

ISSN 2957-9856 (Online)
ISSN 2957-8280 (Print)

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

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

SCIENCE COMMITTEE
OF THE MINISTRY OF SCIENCE AND
HIGHER 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**

3

**ШІЛДЕ – ҚЫРКҮЙЕК 2022 ж.
ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2022 г.
JULY – SEPTEMBER 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 **И. Б. Скоринцева**,
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 **И. Б. Скоринцева**,
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 **I. B. Skorintseva**,
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
Сайт: <http://www.ojs.ingeo.kz>

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-3-3-14.13>

УДК 551.324; 551.583

M. A. Petrov¹, G. E. Glazirin², I. G. Tomashevskaya³,
A. A. Tikhanovskaya⁴, T. Yu. Sabitov⁵

¹ Candidate of geol.-min. sciences, Senior Researcher, Head of the Center of Glacial Geology
(Institute of Geology and Geophysics, Goskomgeology, Tashkent, Uzbekistan)

² Doctor of Geographical Sciences, Professor
(Institute of Geology and Geophysics, Goskomgeology, Tashkent, Uzbekistan)

³ Candidate of geographical sciences, Senior researcher
(Institute of Geology and Geophysics, Goskomgeology, Tashkent, Uzbekistan)

⁴ Senior Researcher (Institute of Geology and Geophysics, Goskomgeology, Tashkent, Uzbekistan)

⁵ Candidate of geographical sciences, Associate Professor
(M. Ulugbek National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan)

INFLUENCE OF THE MODERN CLIMATIC SETTING IN THE MOUNTAINS OF CENTRAL ASIA ON THE STATE OF GLACIATION, GLACIER RUNOFF AND GLACIAL LAKE OUTBURSTS

Abstract. The climatic setting of Central Asia in the second half of the 20th century and in the first decade of the 21st century is characterized by a change of horizontal and vertical temperature gradients at the western periphery of the Central Asian mountain system. The growth of summer air temperatures led to the decrease of mountain glaciations. In the last 45 years the glaciers in selected catchments of Gissar-Alay lost about 16% in area while the glaciers of the Pskem river catchment lost 27% in area. The river regimes, primarily the annual distribution of runoff react to the glacier decrease. The share of glacial runoff is over 25% in years with little precipitation, while it considerably decreases in years with abundant precipitation. One of the negative consequences of the glacier decrease is the formation of lakes in the periglacial area. The state of glacial lakes should be monitored, because they may pose outburst debris flow hazard.

Keywords: Climate change, change in glacial runoff, formation of glacial lakes, reduction of glaciation in Central Asia.

Introduction. Climate is one of the main factors forming water resources of areas including river runoff, glaciers and lakes, which in turn determine activity of such a negative natural phenomena as landslides and glacial mudflows. Present time climate change is evident worldwide. The purpose of this work is to assess this change for the Central Asia territory and particularly for the basin of Pskem River, right tributary of Chirchik river, which belongs to the Western Tian-Shian Mountain system. It is necessary to emphasize that Pskem River basin is politically and economically important region of Uzbekistan Republic.

The first catalogue of the Central Asian glaciers was based on the data for the year 1930 and included 1223 glaciers (45 from them belonged to the Pskem River basin) with the variation of the low boundary from 3058 m up to 3942 m [Korzhenevskiy, 1930]. The results of glaciological investigations for the years 1930-1957 and data obtained during International geophysical year (IGY, 1957-1959 years) were summarized in multivolume publication "Catalogue of the glaciers of USSR". One of its volumes is dedicated to the Pskem River basin. At the time of the catalogue publication the number of glaciers in the

1. Climate characteristics. Annual air temperature and precipitation. Long-term changes of meteorological values (mean summer air temperature and annual precipitation for the altitude over 1500 m a.s.l.) were analyzed for unbiased assessment of regional climate change in the area of Central Asia [4Glazirin G.E., Gavrilenko N.N., 2013]. It became apparent that horizontal and vertical temperature gradients change in time on the western periphery of the Central Asian mountain system. Winter temperature rises much faster than summer one in the area of Central Asia, whereas annual precipitation do not change, or rise negligibly. Average change of annual precipitation for all the stations is associated with change of summer air temperature: the air temperature decreases when precipitation amount increases. Rise of precipitation trend was observed for all the altitudes west-to-east (figure 2) [5 Spectorman T.Yu., Petrova E.V., 2007].

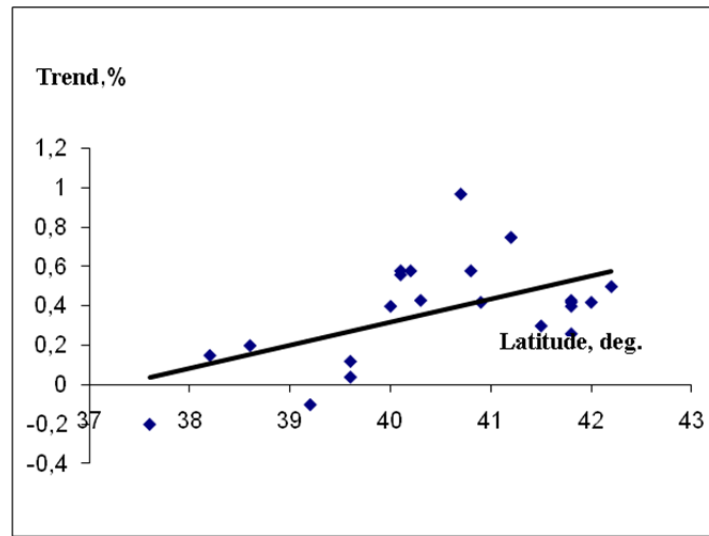


Figure 2 – Dependence of relative linear trends of annual precipitation on altitudinal situation of the station

For the Republic of Uzbekistan the trend of air temperature increased monotonously while precipitation remained unchanged (figure 3).

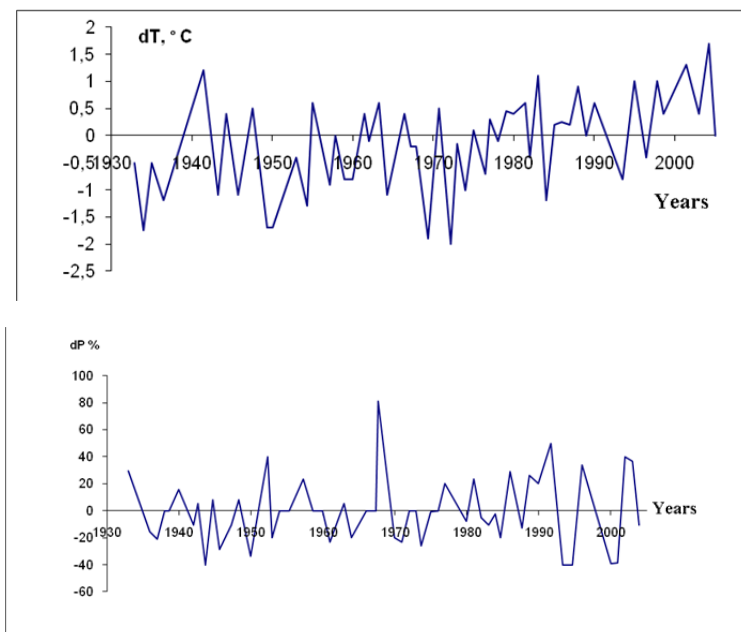


Figure 3 – Deviation of average annual air temperature (dT) and annual precipitation (dP) from long-term mean value for 1961-1990 in Uzbekistan

For the longitudinal profile of the annual air temperature, change averaged over decades (T10) on the plain as well as on the middle altitudes proceeded non-monotonic with trend increasing during 1998-2010 (figure 4, table 1).

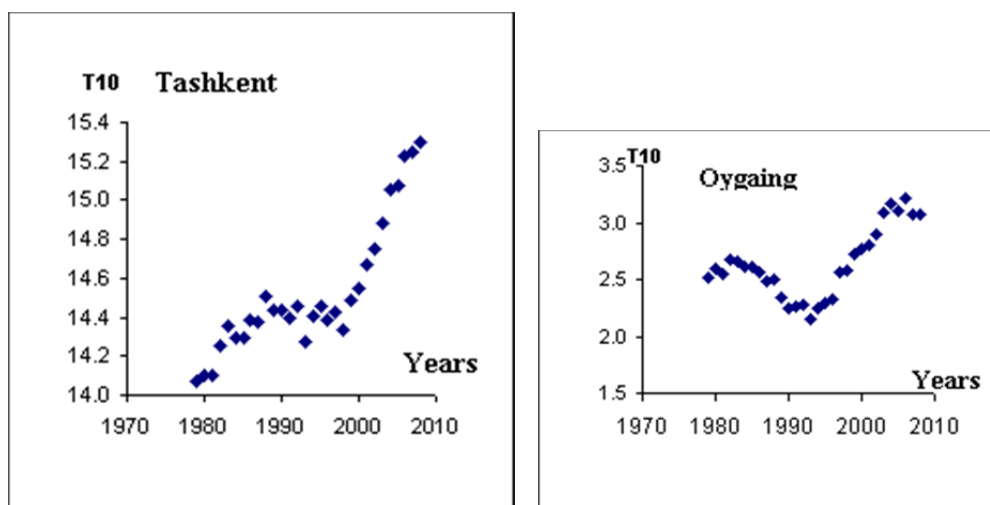


Figure 4 – Change of T10 value during 1980-2010

The graphs of the change of value $dT = T2 - T1$ were drawn to identify annual variation of changes of air temperature between the periods of 1970-1998 (period 1) and 1998-2010 (period 2), where T1 and T2 are average air temperatures for each month of the corresponding period (figure 5).

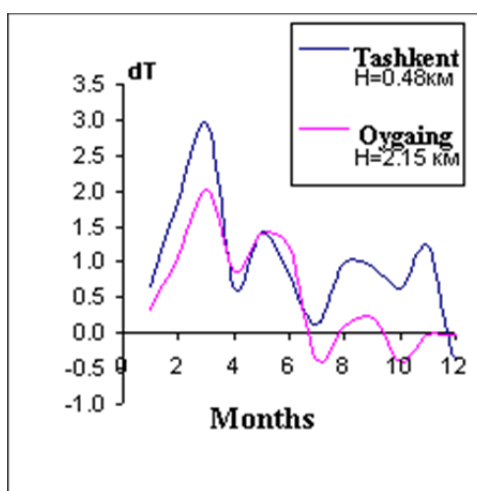


Figure 5 – Annual variation of the dT value; Pskem river basin

Analysis of the annual air temperature variation indicated that main increase of air temperature (up to 3°C) fell on spring months, March particularly. During winter months, the air temperature was increasing faster on the plain than in the middle altitude zone. Since last decade winters became warmer in whole profile, the trend of summer air temperature was significantly lower than one observed in winters.

In the Pskem River basin change of winter precipitation with the altitude is not monotonous (table 1). This deviation disappears during the summer. Decrease of annual and winter precipitation is observed from Pskem MS to Oigaing MS. The same time the main amount of winter and annual precipitation is in the middle altitude zone (MS Pskem). Let us summarize foregoing analysis of climatic situation change. The main conclusion is following: in the territory of Central Asia including plain and mountain part of Uzbekistan air temperature increases while precipitation remain almost unchangeable.

Table 1 – Average annual precipitation amount (mm), 1970-2010

Station	ΣX year	ΣX (X-II)	ΣX (VI-IX)
Tashkent	426	235	23
Pskem	858	478	87
Oygaing	738	372	121

Climate of Uzbekistan is sharply continental and characterized with low humidity. Calculated indices of continentality (K_k) and active surface wetness (K_{wet}) allow tracing their change along the longitudinal profile from lowland up to mountain area. Climate continentality decreases with altitude, that is associated with decreasing of air temperature and increasing of precipitation amount (figure 6).

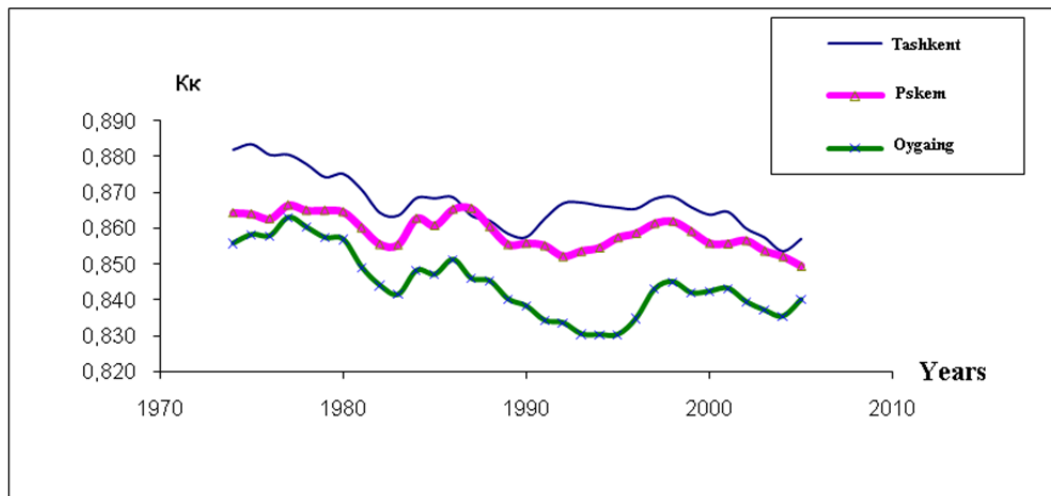


Figure 6 – Change of K_k with an altitude

The area of the Republic is characterized with a deficient humidity excepting Tashkent oasis and foothills, however the calculations show some increase of the active surface wetness (K_{wet}) in the middle altitude last years (figure 7).

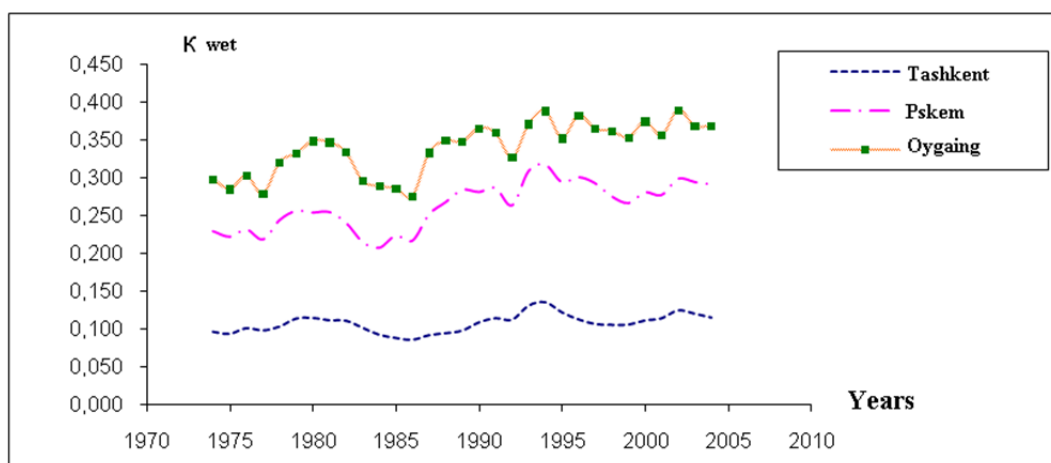


Figure 7 – Change of the K_{wet} index from lowland up to middle altitude

2. Change of glaciation. Change of climate characteristics in the region has an impact on glaciation size as well as ice melting in the summer. General processes [8 Petrov M.A., 2001] occurring when glaciation shrinks are following:

1. Disappearance of the glaciers of an area under 1 km².
2. Disintegration of large glaciers and tributaries separation.
3. Decreasing of glaciation coefficient at the expenses of accumulation area reduction.
4. Increasing of moraine area and natural pollution of glaciers.

