические обозначения и формулы нужно набирать в Microsoft equation и размещать в тексте отдельных строках, нумеруя только те, на которые есть ссылки в тексте. Русские и греческие буквы в формулах и статьях, а также математические символы и химические элементы набираются прямым шрифтом, латинские буквы – курсивом.

К статье следует приложить: 1) сопроводительное письмо; 2) рецензию на 1 стр.; 3) экспертное заключение об отсутствии секретных сведений в публикации, выданное организацией, в которой выполнена работа (в особых случаях возможно составление в редакции после внутреннего рецензирования); для нерезидентов Республики Казахстан экспертное заключение не требуется; 4) краткое заключение лаборатории (кафедры, отдела и др.), где выполнена представленная к публикации работа; 5) сведения о каждом авторе: ФИО (полностью), ученые степень и звание, должность и место работы, контактные E-mail, телефоны, факс.

Сданные в редакцию материалы авторам не возвращаются. Не соответствующие требованиям статьи не рассматриваются. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

Все материалы проходят внутреннее и внешнее рецензирование. Редакция просит авторов отмечать все изменения, внесенные в статью после исправления или доработки текста по замечаниям рецензента (напримр, цветом). При работе над рукописью редакция вправе ее сократить. В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. За достоверность приведенных в статье научных фактов полную ответственность несет автор (авторы в равной мере, если их несколько).

Адрес редакции журнала «География и водные ресурсы»:

Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99,

АО «Институт географии и водной безопасности».

Тел.: +7(727)2918129 (приемная); факс: +7(727)2918102

E-mail: ingeo@mail.kz и journal.ingeo@gmail.com

Сайт: <http://www.journal.ingeo.kz>

Ғылыми жарияланымдардың этикасы

«География мен су ресурстары» журналының редакциялық алқасы халықаралық қоғамдастық қабылдаған жариялау этикасының қағидаттарын ұстанады, сондай-ақ беделді халықаралық журналдар мен баспалардың құнды тәжірибесін ескереді.

Баспа қызметіндегі жосықсыз тәжірибені болдырмау мақсатында (плагиат, жалған ақпаратты ұсыну және т.б.) және ғылыми жарияланымдардың жоғары сапасын қамтамасыз ету, автордың алған ғылыми нәтижелерін жұртшылықпен таныстыру мақсатында редакциялық кеңестің әрбір мүшесі, автор, рецензент, сондай-ақ баспа барысында қатысатын мекемелер этикалық стандарттарды, нормалар мен ережелерді сақтауға және олардың бұзылуын болдырмау үшін барлық іс-шараларды қабылдауға міндетті. Осы процеске қатысушылардың барлығының ғылыми жарияланым этикасы ережелерін сақтау авторлардың зияткерлік меншік құқықтарын қамтамасыз етуге, басылым сапасын арттыруға және авторлық ақпараттарды, жеке тұлғалардың мүддесі үшін заңсыз пайдалану мүмкіндігін болдырмауға ықпал етеді.

Редакцияға келіп түскен барлық ғылыми мақалалар міндетті түрде екі жақты шолудан өтеді. Журнал редакциясы мақаланың журнал бейініне, ресімдеу талаптарына сәйкестігін белгілейді және қолжазбаның ғылыми құндылығын айқындайтын және мақала тақырыбына неғұрлым жақын ғылыми мамандандырулары бар екі тәуелсіз рецензент – мамандарды тағайындайтын журналдың жауапты хатшысының бірінші қарауына жібереді. Мақалаларды рецензиялауды редакциялық кеңес және редакциялық алқа мүшелері, сондай-ақ басқа елдердің шақырылған рецензенттері жүзеге асырады. Мақалаға сараптама жүргізу үшін бел-гілі бір рецензентті таңдау туралы шешімді Бас редактор қабылдайды. Рецензиялау мерзімі 2-4 аптаны құрайды, бірақ рецензенттің өтініші бойынша ол ұзартылуы мүмкін.