In the work [9 Konovalov V.G., Viliams M.V., 2005] dependence of the relative rate of the glaciation area decrease dF/dt in the basins of Central Asian rivers on accumulation area index K_{ac} is presented. Accumulation area index shows relation between accumulation area (F_{ac}) change and area of whole glacier or total area of glaciation (F_{gl}): $K_{ac} = F_{ac}/F_{gl}$. Even in case of equality of accumulation and ablation areas, steady decrease of the Central Asians glaciers size occurs with a rate of about 0,5% of the initial glaciation area per year.

As an example, table 2 contains change of total glaciation area and the area of moraine cover during degradation of glaciation in the area of Pamir and Gissar-Alay [10 Schetinnikov A.S., 1981].

Table 2 – Reduction of the total glaciers area in the area of Central Asia
(Fgl – glaciation area, Fm – total area of glaciers covered with moraine)

Pamir			Gissar-Alay		
Years	Fgl, km ²	Fm, km ²	Years	Fgl, km ²	Fm, km ²
1961	7360	420	1957	2180	167
1980	6600	640	1980	1840	200
2005	(5770) *		2005	(1470)*	
%/year	0,52		%/year	0,81	
* Data calculated by Glazirin G.E.					

TERRA-ASTER based use of space images allowed to assess the glaciation state in the mountain system of Gissar-Alay and to compare rates of glaciation degradation for the periods of 1957-1980 and 1980-2001 [11 Yakovlev A., Batirov R., 2006]. During the period from 1957 till 1980 most of Gissar-Alay glaciers of the area 2-5 km² lost significant part of their area. Changes of the glaciers of area under 2 km² is less noticeable. According to the data for 2001 the total area of investigated glaciers of Gissar Alay (Shakhimardan, Sokh, Isfara rivers basins and the system of Zeravshan glacier) made up about 480 km². In 1980 and 1957 the total area of the glaciers was 511 km² and 570 km² respectively. Authors state that during 1980-2001 the number of large glaciers in these basins decreased at the expense of their disintegration and a number of smaller glaciers increases. This case increasing of moraine cover of the glacier tongue delays glacier surface melting, that leads to decreasing of degradation rate: from 0,46 % per year to 0,27 % per year (table 3).

Table 3 – Annual rate of the glaciation degradation

Basin	Glaciation area, km ²			Average rate of annual glaciation degradation, %	
	1957	1980	2001	1957-1980	1980-2001
Shakhimardan	39,46	30,14	28,19	1,03	0,31
Sokh	246,26	214,63	198,25	0,56	0,36
Isfara	129,74	125,05	120,99	0,16	0,15
Zeravshan	156,57	141,62	135,10	0,42	0,22
Total	572,03	511,44	482,53	0,46	0,27

Approximately the same rate of degradation for the account of moraine cover increase is typical particularly for the Zailiysky Alatau region (Northern Tian Shan) [12 Vilesov E.N., Uvarov V.N., 2001]. E. Semakova point out decreasing of the degradation rate of glacial basins of Uzbekistan since last decades [13 Semakova E., Gunasekara K., Semakov D., 2015], that can be caused particularly by some

diminution of climate continentality since beginning of 80ths up to 2005 (Fig. 6). The period of 1971-1980 was the driest and hottest, that affected degradation rate. In the mountain regions of Gissar Alay (Tajikistan) A.F. Finaev point out stabilization of glaciation and even it's increasing at the expense of precipitation increase during the period 1992 -2010 [14 Finaev A.F., 2013]. However the rate of glaciation degradation remains high in the most of the world mountain systems, and "since last decade it increased significantly, especially in the continental dry and polar regions (mountain of Central Asia, Alaska, the Rocky Mountains and Cascade Range), that is in agreement with tendency of air temperature increase and annual snow accumulation decrease" [15 Kotliakov V.M., Seversky I.V., 2013].

In whole climate situation in the second part of XX century was unfavorable for the existence of glaciation in Gissar-Alay and in Pamir-Alay in total. According to [2 Catalogue, 1968] and [16 Semakova E.R., Semakov D.G., 2014] glaciers of the basins of investigated Gissar Alay rivers lost about 16% of their area since last 45 years, and area of glaciation of Pskem river basin decreased by 27% of the area estimated in 1960 (table 4).

Table 4 – Change of the total glaciation area (Fgl) in the Pskem River basin

Year	Fgl, km ²	Source of data
1960	127,8	[Catalogue., 1968]
2010	93,6	[Semakova E. R., Semakov D.G., 2014]
1970	219,8	[Narama Ch., Kääb A., Duishonakunov M., Abdrakhmatov K., 2010]
2007	168,7	[<i>ibid.</i>]

According to the data [17 Narama Ch., Kääb A., Duishonakunov M., Abdrakhmatov K., 2010] aggregated area of glaciation in the Pskem River basin in 1970 and 2007 differs from the sources listed in the Table 4. The possible reason of this difference between areas is geographical coverage of the area. The glaciers of the Pskem River basin were considered in the works of E. Semakova. Run off from the glaciers remains in the area of Uzbekistan. All the glaciers of the region are included into calculation [17 Narama Ch., 2010] and the runoff from some of them goes over the border. Secondly, initial data used by the authors are different: E. Semakova, etc. compared data of space images with data from Catalogue 1968; Narama Ch. etc. used Corona space images for 1967-1970. Apart from these reasons, one should mention different methods of decoding and different timing.

The altitude of the glacier snout changes when the area of glacier decreases. The dependence of the value $\Delta H = Z_{max} - H_{min}$ (Z_{max} - altitude of the higher bound of glaciation, H_{min} – minimal altitude of the glacier snout in the basin) on the air temperature at the higher bound of glaciation $T(Z_{max})$ was found for 27 glacial basins [18 Toychiev Kh.A. etc., 2008].

$$\Delta H = -160,1 \times T(Z_{max}) + 1237,6; \quad R = 0,927.$$

In accordance to this formula glaciers tongues "pull themselves up" to the higher bound of glaciation. Calculated value of the rise of glaciers tongues midline for the Pskem river basin is 40-100 m.

3. Glacier-derived runoff. The volume of melt-water from glacier is determined with total glaciation area and summer air temperature. Problem of the impact of reduction of glaciation on run-off volume is discussed. A part of investigators talks about reduction of the melting water contribution in the total run-off of a glacier-fed stream. Another part finds that this portion of the run-off remains constant in spite of glaciers degradation, although rivers' regime, primarily annual distribution of stream flow, certainly responses to the glaciers' shrinking.

It is necessary to emphasize that we use following definition of glacier-derived runoff given by A.S. Schetinnikov: this is a runoff "forming for the account of melting perennial storage of ice and firm (the snow on a glaciers, which does not melt for more a year after falling)" [19 Schetinnikov A.S., 1984]. This definition does not coincide with one given in the glaciological dictionary [20 Glaciological dictionary, 1984], however, in our view, the second one is not applicable for interpreting of glaciers' contribution to annual (and longer) river runoff. V.A. Kuzmichenok [21 Kuzmichenok V.A., 2013] agrees with this. He underlines that definition of glacial runoff given in the glaciological dictionary "is possibly correct from the geometrical point of view, but is not suitable for interpreting of glaciers' runoff

contribution to the annual (and longer) river runoff². Glacier-derived feeding of rivers is formed for the account of melting of perennial accumulation of snow and ice. A main hydrological role of glaciers is to accumulate annual excess of precipitation and redistribute it's perennial melting.

Increasing of summer air temperature leads to change of base ablation values, i.e. snow and ice melt on the glacier's surface. When glaciation reduces by 30% the volume of runoff is close to norm by warming for 2°C. When glaciation reduces by 40% and more increasing of temperature will not compensate loss of runoff [19 Schetinnikov A.S., 1984]. When calculating ice melting under moraine it was assumed that moraine's average thickness was 10 cm, and the value of the melting was a half of free ice melting. Summer snowfalls impact on ablation is included automatically into the change of summer temperatures.

In the work [22 Glazirin G.E., 2013] the river basins with different glaciation area in different regions of Central Asia were selected for the assessment of long-term average annual part of glacial runoff. The long-term hydrological and meteorological observation data are available for this basin as well as information about change of glaciation based on data from three inventories (Catalogues) of glaciation. The results of calculations are in the Table 5. In the net, impact of glaciation reduction is not significant and fall within the accuracy of annual runoff calculation for the rivers with significant glaciation area at the origin, those runoff measured at lower reaches.

However, the role of glacial runoff in the total river runoff for the summer period of defined year depends on dryness of the year. A year when annual (winter) precipitation is not less than 1,15 of their many-years average ($\sum X_{10-4} I / \sum X_{10-4} cp > 1,15$) can be relegated to high-water years. A year when this relation does not exceed 0,80 ($\sum X_{10-4} I / \sum X_{10-4} cp < 0,80$) is low-water year [23 Tikhanovskaya A.A., Tomashevskaya I.G., 2008]. Sample of the calculations for the particular Oigaing river basin is in the table 5.

Table 5 – Portion of glacial feeding (Q_{gl}) in the summer runoff Q of Oigaing river (August-September) in high- and low-water years

Year	$\sum X_{10-4} I / \sum X_{10-4} cp$	Q_{gl}/Q
Low-water years		
1961	0,53	25,6
1980	0,73	20,1
High-water years		
1969	2,12	11,4
1987	1,44	13,9

Hence, portion of glacial feeding in summer months of a low-water year can form up to 25% of the total river runoff, decreasing down to 10-12% in a high-water year.

Table 6 – Assessment of the annual portion of glacial runoff

River	Station	Area of glaciation in the basin, km ²		Long-term average annual runoff, Q_a , m ³ /sec	Glacial runoff averaged over the calculation period, Q_{gl} , m ³ /sec	Q_{gl} portion in the total river runoff, %	Part of the glacial runoff induced by the glaciation change, Q_{g2} , and averaged over the period	Portion of Q_{g2} in the average annual runoff, %
		initial	final					
Oigaing	Mouth of Koksu river	33,8	25,8	12,8	2,71	21,2	0,26	2
Pskem	Mullala	114,4	89,4	76,8	9,36	12,2	0,71	0,9
Sokh	Sarykanda	246,3	191,9	156	42,8	23,8	7,46	7,3
Zeravshan	Khudgif	311,3	268,5	32,8	19,1	58,2	5,40	16,5
	Dupli	663,2	537,1	44,2	10,5	27,4	3,22	4,8
Yazgulem	Motravn	330,4	262,7	36	7,77	21,6	5,56	15,5

The developed model of the calculation of glaciation and runoff change depending on air temperature (TS) at the upper boundary of glaciation (Z_{\max}) allowed to calculate smallest height of the glacier's tongue (HT) in the basin, total glaciation area S, and the glacial runoff (Q) for the predefined step of air temperature change equal to $+0,03^{\circ}\text{C}/\text{year}$ in the Oigaing river basin [23 Tikhanovskaya A.A., Tomashavskaya I.G., 2008] (table 7).

Table 7 – The result of the glaciation parameters and glacial runoff calculation for the Oigaing river basin

Year	TS, °C	S, km ²	HT, km	Q, m ³ /sec
1960	16,9	51,5	3,50	4,27
1980	17,3	47,0	3,54	4,40
2000	17,9	41,3	3,58	4,49
2020	18,5	36,5	3,63	4,51

Glacial runoff remains mostly unchangeable under predefined trend of air temperature that gives evidence of intense melting and intensive consumption of ice storage.

1. Dangerous phenomena associated with the glaciation reduction. Shrinking of glaciation observed the world over, including Central Asian Mountains, leads to the formation of banks of terminal moraines and so-called “dead ice” on the glacier free area. In the summer when seasonal snow and ice cover melts, melt-water accumulates between these banks and forms lakes, those number and size vary from year to year. Such lakes can burst when ice or moraine dams break down, that leads to occurrence of floods and mud flows, often disastrous. This happened for instance in the upper reaches of Shkhimardan river, downstream from Archabashi glacier in the summer of 1998. Similar flood happened in July 1977 in the Isfairansay River basin located to the east from Shakhimardan. There is historical information about other similar floods in Fergana valley [24 Alekseev N.A., 1988, 25 Chub V.E. etc., 2005].

In SANIGMI the catalogue of the lakes, located in the mountains surrounding Uzbekistan territory, was compiled as at 1999-2000 for the assessment of their number and some characteristics (length and width) [26 Murakaev R.R., etc., 2004, 27 Glasirin G.E. etc. 2005]. There are more that 300 of them. 32 of them are in the Pskem river basin, and 27 are in the Oigaing River basin (left tributary of Pskem located in Uzbekistan). However, inventory is just a first, but important step in such lakes investigation. The information about their size, regime, impounding dams is needed.

It is commonly known, that type of the outburst-hazardous lakes depends on genesis of impounding dams [28 Vinogradov Yu.B., 1977, 29 Costa J.E., 1988, 30 Costa J.E., Schuster R.L., 1988]. There are following types in the mountains of Central Asia:

- the lakes formed as a result of riverbed blocking with landslides or rockfalls from hillsides. For instance, the famous Sarez Lake belongs to this type;

- the glacier-dammed lakes. The well-known Merzbacher lake is the largest in Central Asia. Southern Inylchek glacier serves as a dam for this lake. Other small lakes of this type are met in the glacial basins. Most of them are seasonal.

- moraine-dammed lake are those which are formed on the place of retreating glaciers. Their size generally is not large, but they are widespread.

Lakes of first two types are widely known, as they exist for decades, included into catalogues and mapped. The lakes of the type three are not explored so well. Most of them were formed since last two decades in connection with fast glaciers retreat. At the same time these particular lakes are most dangerous, as the dams impounding them are non-coherent and often has ice core. [31 Dokukin M.D., 1985, 32 Kubrushko S.S., 33 Mavlyudov B.R., 1996].

Apart from these types of lakes, there are lakes formed in the body of the glacier or on its bed. These lakes are not visible; volume of accumulated water is unknown. The floods formed as a result of their burst can lead to the avalanche mud flows. The best known sample is passage of mudflows along Aksay River, tributary of Alaarcha river (Kyrgyzstan), which occur regularly as a result of fast emptying inter- or subglacial of the glacier located in the upper reaches of the river. (Vinogradov Yu. B., 1980). It turned out that similar cavities of smaller size exist and burst in the Abramov glacier [34 VNII, №1, 1990].

Filling the moraine lakes happens mostly with surface runoff for the account of glaciers and seasonal snow melting, as well as with water incoming by filtration through coarse material of valley slopes and

bottom. Maximum of water level in spring and summer under high air temperature inheres in small mountain dammed and moraine lakes with outflow by filtration through dam body.

Monitoring of the state of moraine lake located before the tongue of Barkrak Middle glacier (№54 [2 Catalogue, 1968]) showed that in the August 2013 area of the lake surface reduced for 37% during a month when weather changes from hot to cold [35 Tikhanovskaya A.A., Tomashevskaya I.G., 2013]. One can conjecture, that sharp increase of the water-surface area will happen under opposite scenario, and in case of extreme precipitation (thunderstorm shower) flow of water over the moraine dam in its lower part can happen, that proves necessity of the glacial lakes monitoring.

Maximum number and maximum areas of the lakes of glacial origin is in the altitude interval 3500-4500 m. By 2003 the number of lakes in this interval became one and a half times as much as in 1987 [36 Nikitin A.M., 1987].

Mechanism of the moraine lakes outburst is not clear yet, however researchers [37 Vinogradov Yu. B., 1980, 33 Mavlyudov B.R. 1996, 38 Golubev G., 39 Nye J.F., 1976, 40 Rothlisberger H., Lang H., 1987] lean towards the view that two following ones are most probable:

- overflow from the lake is absent when volume of water is small; when the water level is high enough, flood channels occurs between lakebed and dam, and lake water rush through and erode the dam;
- at presence of ice kernel inside of dam there is constant insignificant water flow from the lake with low level, and hence water head. In this case, cold flow prevent increasing of channel cross-section by compensating widening of channel as a result of abrasion and melting. When the level and water head become large enough for channel cross-section to surpass its shrinkage for the account of ice flow, water flow starts to increase that can lead to outburst.

Conclusion. Investigation of climate change in Central Asia over the last 50 years showed that in the western periphery of Central Asian mountain system vertical and horizontal gradients of air temperature change in time. In the territory of Central Asia winter air temperature rises much faster than summer one, while precipitation amount remains unchanged or rises slightly. Climate warming led to reduction of glaciation in Central Asia. In particular, glaciers in the Pskem district lost 27% of their area during 1960-2010. No expected decreasing of glacial part in the annual run off happens in the process of reducing of glaciation area. For the rivers with significant area of glaciation in the headstream, in most of cases impact of glaciation reduction on the glacial part of runoff is not significant and within the limits of annual runoff calculation accuracy on stations located in lower reaches of the rivers. Concerning redistribution of glacial water runoff during the years of different dryness of the year, contribution of ice water into the total river runoff in the summer can reach 20-25% for the dry year and decrease down to 10-12% in a year with intense winter precipitation.

Glaciation reduction is accompanied with increasing of the moraine lakes' number, and level of the mudflow danger is not predicable without additional investigations. Therefore monitoring of periglacial zone is needed, particularly in the regions of remaining rather large, but retreating intensively glaciers with developed moraine cover.

Acknowledgements. Introduced investigation have been carried out in the framework of the project FA-A7-T-118 supported by the State Committee on Science and Technology of the Republic of Uzbekistan and DEFenCC under support of SCOPES Program of Swiss foundation for basic research. Authors express deep appreciation for the support and valuable remarks during preparation of the article to the colleagues from the geographical department of the Moscow State University – O. Tutubalina and D. Petrakov, E. Semakova - senior researcher of the Institute of Astronomy of Academy of Science of the Republic of Uzbekistan, as well as I. Pavlova – UNESCO staff member.

REFERENCES

- [1] Korzhenevskiy N.L. Catalogue of glaciers of Central Asia. Tashkent, 1930. 200 p.
- [2] Catalogue of glaciers of USSR. Vol. 14. Central Asia, Issue 1, Syrdarya river basin, part 1, Pskem River/ Editor-in-chief A.S. Schetinnikov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1968. 48 p. (in Russ.).
- [3] Glazirin G.E., Tadjibaeva U.U. Climate change in the high mountain region of Central Asia // Ice and Snow. 2011. Issue 2(114). P. 12-15 (in Russ.).
- [4] Glazirin G.E., Gavrilenko N.N. Climate change in Western Tian-Shan and related change of river runoff // Problems of geography and geo-ecology. 2013. N 1. P. 28-30 (in Russ.).
- [5] Spectorman T.Yu., Petrova E.V. Climate scenarios for the territory of Uzbekistan // Newsletter. Tashkent: NIGMI, 2007. N 6. P. 14-21 (in Russ.).

- [6] Khromov S.P., Petrosiants M.A. Meteorology and climatology. Moscow: MSU, 1994. 519 p. (in Russ.).
- [7] Mezentsev V.S., Karnatsevich I.V. Humidity of West Siberian Plain. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1969. 168 p. (in Russ.).
- [8] Petrov M.A. Formation of postglacial relief in the zone of retrogressive glaciation (by the example of southern and western Tian-Shan). Author's abstract of PhD thesis. Tashkent, 2001. 25 p. (in Russ.).
- [9] Konovalov V.G., Viliams M.V. Many years' fluctuations of glaciation and runoff of Central Asian rivers under the present climate conditions // Meteorology and Hydrology. 2005. N 9. P. 69-83 (in Russ.).
- [10] Schetinnikov A.S. Glaciation of Gissar- Alay. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1981. 120 p. (in Russ.).
- [11] Yakovlev A., Batirov R. Monitoring of mountain glaciers of selected regions of Gissaro-Alay with use of ASTER Space Images // Alumni for millennium development goals. Tashkent, 2006. Vol. 1. P. 55-60.
- [12] Vilesov E.N., Uvarov V.N. Evolution of the contemporary glaciation of Zailiyskiy Alatau in 20th century. Almaty: University, 2001. 252 p. (in Russian)
- [13] Semakova E., Gunasekara K., Semakov D. Identification of glaciers and mountain naturally dammed lakes in the Pskem, Kashkadarya and the Surhandarya River basins, Uzbekistan, using ALOS satellite data // Geomatics, Natural Hazards and Risk. 2015. <http://dx.doi.org/10.1080/19475705.2015.1023852>
- [14] Finaev A.F. Dynamics of glaciation of some Pamir-Alay regions // Geographical ecology. 2013. N. P. 32-42 (in Russ.).
- [15] Kotliakov V.M., Severskiy I.V. Glaciers of Central Asia: modern state, changes, possible impact on water resources // Proceedings of International workshop "Assessment of snow-ice and water resources of Asia" (Almaty, Kazakhstan, November 28-30, 2006). Almaty, 2007. P. 22-60 (in Russ.).
- [16] Semakova E.R., Semakov D.G. Семакова Э.Р., Семаков Д.Г. Identification of glacial objects in the high mountain regions of the Uzbekistan Republic // Proceedings of 10th International scientific congress "Interexpo GEO-Siberia-2014". Remote sensing techniques of earth sounding and photogrammetry, monitoring of environment (Novosibirsk, April 16-18, 2014). Novosibirsk: SGGA, 2014. Vol. 1. P. 35-40 (in Russ.).
- [17] Narama Chiyuki, Käab Andreas, Duishonakunov Murataly, Abdrakhmatov Kanatbek. Spatial variability of recent glacier area changes in the Tien Shan Mountains, Central Asia, using Corona (~1970), Landsat (~2000), and ALOS (~2007) satellite data // Global Planet Change. 2010. Vol. 71. P. 42-54.
- [18] Toichiev Kh.A., Ni A.A., Tikhanovskaya A.A. et al. Mountain glaciation, climate, runoff. Tashkent: NUUz, 2008. 83 p. (in Russ.).
- [19] Schetinnikov A.S. Change of runoff from Pamir-Alay glaciers under degradation of glaciation // MGI. 1984. Issue. 51. P. 68-74 (in Russ.).
- [20] Glaciological dictionary. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1984. 528 p. (in Russ.).
- [21] Kuzmichenok V.A. Monitoring of water and snow-ice resources of Kyrgyzstan // Proceedings of International workshop "Assessment of snow-ice and water resources of Asia" (Almaty, Kazakhstan, November 28-30, 2006). Almaty, 2007. P. 177-195 (in Russ.).
- [22] Glazirin G.E. Impact of glaciation reduction on the river runoff in Central Asia // Ice and Snow. 2013. N 3(123). P. 20-25 (in Russ.).
- [23] Tikhanovskaya A.A., Tomashevskaya I.G. Change of glacial runoff in relation with climate fluctuation (by the example of Oigaing River basin) // Proceedings of Republican research and practical conference "Problems of rural area supply with water resources in dry years and ways of solution" (Tashkent, 2008). Tashkent: GIDROINGEO, 2008. P. 28-30 (in Russ.).
- [24] Alekseev N.A. Natural phenomena. Moscow: Mysl, 1988. 256 p. (in Russ.).
- [25] Chub V.E., Trofimov G.N., Imamdjanov Kh.A. Mudflows in Uzbekistan // Proceedings of All-Russia conference on mudflows (Moscow, October, 26-28, 2005). Moscow: LKI. P. 87-89 (in Russ.).
- [26] Murakaev R.R., Starygin G.N., Shamsutdinov V.N. Glacial lakes in at the upper reaches of the rivers, which bring water to Uzbekistan // Proceedings of SANIGMI. Tashkent. 2004. Issue 167(243). P. 119-124 (in Russ.).
- [27] Glazirin G.E., Kartashov D.A., Murakaev R.R., et al. Results of investigation of outburst hazardous glacial lakes in the basin of Pskem River during the summer 2003 // NIGMI proceedings. Tashkent, 2005. Issue 5(250). P. 43-55 (in Russ.).
- [28] Vinogradov Yu. B. Glacial outburst flood and mudflows. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 155 p. (in Russ.).
- [29] Costa J.E. Floods from dam failures // Flood Geomorphology / Eds. V.R. Baker, R.C. Kochel, P.C. Patton). New York: John Wiley and Sons, 1988. P. 439-463.
- [30] Costa J.E., Schuster R.L. The formation and failure of natural dams // Geology Society of America Bulletin. 1988. Vol. 100. P. 1054-1068.
- [31] Dokukin M.D. Formation of glacial mudflow origination sites with the degradation of glaciers in the Elbrus region // MGI. 1985. Issue 53. P. 62-71 (in Russ.).
- [32] Kubrushko S.S., Shatravin V.I. Long-term forecasting of glacial mudflows of Tian-Shan region // MGI. 1982. Issue. 43. P. 60-62 (in Russ.).
- [33] Mavlyudov B.R. Drainage of glacier-dammed Merzbacher lake // MGI. 1996. Issue 80. P. 47-53 (in Russ.).
- [34] Investigation of outburst-hazardous mountain lakes of Central Asia / Review of information series Surface hydrology. All-Union Research Institute Hydrometeorological informative World data center. 1990. N 1. P. 1-35 (in Russ.).
- [35] Tikhanovskaya A.A., Tomashevskaya I.G. Transformation of postglacial relief under the modern climate conditions // Geology and mineral resources. 2013. N 6. P. 45-47 (in Russ.).
- [36] Nikitin A.M. Lakes of Central Asia. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. 106 p.
- [37] Vinogradov Yu.B. Etudes about mudflows. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1980. 144 p. (In Russ.).
- [38] Golubev G.N. Hydrology of glaciers. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1976. 247 p. (in Russ.).
- [39] Nye J.F. Water flow in glaciers: jokulhlaups, tunnels and vians // J. Glaciology. 1976. Vol. 17, N 76. P. 181-207.
- [40] Rothlisberger H., Lang H. // Glacial Hydrology / Glacio-Fluvial Sediment Transfer: An Alpine Perspective / Eds. Gurnell A.M., Clark M.J.). London, UK: John Wiley and Sons, 1987. P. 207-284.

М. А. Петров¹, Г. Е. Глазырин², И. Г. Томашевская³, А. А. Тихановская⁴, Т. Ю. Сабитов⁵

¹ Г.г.-м.к., аға ғылыми қызметкері (Өзбекстан Республикасы мемлекеттік геология комитетінің геология және геофизика институты, Ташкент, Өзбекстан Республикасы)

² Г.ғ.д., профессор (Өзбекстан Республикасы мемлекеттік геология комитетінің геология және геофизика институты, Ташкент, Өзбекстан Республикасы)

³ К.ғ.к., аға ғылыми қызметкері (Өзбекстан Республикасы мемлекеттік геология комитетінің геология және геофизика институты, Ташкент, Өзбекстан Республикасы)

⁴ Аға ғылыми қызметкері (Өзбекстан Республикасы мемлекеттік геология комитетінің геология және геофизика институты, Ташкент, Өзбекстан Республикасы)

⁵ К.ғ.к., доцент (М. Улугбек атындағы Өзбекстан ұлттық университеті, Ташкент, Өзбекстан Республикасы)

ОРТАЛЫҚ АЗИЯ ТАУЛАРЫНДАҒЫ ҚАЗІРГІ КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДЫҢ МҰЗДАНУ ЖАҒДАЙЫНА, МҰЗДЫҚ АҒЫНЫНА ЖӘНЕ МҰЗДЫҚ КӨЛДЕРДІҢ ЖАРЫЛУЫНА ӘСЕРІ

Аннотация. XX ғасырдың екінші жартысы мен XXI ғасырдың бірінші онжылдығындағы Орталық Азияның климаттық жағдайлары Орталық Азия тау жүйесінің батыс шетіндегі көлденең және тік температура градиенттерінің өзгеруімен сипатталады. Жазғы ауа температурасының жоғарылауы тау мұздықтарының азаюына әкелді. Соңғы 45 жыл ішінде Гиссар-Алайдың жекелеген су жинау алаптарындағы мұздықтар шамамен 16%-н, ал Піскем өзенінің алабындағы мұздықтар 27%-н жоғалтты. Мұздықтың азаюы өзен режимдеріне, ең алдымен, ағынның жылдық таралуына ықпал етеді. Жауын-шашын аз болған жылдары мұздық ағынының үлесі 25%-дан асады, ал жауын-шашын көп болған жылдары ол айтарлықтай төмендейді. Мұздықтың жойылуының жағымсыз әсерлерінің бірі – перигляциалық аймақта көлдердің пайда болуы. Мұздық көлдердің жағдайына бақылау жүргізу қажет, себебі олар сел ағындарының қаупін тудыруы мүмкін.

Түйін сөздер: климаттың өзгеруі, мұздық ағынының өзгеруі, мұздық көлдердің пайда болуы, Орталық Азиядағы мұздықтардың азаюы.

М. А. Петров¹, Г. Е. Глазырин², И. Г. Томашевская³, А. А. Тихановская⁴, Т. Ю. Сабитов⁵

¹ К.г.-м.н., старший научный сотрудник, заведующий центром гляциальной геологии (Институт геологии и геофизики Госкомгеологии РУз, Ташкент, Республика Узбекистан)

² Д.г.н., профессор (Институт геологии и геофизики Госкомгеологии РУз, Ташкент, Республика Узбекистан)

³ К.г.н., старший научный сотрудник (Институт Геологии и Геофизики Госкомгеологии РУз, Ташкент, Республика Узбекистан)

⁴ Старший научный сотрудник, (Институт Геологии и Геофизики Госкомгеологии РУз, Ташкент, Республика Узбекистан)

⁵ К.г.н., доцент (Национальный университет РУз им. М. Улугбека, Ташкент, Республика Узбекистан)

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ГОРАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ НА СОСТОЯНИЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ, ЛЕДНИКОВЫЙ СТОК И ПРОРЫВ ЛЕДНИКОВЫХ ОЗЕР

Аннотация. Климатические условия Центральной Азии во второй половине XX века и в первом десятилетии XXI века характеризуются изменением горизонтальных и вертикальных градиентов температуры на западной периферии Центрально-Азиатской горной системы. Рост летних температур воздуха привел к уменьшению горных оледенений. За последние 45 лет ледники в отдельных водосборных бассейнах Гиссаро-Алая потеряли около 16% площади, в то время как ледники в бассейне реки Піскем – 27% площади. Режимы рек, в первую очередь годовое распределение стока, реагируют на уменьшение ледника. Доля ледникового стока составляет более 25% в годы с небольшим количеством осадков, а в годы с обильными осадками она значительно уменьшается. Одним из негативных последствий схода ледника является образование озер в перигляциальной зоне. Следует следить за состоянием ледниковых озер, поскольку они могут представлять опасность выброса селевых потоков.

Ключевые слова: изменение климата, изменение ледникового стока, образование ледниковых озер, сокращение оледенения в Центральной Азии.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-3-15-25.14>

УДК 551.32/551.582-588

Н. Б. Курбонов

К.т.н., заместитель директора по науке и образованию
(Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии
Национальной академии наук Таджикистана, Душанбе, Республика Таджикистан)

КЛИМАТО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ДЕГРАДАЦИЮ ЛЕДНИКОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЗЕРАФШАН

Аннотация. Анализируются проблемы глобального потепления климата в целом и их влияние на таяние ледников Таджикистана. На основе многолетних наблюдений метеостанций, которые расположены в разных зонах бассейна реки Зерафшан, и сравнения изменений средней температуры воздуха за два тридцатилетия (1960-1990 и 1990-2020 гг.) рассматривается процесс климатического потепления в районе. С использованием многолетних метеоданных (температуры воздуха) и спутниковых снимков, зафиксировавших деградацию языковой части ледников Зерафшан, Рама, Россиндж, Туро, Дихаданг и ГПП, исследуется линейная регрессионная зависимость отступления этих ледников от роста температуры.