Редакция мен рецензент қарауға жіберілген жарияланбаған материалдардың құпиялылығын сақтауға кепілдік береді. Жариялау туралы шешімді журналдың редакциялық алқасы рецензиялаудан кейін қабылдайды. Қажет болған жағдайда қолжазба авторларға рецензенттер мен редакторлардың ескертулері бойынша жөндеуге жіберіледі, содан кейін ол қайта рецензияланады. Редакция этика ережелерін бұзған жағдайда мақаланы жариялаудан бас тартуға құқылы. Егер ақпаратты плагиат деп санауға жеткілікті негіз болса, жауапты редактор жариялауға жол бермеуі керек.

Авторлар редакцияға ұсынылған материалдардың жаңа, бұрын жарияланбаған және түпнұсқа екендігіне кепілдік береді. Авторлар ғылыми нәтижелердің сенімділігі мен маңыздылығына, сондай-ақ ғылыми этика қағидаттарын сақтауға, атап айтқанда, ғылыми этиканы бұзу фактілеріне жол бермеуге (ғылыми деректерді тұжырымдау, зерттеу деректерін бұрмалауға әкелетін бұрмалау, плагиат және жалған тең авторлық, қайталау, басқа адамдардың нәтижелерін иемдену және т. б.) жауапты болады.

Мақаланы редакцияға жіберу авторлардың мақаланы (түпнұсқада немесе басқа тілдерге немесе басқа тілдерге аударылған) басқа журналға (журналдарға) бермегенін және бұл материал бұрын жарияланбағанын білдіреді. Әйтпесе, мақала авторларға авторлық құқықты бұзғаны үшін мақаланы қабылдамау туралы ұсыныспен дереу қайтарылады. Басқа автор жұмысының 10 пайызынан астамын оның авторлығын және дереккөзге сілтемесіз сөзбе-сөз көшіруге жол берілмейді. Алынған көріністер немесе мәлімдемелер автор мен бастапқы көзді міндетті түрде көрсете отырып жасалуы керек. Шамадан тыс көшіру, сондай-ақ кез-келген нысандағы плагиат, оның ішінде рәсімделмеген дәйексөздер, өзгерту немесе басқа адамдардың зерттеулерінің нәтижелеріне құқықтар иемдену этикалық емес және қолайсыз. Зерттеу барысына қандай да бір түрде әсер еткен барлық адамдардың үлесін мойындау қажет, атап айтқанда, мақалада зерттеу жүргізу кезінде маңызды болған жұмыстарға сілтемелер ұсынылуы керек. Қосалқы авторлардың арасында зерттеу-ге қатыспаған адамдарды көрсету болмайды.

Егер жұмыста қате табылса, редакторға тез арада хабарлау керек және бірге түзету туралы шешім қабылдау керек.

Қолжазбаны жариялаудан бас тарту туралы шешім рецензенттердің ұсынымдарына сәйкес редакциялық алқа отырысында қабылданады. Редакциялық алқаның шешімімен жариялауға ұсынылмаған мақала қайта қарауға қабылданбайды. Жариялаудан бас тарту туралы хабарлама авторға электрондық пошта арқылы жіберіледі.

Редакциялық алқа мақаланы жариялауға жіберу туралы шешім қабылдағаннан кейін редакция бұл туралы авторға хабарлайды және жариялау мерзімін көрсетеді.

Этика научных публикаций

Редакционная коллегия журнала «География и водные ресурсы» придерживается принятых международным сообществом принципов публикационной этики, а также учитывает ценный опыт авторитетных международных журналов и издательств.