Ключевые слова: изменение климата, метеорологические данные, температурный режим, вертикальный градиент температуры, деградация ледников, регрессионная зависимость, бассейн реки Зерафшан.

Введение. За последние несколько десятилетий проблема глобального потепления превратилась в одну из самых актуальных и серьёзных проблем мирового сообщества. Взгляды на процесс глобального потепления разнообразны: некоторые считают, что глобальное потепление связано с эволюцией планеты, ее развитие не закончилась и продолжается, другая группа полагает, что глобальное потепление зависит от ряда космическо-природных факторов (изменение размеров, рельефа и взаимного расположения материков и океанов, солнечной активности, параметров орбиты и наклона оси Земли, прозрачности и состава атмосферы, отражательной способности поверхности земли (альbedo), количества тепла, имеющегося в глубинах океана, вулканической активности и антропогенных воздействий).

С 1990-х годов исследования по изменению климата расширились, особенно после создания Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, 1988). Они охватили многие отдалённые и несхожие области науки, такие, как физика атмосферы, численное моделирование, геология и экономика. МГЭИК продолжает свою работу и издаёт серию трудов [1], которые описывают состояние научного понимания на момент выхода очередного доклада. Согласно [1] с 1991 года МГЭИК опубликовал пять оценочных докладов, шестой находится на стадии разработки.

Процесс глобального потепления или тенденция повышения температуры на планете, которая является неотъемлемой частью изменения климата, идентифицируется и оценивается по всему земному шару в соответствии с данными оценочных отчетов МГЭИК. Согласно Пятому оценочному докладу [2], с 1850 года в десятилетнем масштабе температура воздуха в каждое десятилетие была выше, чем в любое предшествующее десятилетие. В [2] одной из основных причин глобального потепления считается антропогенное воздействие, с 1880 по 2012 год средняя глобальная температура поверхности земли повысилась примерно на 0,9°C [2]. Также отмечается [2], что вероятность повышения температуры на протяжении XXI века на основе климатических моделей составляет 0,3-1,7°C для сценария минимальных выбросов парниковых газов и 2,6-4,8°C для сценария максимальных выбросов [2].

Особенно чувствительны к изменению климата ледники. С 60-х годов XX века Таджикистан является одной из стран с самой высокой скоростью отступления ледников на своей территории из-за изменения климата и загрязнения атмосферы.

Одним из крупных оледенённых районов Таджикистана и единственным крупным ледником в Гиссаро-Алае является Зерафшанский ледниковый узел, который по некоторым данным [5-12] деградирует быстрее, чем ледники Памира. Некоторые авторы [5-12] считают, что причина более быстрого отступления ледников в бассейне реки Зерафшан по сравнению с ледниками Памира заключается в том, что 70% ледников в этом бассейне расположены ниже фирновой линии. Важно отметить, что в этих условиях ледовое поле очень чувствительно к высоким летним температурам, низкой влажности, малому количеству годовых осадков, специфике горно-ущельного типа рельефа по направлению движения дождевых воздушных масс, а также орографическим показателям [5-7].

С учетом проблемы негативного воздействия изменений климата на состояние ледников в данной статье анализируется влияние одного из важнейших индикаторов состояния климата – температуры воздуха на деградацию ледников бассейна реки Зерафшан.

Целью работы является определение скорости отступления ледников в бассейне реки Зерафшан в зависимости от повышения средней температуры воздуха. Рассматривается влияние орографии местности на колебания температуры и её годовой ход по сезонам.

Динамика температуры воздуха в районе исследования. Для оценки климатического потепления в бассейне реки Зерафшан использовались многолетние данные метеостанций Анзоб, Шахристан, Пенджикент, Сангистон, Искандеркуль, Мадрушкат и Дехавз. Из них четыре метеостанции (вверх по течению) – Пенджикент, Сангистон, Мадрушкат и Дехавз расположены вдоль реки Зерафшан, метеостанция Искандеркуль – на берегу одноимённого озера, метеостанция Анзоб – на Анзобском перевале (юг) и Шахристан – на Шахристанском перевале (север). В таблице 1 приведены общие данные о метеорологических станциях.

Таблица 1 – Общие данные о метеостанциях бассейна реки Зерафшан

Станция	Год открыт.	Высота, м над ур. м.	Географические координаты			
			Широта		Долгота	
			град.	мин.	град.	мин.
Анзоб	1939	3373	39	05	68	52
Дехавз	1928	2561	39	27	70	12
Искандеркуль	1929	2204	39	06	68	23
Мадрушкат	1932	2234	39	26	69	40
Пенджикент	1879	1015	39	30	67	36
Сангистон	1932	1502	39	23	68	35
Шахристан	1933	3143	39	34	68	35

По многолетним показателям климат бассейна реки Зерафшан имеет особенности. Несмотря на горно-ущельный рельеф Зерафшанской долины и разности высот в этом районе, не наблюдается климатического контраста. От равнины долин до вершины гор здесь наблюдаются, с небольшой разницей, сухой климат и засушливая зима. Однако сложный рельеф и большие разности высот тесно влияют на изменения метеопараметров, в том числе на температуру воздуха и атмосферные осадки. Например, поток влажного воздуха, который входит в бассейн реки Зерафшан с запада, является основным источником осадков, но их количество меняется с запада на восток в зависимости от сезонов, орографии местности и расположения хребтов [6, 7, 11, 12].

Для оценки изменения температурного режима в бассейне реки Зерафшан использованы многолетние данные метеостанций Пенджикент, Искандеркуль, Мадрушкат, Дехавз, Шахристан и Анзоб за последние 30 лет. На рисунке 1 представлены среднегодовые температуры воздуха за 1990-2020 гг.

Из рисунка 1 ясно, что среднегодовая температура по всей зоне бассейна реки Зерафшан с 1990 по 2020 год неоднородна. По данным метеостанций Пенджикент, Искандеркуль и Мадрушкат температура воздуха имеет тенденцию к значительному повышению. Наблюдения, проведенные на метеостанциях Дехавз и Анзоб в этот период, показывают, что тенденция среднегодовой температуры снижалась. Согласно данным метеостанции Шахристан тренд среднегодовой температуры воздуха за 1990-2020 гг. оставался относительно неизменным.

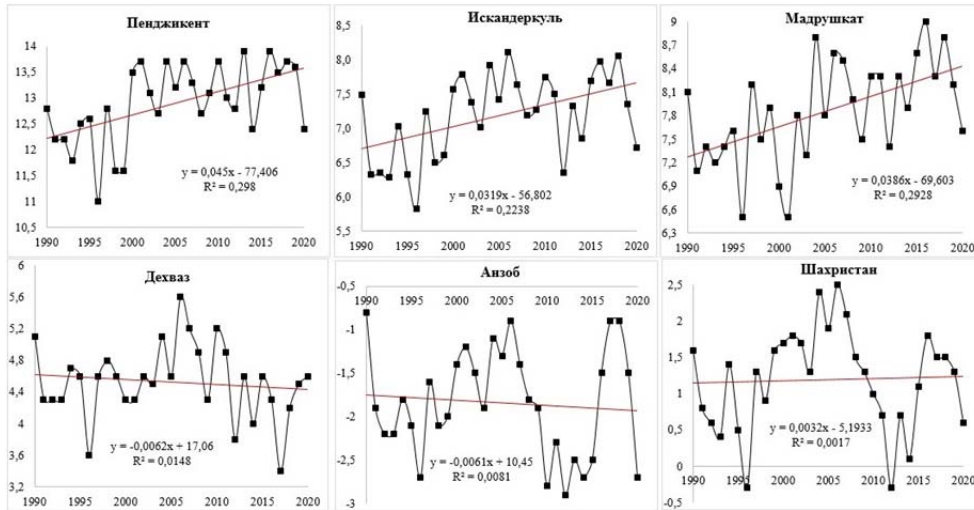
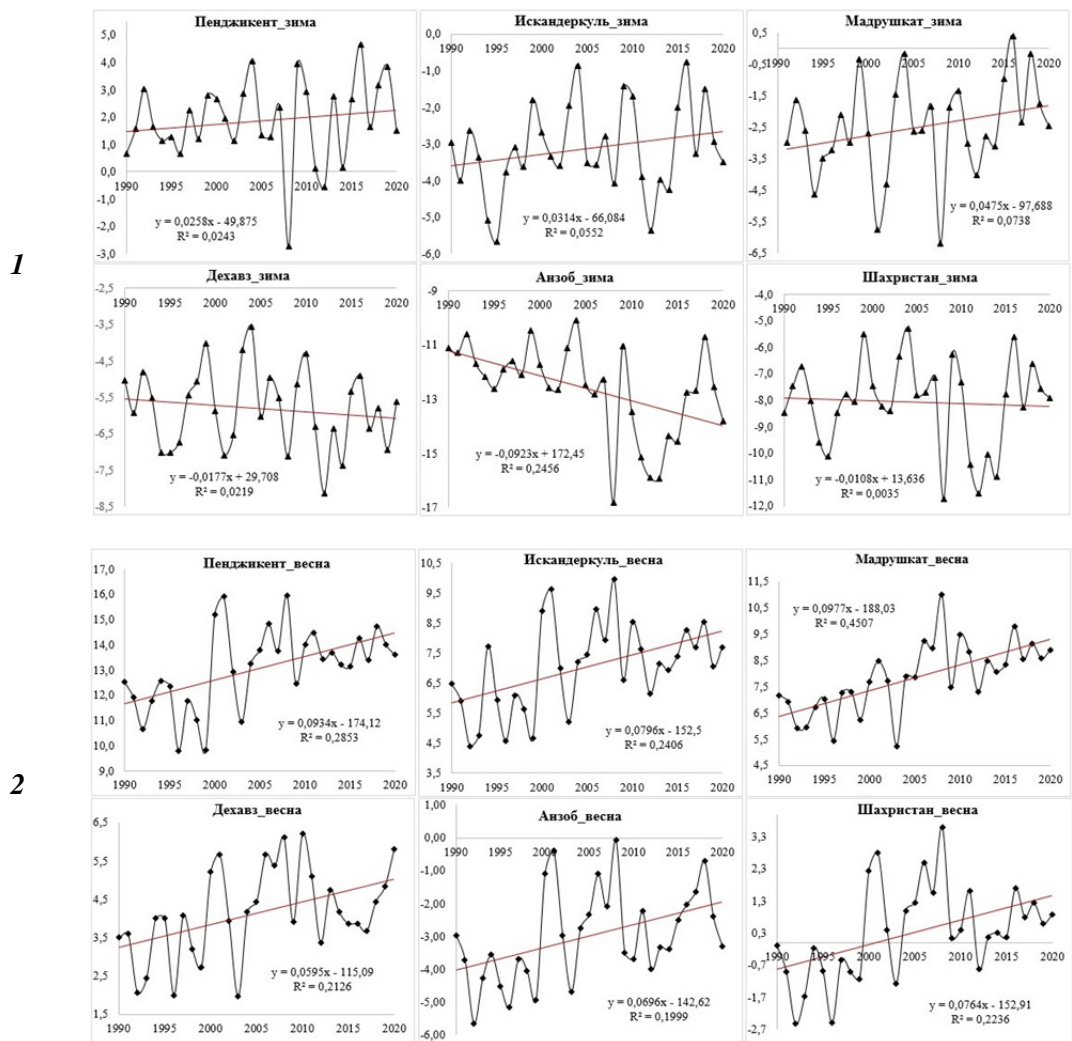


Рисунок 1 – Среднегодовые температуры воздуха по наблюдениям метеостанций Пенджикент, Искандеркуль, Мадрушкат, Дехавз, Анзоб и Шахристан за 1990-2020 гг.

Для определения хода изменения температуры воздуха в бассейне реки Зерафшан с 1990 по 2020 год проанализировали среднесезонную температуру (зимний, весенний, летний и осенний сезоны) (рисунок 2).



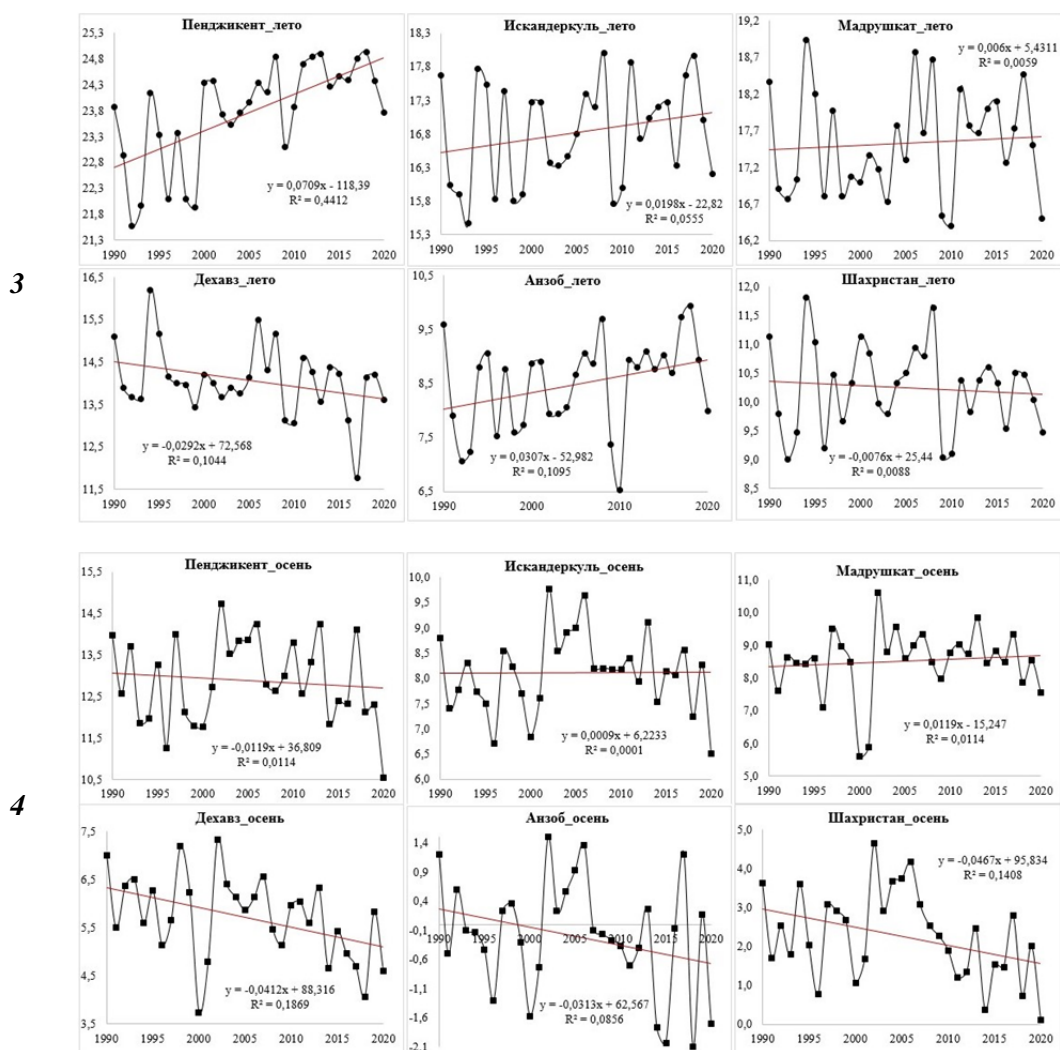


Рисунок 2 – Ход изменения среднесезонной температуры воздуха в бассейне реки Зерафшан с 1990 по 2020 г.:
1 – зима; 2 – весна; 3 – лето; 4 – осень

Рисунок 2 (1) показывает, что по данным метеостанций Пенджикент, Искандеркуль и Мадрушкат средняя зимняя температура за 1990-2020 годы имеет тенденцию к повышению. Согласно метеостанциям Дехавз и Анзоб за период наблюдений температура в этот период снизилась. По данным метеостанции Шахристан среднезимняя температура воздуха с 1990 по 2020 г. практически не изменилась.

Из рисунка 2 (2) видно, что за период наблюдений (1990-2020 гг.) средняя весенняя температура во всех зонах (Пенджикент, Искандеркуль, Мадрушкат, Дехавз, Анзоб и Шахристан) бассейна реки Зерафшан имеет тенденцию к повышению.

Кривые линии рисунка 2 (3) подтверждают, что изменение средне-летней температуры в этом бассейне имеет совершенно разные тенденции. Согласно данным метеостанций Пенджикент и Анзоб температура воздуха в 1990-2020 гг. имела тенденцию к повышению. По данным метеостанций Искандеркуль и Мадрушкат средняя температура неуклонно растёт. Однако данные метеостанций Дехавз и Шахристан показывают, что среднелетняя температура в период наблюдений снизилась.

Из рисунка 2 (4) видно, что изменение средней температуры воздуха осенью имеет тенденцию к увеличению только по данным метеостанции Мандарушкат. По данным трех высокогорных метеостанций – Анзоб, Шахристан и Дехавз средняя температура осенью снизилась за весь период наблюдений. Согласно данным метеостанции Анзоб тенденция к снижению в этот период является постоянной, а для метеостанции Искандеркуль она практически не изменилась.

Понижение температуры в зависимости от высотного положения метеостанций. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) внесла ряд изменений в свои нормативные документы и технические стандарты, которые определяют климатические нормы [13]. Наиболее значительное из изменений касалось порядка определения климатологических 30-летних периодов, кончающихся цифрой 0 (1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 и 1991-2020 гг.). Согласно [14] еще в 1998 г. ВМО приняла период с 1961 по 1990 г. как стандартный опорный период для долгосрочной оценки изменения климата. Поэтому на рисунке 3 представлены сравнительные нормы среднемесячной температуры воздуха в бассейне реки Зерафшан за два 30-летних периода – 1960-1990 и 1990-2020 гг.

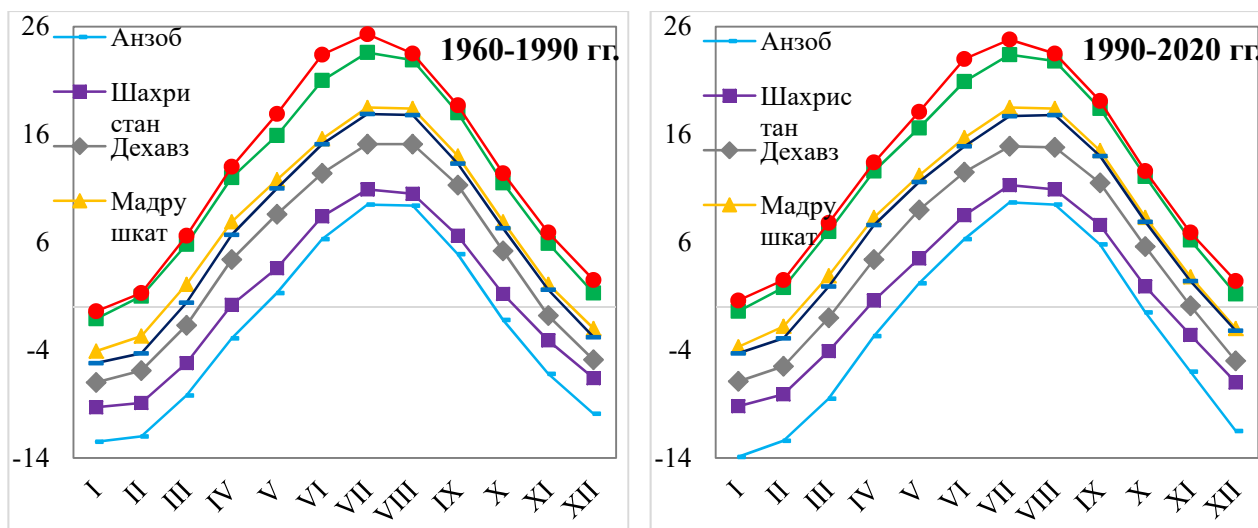


Рисунок 3 – Норма среднемесячного хода температуры воздуха в бассейне реки Зерафшан в 1960-1990 и 1990-2020 гг.

Из рисунка 3 видно, что хотя нормы среднемесячного хода температуры воздуха являются однородными для обеих периодов наблюдений, между кривыми линий есть отклонения. На рисунке видно, что начала и концы кривых линий периода 1990-2020 гг., за исключением метеостанции Анзоб, оказались немного выше, чем в 1960-1990 гг.

На рисунке 4 отражено сравнение вертикального градиента температуры воздуха за 1960-1990 и 1990-2020 гг. Колебания температуры воздуха варьируются в зависимости от высоты расположения метеостанции вдоль реки Зерафшан.

Рисунок 4 подтверждает, что с повышением географического местоположения метеостанции наблюдается понижение температуры, это называется вертикальным градиентом температуры воздуха. Однако вертикальный градиент температуры воздуха по данным за 1990-2020 гг. лежит выше вертикального градиента воздуха периода 1960-1990 гг. Из этого ясно, что температура в Зерафшанской долине за последние 30 лет повысилась по сравнению с 1960-1990 гг. на 0,5 °C в Дехавзе.

Воздействие роста температуры воздуха на отступление ледников. Повышение температуры воздуха оказывает негативное влияние на ледники, сокращаются площади оледенений, что проанализировано в ряде работ [5-12, 15-18]. Поэтому здесь обсуждаются корреляционные зависимости деградации некоторых ледников в бассейне реки Зерафшан с повышением средней температуры воздуха. Гляциодинамические данные и спутниковые съёмки показывают, что глобальное потепление климата привело к отступлению почти всех ледников Таджикистана в верховьях бассейна реки Зерафшан, а также на ледниках Федченко, Гармо, Мушкетова, Гандо, Фортамбек, Мазарский, Скогач, Бырс (Бохуд), Баральмос, Малый Октябрьский, Акбайталь, Бакчигир, Медвежий, РГО, Якарча, Диахандара, Абрамова и др. [5-7, 10, 15-16, 20]. В таблице 2 показана динамика площади некоторых ледников страны в 1980-2020 гг. (по данным Агентства по гидрометеорологии Таджикистана).

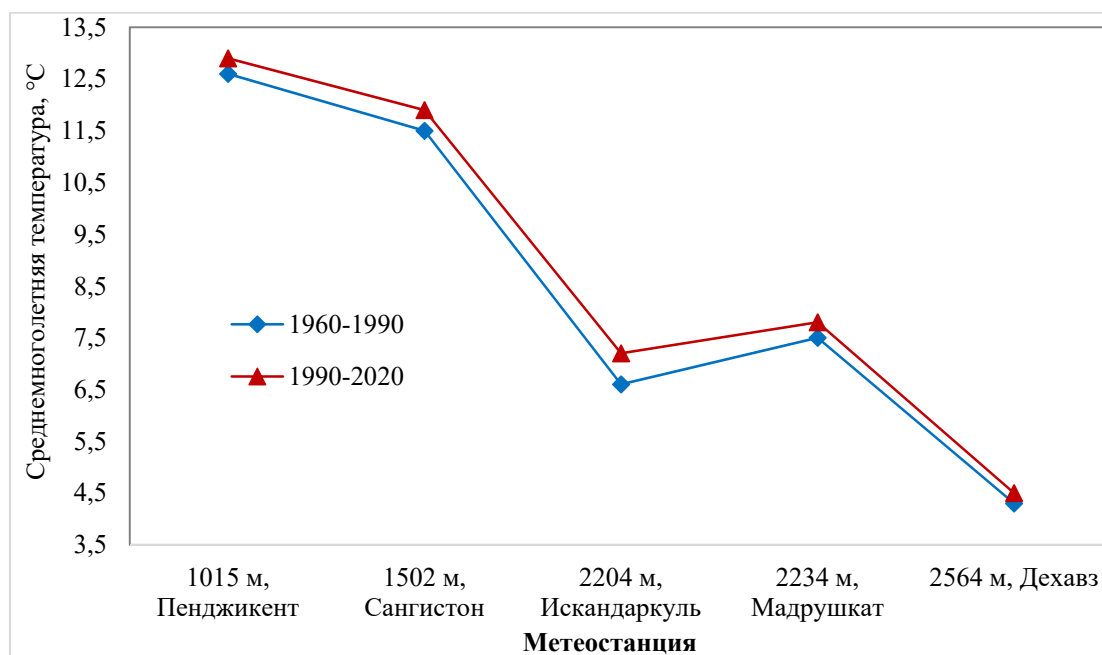


Рисунок 4 – Сравнение изменения температуры в зависимости от высоты в бассейне реки Зерафшан в 1960-1990 и 1990-2020 гг.

Таблица 2 – Динамика площади некоторых ледников Таджикистана в 1980-2020 гг.*

Ледник	Площадь ледника в 1980 г., км ²	Площадь ледника в 2020 г., км ²	Разница
Федченко	156	152	- 4
Зерафшан	133	127	- 6
Гармо	115	111	- 4
РГО	64	65	+1
Бивачный	34	41	+4
Косиненко	27	25	- 2
Медвежий	25	26	+1
Мазарский	23	21	- 2

*Источник: Агентство по гидрометеорологии Республики Таджикистан.

Из таблицы 2 видно, что за последние 40 лет под воздействием изменения климата некоторые крупные ледники потеряли свои площади и длину в километрах. Хотя данные таблицы показывают, что в этом периоде ледники РГО и Медвежий увеличились на 1 км. Такие данные не соответствуют реальности, поскольку названные ледники являются полирующими ледниками. В то же время из таблицы 2 видно, что с 1980 по 2020 год ледник Зерафшан намного больше потерял свои геометрические размеры, чем другие ледники. Следовательно [6-8, 18], многолетние анализы космоснимков ледников бассейна реки Зерафшан подтверждают, что из-за изменения климата все ледники находятся на стадии деградации.

Поскольку большинство ледников бассейна реки Зерафшан (рисунок 5) расположено в верховьях Зерафшана и Фанских гор, для определения скорости отступления ледников из-за повышения температуры использованы данные метеостанций Дехавз и Искандеркуль, которые находятся ближе всего к ледникам. Для определения влияния климатических колебаний на таяние ледника Гидрографической партией (ГПП) использовались многолетние метеонаблюдения станции Искандеркуль, а для остальных ледников – метеостанции Дехавз.

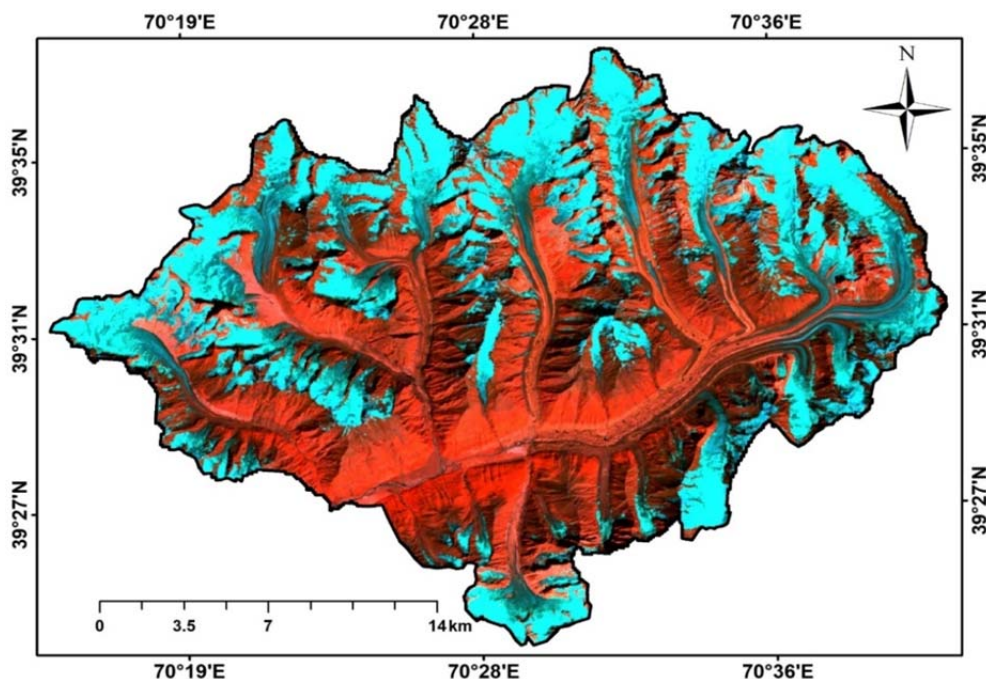


Рисунок 5 – Карта площади оледенения истока реки Зерафшан

Так как организация прямых наблюдений на ледниках горных или высокогорных районов затруднена по ряду причин (труднодоступность, финансовые ограничения и т.д.), для изучения площади, состояния, эволюции и деградации таких ледников очень удобно проводить дистанционное зондирование из космоса.

Результаты исследования и их обсуждение. Для наблюдений отступления языка ледников в верховьях этого бассейна были использованы космоснимки Landsat. Поскольку снимки Landsat имеют разрешающую способность 60 м на пиксель, то для явного определения границ ледника мы выбрали примерно декадные интервалы съёмки.

Точность положения оцифрованной границы ледника по горизонту пропорциональна $\frac{1}{2}$ линейного размера пикселя космоснимка и составляет ± 30 м. Поскольку форма языка ледников сложная, было высчитано среднее значение на основе 3-6 измерений дистанции отступления. Затем эту дистанцию пересчитывали в скорость таяния ледника за данную декаду.

Для нахождения математической взаимосвязи таяния ледников с температурами воздуха для каждой декады были рассчитаны среднегодовые значения температуры за 1977-1988, 1988-1999, 1999-2009 и 2009-2019 гг. Взаимосвязь между параметрами определяли с помощью линейной регрессии и величины аппроксимации в Excel.

Среднегодовая скорость отступления языков ледников, рассчитанная для каждой декады, представлена на рисунке 6. Среднегодовая скорость их таяния за весь период наблюдения составляет: Зерафшан – 24,4 м/год, Рама – 41,1 м/год, Россиндж – 22,7 м/год, Туро – 10,4 м/год, Дихаданг – 7,1 м/год и ГПП – 4,1 м/год.

Как следует из рисунка 6, ледник Зерафшан быстрее всех отступал во вторую декаду. Затем эта скорость резко снизилась, в четвертую декаду процесс немного ускорился.

Таяние ледника Рама (см. рисунок 6) с первой по вторую декаду ускорилось, тогда как между второй и третьей декадами немного снизилось и, наоборот, с третьей по четвертую декаду скорость отступления резко повысилась.

С первой по третью декаду отступление ледника Россиндж (см. рисунок 6) сильно замедлилось, однако в четвертой декаде заметна тенденция к ускорению.

Для ледника Туро (см. рисунок 6) по всем декадам наблюдается тенденция уменьшения скорости отступления.

Скорость таяния языков ледников ГПП и Дихаданг (см. рисунок 6) с первой по вторую декаду немного снизилась, и с небольшими колебаниями сохраняется стабильной по настоящее время.