Во избежание недобросовестной практики в публикационной деятельности (плагиат, изложение недостоверных сведений и др.) и в целях обеспечения высокого качества научных публикаций, признания общественностью полученных автором научных результатов каждый член редакционного совета, автор, рецензент, а также учреждения, участвующие в издательском процессе, обязаны соблюдать этические стандарты, нормы и правила и принимать все меры для предотвращения их нарушений. Соблюдение правил этики научных публикаций всеми участниками этого процесса способствует обеспечению прав авторов на интеллектуальную собственность, повышению качества издания и исключению возможности неправомерного использования авторских материалов в интересах отдельных лиц.

Все научные статьи, поступающие в редакцию, подлежат обязательному двойному слепому рецензированию. Редакция Журнала (ответственный секретарь Журнала) устанавливает соответствие статьи профилю Журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на первое рассмотрение, определяет научную ценность рукописи и назначает двух независимых рецензентов – специалистов, имеющих наиболее близкие к теме статьи научные специализации. Рецензирование статей осуществляется членами редакционной коллегии, а также приглашенными рецензентами из других стран. Решение о выборе того или иного рецензента для проведения экспертизы статьи принимает главный редактор. Срок рецензирования составляет 2-4 недели, но по просьбе рецензента он может быть продлен.

Редакция и рецензент гарантируют сохранение конфиденциальности не опубликованных материалов. Решение о публикации принимается редакционной коллегией Журнала после рецензирования. В случае необходимости рукопись направляется авторам на доработку по замечаниям рецензентов и редакторов, затем она повторно рецензируется. Редакция оставляет за собой право отклонить публикацию статьи в случае нарушения правил этики. Ответственный редактор не должен допускать к публикации информацию, если имеется достаточно оснований полагать, что она является плагиатом.

Авторы гарантируют, что представленные в редакцию материалы являются новыми, ранее не опубликованными и оригинальными. Они несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов, а также соблюдение принципов научной этики, в частности недопущение фактов нарушения научной этики (фабрикация научных данных, фальсификация, ведущая к искажению исследовательских данных, плагиат и ложное соавторство, дублирование, присвоение чужих результатов и др.).

Направляя статьи в редакцию, авторы подтверждают, что данная статья не была ранее опубликована и не передавалась в другой журнал(ы) как в оригинале, так и в переводе на другие языки или с других языков. В противном случае статья немедленно возвращается авторам с рекомендацией отклонить статью за нарушение авторских прав. Не допускается дословное цитирование работы другого автора без указания его авторства и ссылок на источник. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Чрезмерные заимствования, а также плагиат в любых формах, включая неоформленные цитаты, перефразирование, перевод или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы. Необходимо признавать вклад всех лиц, так или иначе повлиявших на ход исследования. В частности, в статье должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования. Среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании. Если обнаружена ошибка в работе после подачи статьи, необходимо срочно уведомить редактора и вместе принять решение об исправлении.

Решение об отказе в публикации рукописи принимается редакционной коллегией в соответствии с рекомендациями рецензентов. Статья, не рекомендованная решением редакционной коллегии к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Сообщение об отказе в публикации направляется автору по электронной почте.

После принятия редколлегией Журнала решения о допуске статьи к публикации редакция информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

Ethics of scientific publications

In order to avoid unfair practices in publishing activities (plagiarism, presentation of false information, etc.) and in order to ensure the high quality of scientific publications, public recognition of the scientific results obtained by the author, each member of the editorial board, author, reviewer, as well as institutions involved in the publishing process, must comply with ethical standards, rules and regulations and take all measures to prevent their violations. Compliance with the rules of ethics of scientific publications by all participants in this process contributes to ensuring the rights of authors to intellectual property, improving the quality of the publication, and excluding the possibility of illegal use of copyright materials in the interests of individuals.

All scientific articles submitted to the editorial office are subject to mandatory double-blind review. The editorial board of the Journal (Responsible secretary) establishes the correspondence of the article to the profile of the Journal, the requirements for registration and sends it for the first consideration, determines the scientific value of the manuscript and appoints two independent reviewers - specialists who have scientific specializations closest to the topic of the article. Reviewing of articles is carried out by members of the editorial board, as well as invited reviewers from other countries. The decision on choosing a reviewer for the examination of the article is made by the editor-in-chief. The review period is 2-4 weeks, but it can be extended at the request of the reviewer.