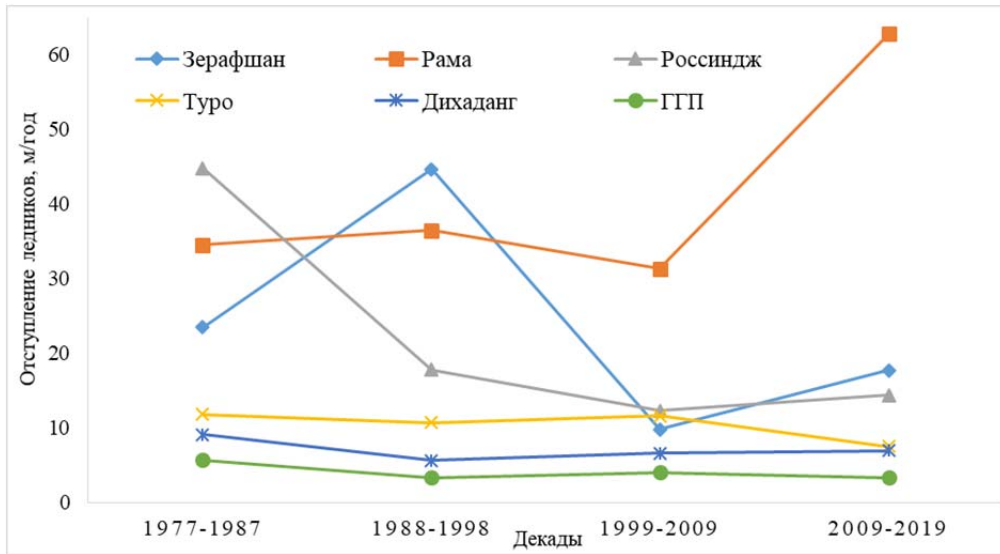


Рисунок 6 – Скорость отступления ледников в бассейне реки Зерафшан (м/год) по декадам 1977-1988, 1988-1999, 1999-2009 и 2009-2019 гг.

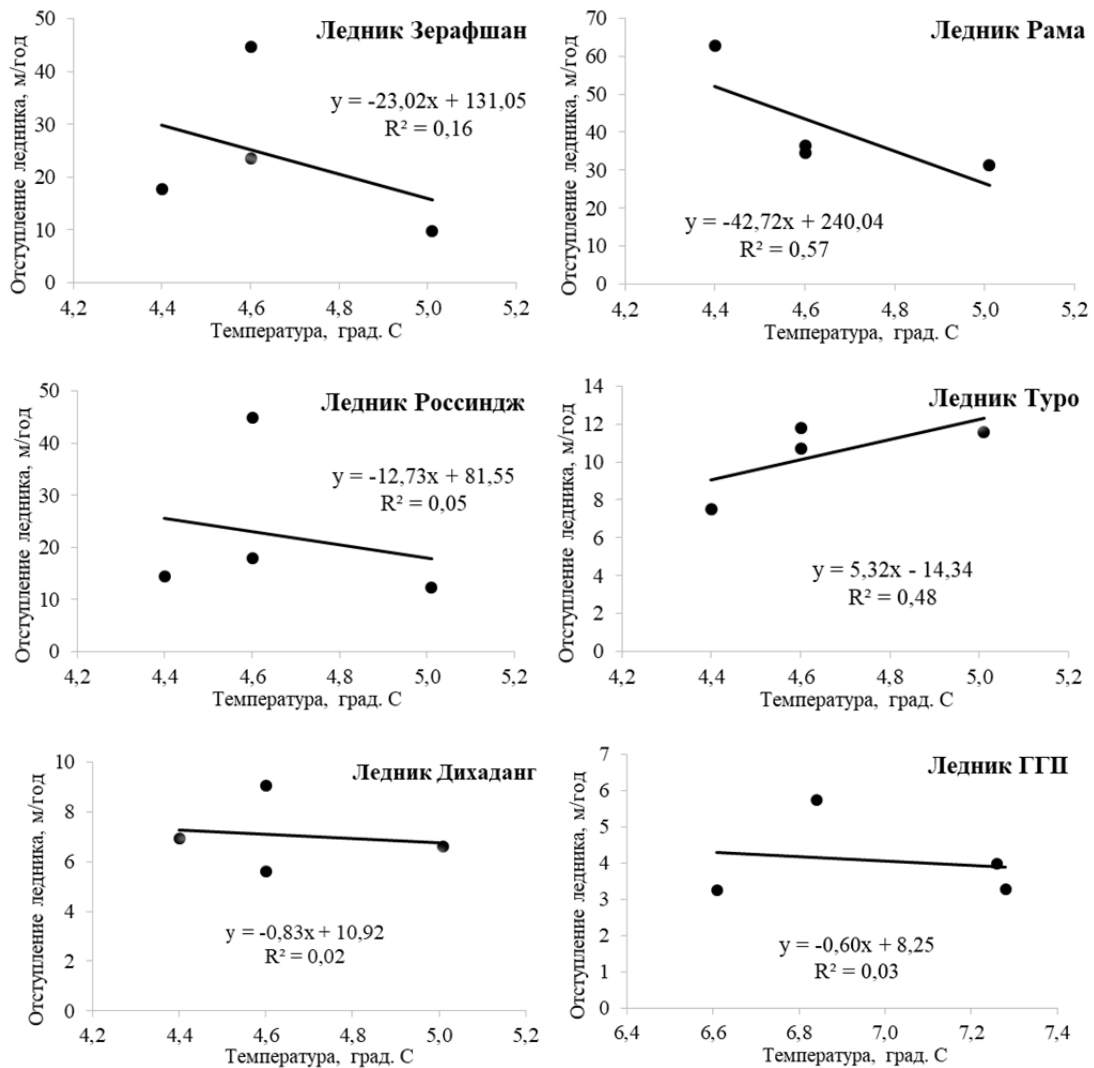


Рисунок 7 – Регрессионная зависимость среднегодовых значений температуры воздуха и средней скорости отступления ледников по декадам 1977-1988, 1988-1999, 1999-2009 и 2009-2019 гг.

На рисунке 7 показана линейная регрессионная зависимость сокращения ледников Зерафшан, Рама, Россиндж, Туро, Дихаданг и ГПП от среднегодовой температуры по четырём декадам. Регрессионная зависимость может быть признана сильной только для двух ледников – Рама и Туро. Остальные ледники показывают явно слабые связи с колебаниями средних значений температуры по декадам наблюдения.

Как видно из рисунка 7, только для ледника Туро угловой коэффициент регрессии положителен и показывает рост скорости деградации языка с повышением температуры. Во всех остальных случаях угловые коэффициенты регрессии отрицательны. Это указывает на то, что чем выше температура, тем медленнее отступает язык ледника в заданном диапазоне температурных значений. Таким образом, полученные результаты согласуются с представлением о влиянии повышения температуры на сокращение площади ледников. Однако регрессионные тренды позволили установить, что скорость этого сокращения замедляется с ростом температуры в пяти случаях из шести. Исключение составил только ледник Туро.

Заключение. Влияние температурного режима и солнечной радиации очень зависит от местоположения ледника, его экспозиции и уклона тающей поверхности, т.е. важнейшую роль играет именно микроклимат. Так, ледник Рама расположен на южных склонах хребта Туркестан, и солнечное излучение непосредственно достигает его круглый год. Ледник Туро также находится на южном склоне названного хребта, но внутри ущелья, лежащего параллельно с Туркестанским хребтом. Поэтому в осенние, зимние и весенние сезоны солнечные лучи меньше достигают его поверхности. На тех же южных склонах данного хребта расположен и ледник Россиндж. Однако рост температуры очень слабо отражается на динамике этого ледника за последние три декады (см. рисунок 6). Наряду с этими ледниками повышение температуры оказывает наименьшее влияние на скорость отступления ледника Дихаданг (см. рисунок 7), расположенного на северном склоне хребта Зерафшан. Это обуславливает малый угол наклона солнца и ледник крайне медленно отступает без каких-либо сильных колебаний во времени.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Reports – IPCC // URL: <https://www.ipcc.ch/reports/>
- [2] МГЭИК (2014). Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад / Основная группа авторов: Р. К. Пачури, Л. А. Мейер. – IPCC, 2015. – (Вклад рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад МГЭИК).
- [3] World glacier monitoring service. global glacier change bulletin (2021) // URL: <https://wgms.ch/ggcb/>
- [4] National Snow and Ice Data Center. Global glacier recession (2015) // URL: <https://wgms.ch/>
- [5] Аброров Х. Ледники Таджикистана. – Душанбе, 2017. – 147 с. (на тадж. яз.).
- [6] Курбонов Н.Б. Динамика изменения метеорологических условий и их влияние на водные ресурсы бассейна реки Зерафшан: Дис. ... к. тех. н. – Душанбе, 2019. – 156 с.
- [7] Норматов П.И., Курбонов Н.Б., Фрумин Г.Т., Норматов И.Ш. Метеорологические особенности и гидрохимия озера Искандеркуль и впадающих в него рек // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2016. – № 45. – С. 13-19.
- [8] Курбонов Н.Б., Восидов Ф.К., Мирзохонова С.О., Халимов А.М. Процесс деградации ледников верховьев бассейна реки Зерафшан в условиях современного изменения климата // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук. – 2019. – № 2. – С. 58-67.
- [9] Мухаббатов Х.М., Яблоков А.А. Снежный покров Таджикистана. – Душанбе, 2008. – 118 с.
- [10] Пильгуй Ю.Н., Саидов М.С., Хомидов А.Ш., Шакиржанова Г.Н. Ледники Таджикистана в условиях изменения климата. – Душанбе, 2008. – 116 с.
- [11] Курбонов Н.Б. Мониторинг чрезвычайных ситуаций и их зависимости от метеорологических условий в бассейне реки Зерафшан // Вестник Таджикского национального университета. – Т. 126, № 1/1. – С. 273-279.
- [12] Курбонов Н.Б., Норматов П.И. Мониторинг метеорологических условий и их влияние на состояние ледников бассейна реки Зерафшан // Известия вузов (Кыргызстан). – 2015. – № 4. – С. 82-86.
- [13] Всемирная метеорологическая организация, 2017 г.: Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм (ВМО-№ 1203). – Женева, 2017.
- [14] World Meteorological Organization, 1998: 1961–1990 Global Climate Normals (CLINO), Version 1.0 (WMO - No. 847). Geneva, 1998.
- [15] Ледники – водные ресурсы Таджикистана в условиях изменения климата // Главное управление по гидрометеорологии и наблюдениям за природной средой. – Душанбе, 2010. – 34 с.
- [16] Финаев А.Ф. Климат и оледенение // Водные ресурсы Центральной Азии. – 2004. – Т. I, № 1. – С. 55-65.
- [17] Курбонов Н.Б., Боев Б.Х., Восидов Ф.К., Халимов А.М., Кабутов Х.К. Изучение состояния и негативные последствия ледниковых озер в высокогорных районах Таджикистана // Тезисы международной конференции и школы молодых ученых, посвященные памяти Н.К. Кононовой «Климатические риски и космическая погода». – Иркутск, 2021. – С. 41.

[18] Халимов А.М., Курбонов Н.Б., Митусов А.В., Восидов Ф.К. Исследование процесса деградации ледника Гидрографической партии с учетом климатического колебания // Материалы VIII международной научной конференции «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли». – Красноярск, 2021. – С. 287-294.

REFERENCES

- [1] Reports – IPCC // URL: <https://www.ipcc.ch/reports/>
- [2] IPCC (2014). Climate change, 2014: Synthesis report / The main group of authors: R.K. Pachuri, L.A. Meyer. IPCC, 2015. (Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC) (in Russ.).
- [3] World glacier monitoring service. global glacier change bulletin (2021) // URL: <https://wgms.ch/ggcb/>
- [4] National Snow and Ice Data Center. Global glacier recession (2015) // URL: <https://wgms.ch/>
- [5] Abrorov H. Glaciers of Tajikistan. Dushanbe, 2017. 147 p. (in Tajik).
- [6] Kurbonov N.B. Dynamics of changes in meteorological conditions and their impact on the water resources of the Zerafshan river basin: Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Dushanbe, 2019. 156 p. (in Russ.).
- [7] Normatov P.I., Kurbonov N.B., Frumin G.T., Normatov I.Sh. Meteorology and Hydrochemistry of the Lake Iskanderkul and Influent Rivers // Scientific Notes of the Russian State Hydrometeorological University. 2016. N 45. P. 13-19 (in Russ.).
- [8] Kurbonov N.B., Vosidov A.M., Mirzokhonova S.O., Khalimov A.M. The process of degradation of glaciers in the upper reaches of the Zerafshan river basin in the context of modern climate change // Science and innovation. Geological and Engineering Science Series. 2019. N 2. P. 58-67 (in Russ.).
- [9] Mukhabbatov Kh.M., Yablokov A.A. Snow cover of Tajikistan. Dushanbe, 2008. 118 p. (in Russ.).
- [10] Pilguy Yu.N., Saidov M.S., Khomidov A.Sh., Shakirzhanova G.N. Glaciers of Tajikistan in the context of climate change. Dushanbe, 2008. 116 p. (in Russ.).
- [11] Kurbonov N.B. Monitoring of emergency situations and their dependence on meteorological conditions in the Zerafshan river basin // Bulletin of Tajik National University. 2014. Vol. 126, N 1/1. P. 273-279 (in Russ.).
- [12] Kurbonov N.B., Normatov P.I. Monitoring of meteorological conditions and their influence on the state of glaciers in the Zerafshan river basin // Izvestiya vuzov (Kyrgyzstan). 2015. N 4. P. 82-86 (in Russ.).
- [13] World Meteorological Organization, 2017: WMO Guidelines for the Calculation of Climate Norms (WMO - No.1203), Geneva, 2017 (in Russ.).
- [14] World Meteorological Organization, 1998: 1961–1990 Global Climate Normals (CLINO), Version 1.0 (WMO - No.847). Geneva, 1998.
- [15] Glaciers - water resources of Tajikistan in the context of climate change // Main Directorate for Hydrometeorology and Observation of the Natural Environment. Dushanbe, 2010. 34 p. (in Russ.).
- [16] Finaev A.F. Climate and glaciation // Water resources of the Central Asia. 2004. Vol. I, N 1. P. 55-65 (in Russ.).
- [17] Kurbonov N.B., Boev B.Kh., Vosidov F.K., Halimov A.M., Kabutov Kh.K. Study of the state and negative consequences of glacial lakes in the high mountainous regions of Tajikistan // Abstracts of the International Conference and the School of Young Scientists dedicated to the memory of N. K. Kononova «Climatic Risks and Space Weather». Irkutsk, 2021. P. 41 (in Russ.).
- [18] Halimov A.M., Kurbonov N.B., Mitusov A.V., Vosidov F.K. The study of stadresearch the process of degradation of the Hydrographic Party with account for climatic oscillation // Proceedings of the VIII International Scientific Conference «Regional Problems of Earth Remote Sensing». Krasnoyarsk, 2021. P. 287-294 (in Russ.).

Н. Б. Курбонов

Т.ғ.к., директордың ғылым және білім жөніндегі орынбасары
(Тәжікстан Ұлттық Ғылым академиясының су проблемалары,
гидроэнергетика және экология институты,
Душанбе, Тәжікстан Республикасы)

ЗЕРАФШАН ӨЗЕНІНІҢ БАССЕЙНІНДЕГІ МҰЗДЫҚТАРДЫҢ ДЕГРАДАЦИЯСЫНА ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖИМНІҢ ӨСЕРІН КЛИМАТТЫҚ-ГЕОГРАФИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Аннотация. Жалпы жаһандық жылыну мәселелері мен олардың Тәжікстан мұздықтарының еруіне әсері талданылады. Зерафшан өзені алабының әртүрлі аймақтарында орналасқан метеостанциялардың көпжылдық бақылауларына және екі отыз жылдыққағы (1960-1990 және 1990-2020) орташа ауа температурасының өзгеруін салыстыруға сүйене отырып, аудандағы климаттың жылыну процесі қарастырылды. Зерафшан, Рама, Россиндж, Туро, Дихаданг және ГПП мұздықтарының тілдік бөлігінің деградациясын тіркеген көпжылдық метеодеректер (ауа температурасы) мен ғарыштық түсірімдерді пайдалана отырып, бұл мұздықтардың шегінуі температураның өсуіне сызықтық регрессиялық тәуелділігі зерттеледі.