The editorial board and the reviewer guarantee the confidentiality of unpublished materials. The decision on publication is made by the editorial board of the Journal after reviewing. The manuscript is sent to the authors for revision based on the comments of reviewers and editors if necessary. After which, it is re-reviewed. The editors reserve the right to reject the publication of an article in case of a violation of the rules of ethics. The executive editor should not allow information to be published if there are sufficient grounds to believe that it is plagiarism.

The authors guarantee that the submitted materials to the editorial office are new, previously unpublished, and original. Authors are responsible for the reliability and significance of scientific results, as well as adherence to the principles of scientific ethics, in particular, the prevention of violations of scientific ethics (fabrication of scientific data, falsification leading to distortion of research data, plagiarism, and false co-authorship, duplication, appropriation of other people's results, etc.).

The submission of an article to the Editorial Board means that the authors did not transmit the article (in original or translation into other languages or from other languages) to another journal (s), and this material has not been previously published. Otherwise, the article is immediately returned to the authors with a recommendation to reject the article for copyright infringement. Verbatim quoting of the work of another author is not allowed without indicating his authorship and references to the source. Borrowed fragments or statements must be made with the obligatory indication of the author and the source. Excessive borrowing as well as plagiarism in any form, including unofficial quotations, paraphrasing, or appropriation of rights to the results of other people's research, is unethical and unacceptable. It is necessary to recognize the contribution of all persons, who in one way or another influenced the course of the research. In particular, the article, should contain references to works that were of importance in the conduct of the research. Among the co-authors, it is inadmissible to indicate persons who did not participate in the study.

If an error is found in work, it is necessary to notify the editor and together make a decision on the correction.

The decision to refuse publication of the manuscript is made at a meeting of the editorial board by the recommendations of the reviewers. An article not recommended for publication by the decision of the editorial board is not accepted for reconsideration. The refusal to publish is sent to the author by e-mail.

After the editorial board of the Journal decides on the admission of the article for publication, the editorial board informs the author about it and indicates the terms of publication.

Журналдың жауапты хатшысы –
ғылыми қызметкер **О. В. Радуснова**

Ответственный секретарь журнала –
научный сотрудник **О. В. Радуснова**

Responsible Secretary of the Journal –
Researcher **O. V. Radusnova**

Редакторы *Т. Н. Кривобокова*
Компьютерлік беттеген
Д. Н. Калкабекова

Редактор *Т. Н. Кривобокова*
Верстка на компьютере
Д. Н. Калкабековой

Editor *T. N. Krivobokova*
Makeup on the computer of
D. N. Kalkabekova

Басуға 15.09.2022 қол қойылды.
Пішіні 60x88¹/₈. Офсеттік басылым.
Баспа – ризограф. 3,7 п.л.
Таралымы 300 дана.

Подписано в печать 15.09.2022.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная.
Печать – ризограф. 3,7 п.л.
Тираж 300.

Passed for printing on 15.09.2022.
Format 60x88¹/₈. Offset paper.
Printing – risograph. 3,7 pp.
Number of printed copies 300.

* * *

«Нурай Принт Сервис» ЖШС
баспаханасында басылып шықты
050026, Алматы қ., Мұратбаев көшесі
75, оф.3. Тел.: +7(727)234-17-02

* * *

Отпечатано в типографии
ОО «Нурай Принт Сервис»
050026, г. Алматы,
ул. Мұратбаева, 75, оф. 3.
Тел.: +7(727)234-17-02

* * *

Printed in the publishing house
of the LLP «Nurai Print Service»
050026, Almaty, Muratbaev str., 75,
off. 3. Tel.: +7(727)234-17-02