Түйін сөздер: климаттың өзгеруі, метеорологиялық деректер, температура режимі, тік температура градиенті, мұздықтардың деградациясы, регрессияға тәуелділік, Зерафшан өзенінің бассейні.

N. B. Kurbonov

Candidate of Technical Sciences, Deputy Director for Science and Education
(Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan)

**CLIMATIC-GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE REGIME
ON THE DEGRADATION OF GLACIERS IN THE ZERAFSHAN RIVER BASIN**

Abstract. The problems of global climate warming in general and their impact on the melting of glaciers in Tajikistan are analyzed. Based on long-term observations of weather stations located in different zones of the Zerafshan River basin and comparison of changes in average air temperature over two decades (1960-1990 and 1990-2020), the process of climatic warming in the area is considered. Using long-term meteorological data (air temperature) and satellite images that recorded the degradation of the linguistic part of the Zerafshan, Rama, Rossinj, Touro, Dihadang and GGP glaciers, the linear regression dependence of the retreat of these glaciers on temperature growth is investigated.

Keywords: climate change, meteorological data, temperature regime, vertical temperature gradient, degradation of glaciers, regression dependence, Zerafshan river basin.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-3-26-33.15>

УДК 556.535.6

Дж. Г. Мамедов

К. г. н., доцент, ведущий научный сотрудник
(Институт географии им. акад. Г. А. Алиева, Баку, Азербайджанская Республика)

ПОВЕРХНОСТНЫЙ СМЫВ КАК ЗЕРКАЛО ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ (на примере Ленкоранской природной области Азербайджана)

Аннотация. Изучение влияния глобального потепления климата на изменение интенсивности поверхностного смыва заслуживает особенного внимания, так как увеличилось проявление оползневых процессов в сложных по строению гетерогенных областях, к которым и относится Ленкоранская природная область. В связи с этим увеличились площади охраняемых территорий, характеризующиеся интенсивностью поверхностного смыва. Цель исследования – составление картосхемы интенсивности поверхностного смыва, а также закономерности речных водосборов области. Проведенное районирование территории по интенсивности смыва и его специфическим характеристикам распространения имеет особое значение в сельском хозяйстве. Разнообразие физико-географических факторов позволило составить картосхему интенсивности поверхностного смыва по высотным поясам. Выявлено возрастание поверхностного смыва от равнинных частей до среднегорного пояса. Наибольшая величина поверхностного смыва наблюдается в реках с паводочным режимом в нижней границе среднегорья, а с селевым режимом – выше границы среднегорного пояса. Интенсивность поверхностного смыва колеблется от 0,011 до 0,14 мм/год. Анализ картосхемы поверхностного смыва показывает, что с высоты более 800 м поверхностный смыв постепенно уменьшается с 0,09 мм/год по причине широкого распространения трудно размываемых пород.

Ключевые слова: атмосферные осадки, высотный пояс, поверхностный смыв, рельеф, речные водосборы, речные наносы, температура воздуха.

Введение. Наилучшим показателем экзогенных процессов в естественных природных условиях является поверхностный смыв. Его изменение зависит от физико-географических факторов речных водосборов [1, 2, 8]. В данное время в гидрологических исследованиях вопросы картирования поверхностного смыва выполняются на основании речных наносов [2, 4, 14].

В настоящий момент исследователи [1, 2, 5, 14] рассматривают сток наносов рек как признак поверхностного смыва в понижении рельефа.

Интерес к количественной оценке поверхностного смыва со стоком наносов вызывается активизировавшимся освоением территории с целью создания сельскохозяйственных угодий, проектирования противоэрозионных мероприятий, а также со строительством туристических объектов и прокладкой дорог. Активизация поверхностного смыва в настоящее время создает угрозы автомобильным дорогам особенно местного значения, а также строительству населенных пунктов. С этой точки зрения нами составлена картосхема речных водосборов Ленкоранской природной области.

Постановка проблемы. Поступление твердого материала в реку со склонов зависит от разветвленности речной сети и отдаленности очагов эрозии от главного русла реки. Значительная часть смываемого со склонов материала остается у их основания в виде делювия в устьях боковых притоков, а также в пределах самих склонов, террас и пойм речных долин. В связи с этим

районирование территории Ленкоранской природной области по интенсивности смыва и его специфическим характеристикам распространения имеет особое значение. Задачей исследования является составление картосхемы интенсивности поверхностного смыва в связи с потеплением климата в Ленкоранской природной области. Для количественной оценки смыва с поверхности речных водосборов используются стационарные данные стока наносов Национального департамента гидрометеорологии при Министерстве экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики.

Методика исследования. Проведено районирование на основе учета влияния физико-географических факторов на поверхности речных водосборов интенсивности смыва.

Источники данных. Материалами исследования послужили данные стационарных наблюдений над среднегодовыми расходами взвешенных наносов, проводимые департаментом гидрометеорологии при Министерстве природных ресурсов Азербайджанской Республики до 2000 года, и расходы воды 2015 года, а также экспедиционные наблюдения. Поэтому необходимо было удлинить короткие ряды расхода взвешенных наносов с помощью связи $Q_{cp} = f(Q_{cp,дл.})$, $R_{cp,мес.} = f(Q_{cp,мес.})$ и $R_{cp,год} = f(Q_{cp,год})$. Пользуясь этими связями, мы продлили стационарные данные стока наносов с 2000 по 2015 год включительно (см. таблицу).

Характеристики поверхностного смыва

Река–пункт	Площадь бассейна, км ²	Общий сток наносов, тыс. т	Слой смыва, мм/год	Денудационный метр, лет
Виляшчай – г. Ярдымлы	320	15	0,024	41 666
Виляшчай – с. Такдам	428	120	0,14	7143
Виляшчай – с. Шыхлар	785	120	0,076	13 158
Шаратук – с. Такдам	236	42	0,089	11 236
Маталичай – с. Халфалар	79.3	4.1	0,026	38461
Боладычай – с. Дырьян	60.5	7.1	0,059	16 949
Ленкоранчай – с. Сифидор	893	230	0,13	7692
Ленкоранчай – г. Ленкоран	1040	110	0,053	18 868
Тангеруд – с. Ваго	153	5.3	0,017	58 823
Истису – с. Алаша	60	1.3	0,011	90 909

Результаты исследования. Усиление водно-эрозионных и денудационных процессов тесно связано с нерациональным использованием природных ресурсов, в частности уничтожением лесов, распашкой водосборов и чрезмерным перевыпасом скота. В этой связи поверхностный смыв наиболее характерен для рассматриваемого региона. Все это требует анализа влияния совокупности природных факторов на интенсивность поверхностного смыва, а также составления картосхемы, а уже на ее основе выявления закономерностей поверхностного смыва. В распространении интенсивности поверхностного смыва особую роль играют среднегодовые расходы взвешенных наносов рек.

Исследования показывают, что речные наносы образуются за счет продуктов выветривания и размыва русла. Хотя поверхностный смыв на водосборе наблюдается повсюду, однако интенсивность его на отдельных участках разная. Картирование поверхностного смыва на базе стока наносов в реках, особенно за счет выпадения ливневых осадков, изучено слабо.

Учитывая особенности поверхностного смыва, ряд ученых [1, 2, 9-11] провели районирование. Хотя такие исследования на водосборах рек республики ранее уже были [1], но из-за возрастания стационарных наблюдений пришлось заново подробно рассмотреть этот вопрос.

Природные условия Ленкоранского региона, в отличие от других районов Азербайджана, характеризуются умеренно влажным субтропическим климатом. На территориях водосборов рек показатели поверхностного смыва имеют большое разнообразие. Это объясняется разной степенью влияния хозяйственной деятельности, а также глобальным изменением климата. В южной части Каспийского моря созданы условия формирования умеренного влажного субтропического

климата, в результате море в зимний период не замерзает. Деревья в набережной части моря цветут до конца весеннего периода. Например, на дачах Апшеронского полуострова, расположенных вблизи мелководных берегов Каспийского моря, миндальные деревья, по сравнению с внутренней частью континента, расцветают на 10 дней раньше. Данный фактор должен хорошо проявляться в Ленкоранской природной области в связи большой теплоемкостью воды одноименной впадины моря.

В районе горных хребтов особенно влияют на характер выпадения атмосферных осадков их ступенчатость и параллельность. Наряду с этим в последние годы в связи с влиянием глобального потепления климата в верховьях водосборной части увеличилось накопление продуктов выветривания. Это повышает интенсивность поверхностного смыва, приводит к изменению экологической среды в водосборных зонах рек.

Хотя высота рельефа достигает 2000-2443 м, но контрастность их орографии сильно отличается [6, 7]. Обладая специфичной характеристикой, конфигурация речных водосборов зависит от направления хребтов, экспозиции склонов, вертикального расчленения рельефа, атмосферных осадков, а также близости Каспийского моря. Влажный субтропический характер территории, а также своеобразность рельефа создают условия для свободного проникновения холодных воздушных масс с севера, северо-востока, которые способствуют неравномерному выпадению атмосферных осадков. Интересно, что в пункте Астара, расположенном на высоте -23 м над уровнем моря, количество выпавших среднемноголетних атмосферных осадков за 1891-1950 годы составило 1292 мм, в 1993 г. оно достигло 1534 мм, а в 1999 г., наоборот, уменьшилось до 924 мм. Подобная тенденция также наблюдалась и в других пунктах. Например, в пункте Гейтепе на абсолютной высоте 2 м за 1891-1950 годы выпало 535 мм атмосферных осадков, в 1993 г. они возросли до 804 мм, а в 2004 г., наоборот, уменьшились до 409 мм.

В пункте Ленкорань на абсолютной высоте 37 м за 1891-1950 годы количество выпавших атмосферных осадков составило 1250 мм, в 1995 г. оно возросло до 1573 мм, а после 1995 г. снизилось до 716 мм. В пункте Ярдымлы на абсолютной высоте 730 м за 1891-1950 годы количество выпавших атмосферных осадков составило 600 мм, в 1993 г. данный показатель достиг 820 мм, а в 2002 г. оно сократилось до 446 мм.

В пункте Колас, расположенном на высоте 1567 м, количество атмосферных осадков в 2002 г. было 195 мм, а в 2004 г. их величина возросла до 471 мм. В Билясуваре количество выпавших атмосферных осадков в 1998 г. составило 196 мм, а в 2003 г. – 491 мм [3, 20]. По мнению указанных исследователей, по сравнению с 1961-1990 гг., за последние 15-20 лет на этих территориях наблюдается уменьшение атмосферных осадков.

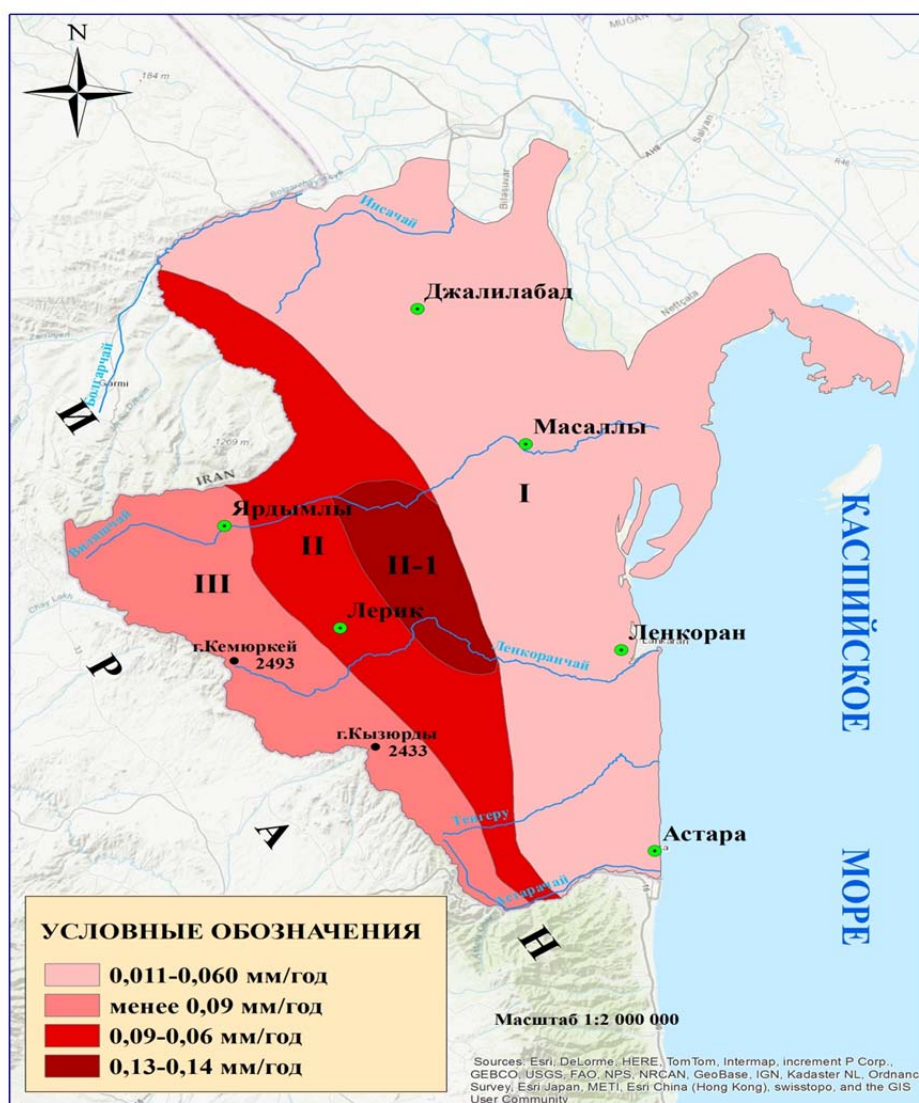
Наше исследование показывает, что по сравнению с 1891-1950 гг. в 1993 г. в пунктах Ленкорань, Астара, Гейтепе и Ярдымлы наблюдалось увеличение выпадения атмосферных осадков (соответственно в 1,26, 1,19, 1,5 и 1,37 раза). Однако после 1993 г. отмечается серьезное сокращение выпадения атмосферных осадков. Например, в пункте Ленкорань в 1995 г. – в 2,19 раза, в пункте Астара в 1999 г. – в 1,66 раза, в пункте Гейтепе в 2004 г. – в 1,87 раза и в пункте Ярдымлы в 2002 г. – в 1,84 раза. Вероятной причиной может быть изменение климата, связанное с повышением температуры воздуха [3, 13].

По мнению исследователей, за последние 52 года (1961-2012), а особенно в 2010 г., климат оказался наиболее теплым [3]. К примеру, в 2010 г. в пункте Астара среднегодовая температура воздуха составила 16,7⁰С, в Гейтепе – 16,6⁰С, в Ленкоране – 6,2⁰ С, в Ярдымлы – 14⁰С, в Калвазе – 10,3⁰С. Если на Ленкоранской низменности разница изменения температуры воздуха составляет 0,2-0,7⁰С, то в горных областях на высотах 730-1567 м разница достигает 4⁰С. Это объясняется относительно малой солнечной радиацией из-за большого уклона склонов в горных областях по сравнению с равнинными. Указанные признаки при распределении температуры воздуха и атмосферных осадков характеризуют условия формирования речных наносов и воды. Различия в количестве стока воды и наносов отражаются на специфике поверхностного смыва. Интенсивность поверхностного смыва характеризуется общими стоками наносов и устанавливается в т/км² или мм/год. Она определяется уравнением

$$h_3 = \frac{W \cdot 10^9}{\gamma F \cdot 10^{12}} = \frac{W}{\gamma F \cdot 10^3}, \text{ мм.}$$

Здесь W_n – среднегодовой сток наносов, т; F – площадь водосбора, m^2 ; γ – объемный вес коренных пород, слагающих речные водосборы, в среднем 2 т/км^2 [1, 5]; 10^9 и 10^{12} – переходные коэффициенты соответственно от m^3 в mm^3 и от km^2 в mm^2 .

Обсуждение результатов. Нами на примере рек Ленкоранской природной области в 11 стационарных пунктах вычислена интенсивность поверхностного смыва. В результате выявлены закономерности поверхностного смыва в Ленкоранской природной области и на ее основе было проведено районирование по интенсивности смыва и их специфическим характеристикам распространения. Анализ величин поверхностного смыва показывает, что его изменение колеблется от 0,011 до 0,14 мм/год. Наибольшая величина наблюдается в пункте Виляшчай – с. Такдам (0,14 мм/год), а наименьшая – р. Истисучай – с. Алаша (0,011 мм/год). Вычисленные величины слоя смыва были нанесены на карту Ленкоранской природной области, где по ним проведены изолинии интенсивности смыва с поверхности водосборов рек (см. рисунок).



Изменение интенсивности смыва с поверхности территории Ленкоранской природной области

Анализ составленной картосхемы выявил изменения интенсивности поверхностного смыва в Ленкоранской природной области.

Отметим, что полосы участков на картосхеме между изолиниями являются поясами, показывающими величину слоя смыва.

Результаты взаимодействия тектоники и эрозии за последние годы в основном зависят от скорости тектонических движений, интенсивности оползней, а также возрастания количества продуктов выветривания за счет глобального потепления климата [6-7, 12]. В этом отношении составленная картосхема изменения интенсивности поверхностного смыва хорошо согласуется с влиянием глобального потепления климата на Ленкоранскую природную область (см. рисунок).

На наш взгляд, амплитуду тектонических поднятий со слоем интенсивности поверхностного смыва и скорость смыва горной части Ленкоранской природной области можно экстраполировать на весь неотектонический этап. Скорость тектонических поднятий компенсируется скоростью экзогенных процессов. Интересно, что в Ленкоранской природной области величина слоя смыва с высотой, включая среднегорье, возрастает. Это объясняется преобладанием количества продуктов выветривания, благодаря которым активизируется интенсивность поверхностного смыва в среднегорьях. Хотя выпадение атмосферных осадков и влияние хозяйственной деятельности в низкогорье и равнинной части высокое, однако величина поверхностного смыва оказалась меньше. Это объясняется аккумулятивной равнинной частью территории и наличием лесного покрова, которые препятствуют интенсивности смыва. С этой точки зрения на исследуемой территории наблюдается 3 высотных пояса распространения поверхностного смыва [9-12].

Причиной распространения поверхностного смыва является также взаимосвязь формирования стока наносов с комплексом природных факторов. Это требует уточнения закономерностей интенсивности поверхностного смыва от прежних данных [1]. Общая площадь исследуемой территории составляет 5633,7 км².

В высотном отношении I пояс расположен ниже 400 м над ур. моря. Он охватывает равнинную часть территории и его площадь равна 3378 км². В Ленкоранской низменности в основном распространён лесной покров. Это вызывает формирование мощного слоя почвы и проявление органического выветривания.

В этом поясе интенсивность поверхностного смыва изменяется от 0,011 до 0,060 мм/год. Среднее значение поверхностного смыва равно 0,036 мм/год. Среднегодовой объём денудации – 0,121608 км³. Выпадающее количество атмосферных осадков в поясе – 1700 мм [13]. Хотя в этом поясе атмосферные осадки выпадают больше, но поверхностный смыв из-за большой площади лесного покрова слабый.

II пояс расположен между изолиниями 400-800 м над ур. моря с площадью 1005,7 км². Здесь распространены осадочные породы III-IV периода [6, 7]. Территория охватывает в основном горную и частично низменную части. Поверхностный смыв пояса колеблется от 0,06 до 0,09 мм/год. Его средняя величина равна 0,086 мм/год. Объём денудации – 0,0864902 км³. Внутри пояса расположен один микрорайон (II,1) с площадью 315,8 км² – между р. Ленкоранчай – с. Сфидор и р. Виляшчай – с. Такдам с интенсивностью смыва 0,135 мм/год. Объём денудации 0,042633 км³.

Общий объём денудации пояса составляет 0,1291232 км³. Количество выпадения атмосферных осадков 1000 мм [3, 13]. Растительный покров состоит частично из лесов и горных лугов.

III пояс расположен выше 800 м над ур. моря с площадью 934,2 км². Здесь поверхностный смыв менее 0,09 мм/год. Его средняя величина 0,057 мм/год. Объём денудации равен 0,0532494 км³. Территория имеет горный рельеф. Здесь широко распространены трудно размываемые вулканогенно-осадочные породы III периода. Они встречаются в виде продуктов морозного выветривания.

Анализ составленной картосхемы показывает, что поверхностный смыв от низкогорья, включая и II пояс, увеличивается, а выше его постепенно уменьшается. Средняя величина поверхностного смыва исследуемой территории составляет 0,058 мм/год.

Это значение по сравнению с 1970-ми годами (0,03 мм/год) стало в 1,93 раза больше, чем наблюдалось прежде [1, 12]. По-видимому, существенную роль играет влияние глобального потепления климата локального значения территории. Среднегодовой объём денудации 0,3267546 км³, а денудационный метр составляет 17241 год.

Воздействие различных факторов на поверхностный смыв в Ленкоранской природной области носит сложный характер. Причинами здесь могут быть усиление влияния хозяйственной деятельности, активизация оползневых процессов, тектоническое поднятие в последние годы.

Из-за комплекса разных факторов поверхностный смыв изменяется от 0,011 до 0,14 мм/год. Выявлено, что наибольшие величины поверхностного смыва наблюдаются в верхней границе среднегорья.

На основании районирования территории по интенсивности поверхностного смыва установлена закономерность высотных поясов.

Однако в отличие от Большого и Малого Кавказа в Ленкоранской природной области интенсивность поверхностного смыва до среднегорья возрастает [1, 2]. Поверхностный смыв после этого постепенно уменьшается.

Выводы. В результате научных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Картограмма, составленная по данным интенсивности поверхностного смыва, характеризуется более содержательным анализом влияния на него местных физико-географических условий и выявлением локальных участков горных склонов, в разной степени подверженных поверхностному смыву.

2. Картограмма выявляет важнейшие закономерности проявления поверхностного смыва в Ленкоранской природной области в зависимости от морфоструктурных и морфоклиматических условий.

3. Картограмма поверхностного смыва позволила выделить три пояса: I пояс занимает большую площадь (3378 км²) по сравнению с остальными поясами (соответственно II – 1005,7 км², III – 934,2 км²):

I пояс – среднее значение интенсивности поверхностного смыва низкое – 0,036 мм/год, причиной является равнинный рельеф;

II пояс характеризуется самым высоким средним значением интенсивности поверхностного смыва – 0,086 мм/год, что связано с потеплением климата, тектоническим поднятием и активизацией оползневых процессов;

в III поясе поверхностного смыва наблюдается почти идентичное значение – 0,057 мм/год с широким распространением трудноразмываемых вулканогенно-осадочных пород третичного периода.

4. Картограмма выделенных зон интенсивности смыва по высотным поясам может быть использована при исследовании неизученных рек территории, а также для проведения противо-селевых мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ахундов С.А. Сток наносов горных рек Азербайджанской ССР. – Баку: Элм, 1978. – 98 с.
- [2] Бахшалиев Г.Б. Смыв с поверхности частных площадей водосборов рек Малого Кавказа // ДАН АзербСССР. – Баку, 1981. – Т. XXXVII, № 1. С. 64–68.
- [3] Ахмедова Дж. Н., Тагиева У.Р. Проявления изменения климата в Ленкоранской области // Труды Географического общества Азербайджана. Отношения человека и окружающей среды. – Баку, 2017. – Т. XX. – С. 317- 322.
- [4] Хмаладзе Г.Н. Выносы наносов реками Черноморского побережья Кавказа. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 167 с.
- [5] Габриелян Г.К. Интенсивность денудации на Кавказе // Геоморфология. – Москва: РАН, 1971. – № 1. – С. 22-27.
- [6] Гурбанов Т.Р. Экзогенные рельефообразующие процессы Ленкоранской природной области и ареалы экогеоморфологической напряженности // Труды Географического общества Азербайджана. – Баку, 2017. – Т. 19. – С. 65-69.
- [7] Гурбанов Т.Р., Гаджиев В.Д. История развития и становления рельефа Талыша // Известия АН АзербСССР. Сер. наук о Земле. – Баку, 1988. – № 6. – С.31–35.
- [8] Лопатин Г.В. Наносы рек СССР. – М.: Географгиз, 1952. – 366 с.
- [9] Мамедов Дж. Г. Распределение интенсивности смыва селевых наносов азербайджанской части Большого Кавказа // Современные проблемы комплексного и рационального использования водных ресурсов. – Баку, 2007. – № 4. – С. 17–24 (на азерб. языке).
- [10] Мамедов Дж. Г., Расулов З.Р. Районирование горной территории Малого Кавказа и Талыша по особенностям изменчивости годового стока взвешенных наносов рек // Географические проблемы обеспечения экологической безопасности природно-хозяйственных систем: Труды Географического общества Азербайджана. – Баку, 2009. – Т. XIV. – С. 375-380.
- [11] Мамедов Дж. Г. Районирование территории Большого Кавказа по изменчивости наибольших расходов взвешенных наносов рек // Известия Русского географического общества. – Санкт-Петербург, 2011. – Т. 143, вып. 4. – С. 60-67.
- [12] Мамедов Дж. Г. Сель как фактор разрушения гор (на примере селей азербайджанской части Большого Кавказа) // Вестник КемГУ, серия биологические, технические науки и науки о Земле. – Кемерово, 2018. – № 1. – С. 61-67.
- [13] Шыхлинский Э. М. Атмосферные осадки. Климат Азербайджана. – Баку, 1968. – С. 152-186.
- [14] Щеглова О.П. Формирование стока взвешенных наносов и смыв с горной части Средней Азии // Тр. САНИГМИ. – Ленинград, 1972. – Вып. 60(75). – 228 с.

REFERENCES

- [1] Akhundov S.A. Runoff of alluvium of mountain rivers of the Azerbaijan SSR. Baku, 1978. 98 p. (in Russ.).
- [2] Bakhshaliev G.B. Washing off the surface of private areas of river catchments. Lesser Caucasus // DAN AzerbSSR. Baku, 1981. Vol. XXXVII, N 1. P. 64-68 (in Russ.).
- [3] Ahmadova J.N., Taghiyeva U.R. Influence climate change in Lehan region // Proceedings of the Geographical Society of Azerbaijan. Relations between man and the environment. Baku, 2017. Vol. XX. P. 317-322 (in Russ.).
- [4] Khmaladze G.N. Carrying out of sediments by the rivers of the Black Sea coast of the Caucasus. L.: Gidrometeoizdat, 1978. 167 p. (in Russ.).
- [5] Gabrielyan G.K. Intensity of denudation in Caucasus // Geomorphology. Moscow: Russian Academy of Sciences, 1971. N 1. P. 22-27 (in Russ.).
- [6] Gurbanov T.R. The tectogenous relief-forming processes in Lankaran natural region and areas of tectogeomorphological tension // Proceedings of geographical society of Azerbaijan. Baku, 2017. Vol. XIX. P. 65-69 (in Russ.).
- [7] Gurbanov T.R., Gadzhiev V.D. History of development and formation of the relief of Talysh // News AN AzerbSSR. Ser. Earth sciences. Baku, 1988. N 6. P. 31-35 (in Russ.).
- [8] Lopatin G.N. The alluvium of the rivers of the USSR. M.: Geographese, 1952. 366 p. (in Russ.).
- [9] Mamedov J.H. Distribution of washout intensity of mud deposits in the Azerbaijan part of the Great Caucasus // Modern problems of integrated and rational use of water resources. Scientific-Research Institute of Water Problems of Azerbaijan. Baku, 2007. N 4. P. 17-24 (in Azerb.).
- [10] Mammadov J.H., Rasulov Z.R. Division into regions of the mountains territory caucasus and talysn on the peculiarities of changeability of annual flow of suspended alluviums of the rivers. Baku, 2009. – pp. 375–380 (in Russ.).
- [11] Mammadov J.H. Regioning of the area of Great Caucasus according to the changeability of the greatest expenditure raise of alluvium of rivers // Bulletin of Russian geographical society. Sankt Petersburg, 2011. Vol. 143, issue 4. P. 60-67 (in Russ.).
- [12] Mammadov J. H. Mudflow as a factor in the destruction of mountains (on the example of mudflows in the Azerbaijan part of the Greater Caucasus) // Bulletin of Kem GU, series: Biological, technical and Earth sciences. Kemerovo, 2018. N 1. P. 61-67 (in Russ.).
- [13] Shikhlini E. M. Atmospheric precipitation. The Climate of Azerbaijan. Baku, 1968. P. 152-185. (in Azerb.).
- [14] Shcheglova O.P. 'Formation of suspended sediment runoff and washout from mountainparts of Central Asia // Tr. SANIGMI. L., 1972. N 60(75). 228 p. (in Russ.).

Дж. Г. Мамедов

Г. ғ. к., доцент, жетекші ғылыми қызметкер
(Акад. Г. А. Алиев атындағы география институты, Баку, Әзірбайжан Республикасы)

ЖАЗЫҚТЫҚ ШАЮ ЭКЗОГЕНДІК ҮДЕРІСТЕРДІҢ КӨРІНІСІРЕТІНДЕ (Әзірбайжанның Ленкоран табиғи аймағының мысалында)

Аннотация. Климаттың жаһандық жылынуының жазықтық шаюдың қарқындылығының өзгеруіне әсерін зерттеуге ерекше назар аудару қажет, себебі Ленкоран табиғи аймағының аумағы кіретін құрылымы күрделі гетерогенді аймақтарда жылжыма процестерінің дамуы өсті. Осыған байланысты жазықтық шаюдың қарқындылығымен және осы процестердің көріну заңдылықтарымен сипатталатын қорғалатын табиғи аймақтардың аумағы ұлғайды. Зерттеудің мақсаты болып жазықтық шаюдың қарқындылығының картографиялық схемасын, сондай-ақ Ленкоран табиғи аймағының өзен алаптарының заңдылықтарын құру табылады. Ленкоран табиғи аймағының аумағын жазықтық шаюдың қарқындылығы және оның таралуының ерекше сипаттамалары бойынша аудандастыру ауыл шаруашылығында ерекше маңызға ие. Физикалық-географиялық факторлардың әртүрлілігі бізге биіктік белдеулеріндегі жазықтық шаю қарқындылығының картасын жасауға мүмкіндік берді. Жазықтық шаюдың жазық бөліктерден орта тау белдеуіне қарай өсуі анықталды. Жазықтық шаюдың ең үлкен мөлшері орта таулардың төменгі шекарасындағы тасқын режимі бар өзендерде, ал сел режимі бар өзендерде – орта таулы белдеудің шекарасынан жоғары байқалады. Аумақ шегіндегі жазықтық шаюдың қарқындылығы жылына 0,011-ден 0,14 мм-ге дейін ауытқиды. Жазықтық шаюдың картографиялық схемасын талдау көрсеткендей, 800 м-ден жоғары биіктіктен бастап, шайылуы қиын жыныстардың кең таралуына байланысты жазықтық шаюдың мөлшері жыл сайын 0,09 мм-ден біртіндеп азаяды.

Түйін сөздер: атмосфералық жауын-шашын, биіктік белдеуі, жазықтық шаю, рельеф, өзеннің су жинау алабы, өзен тасындылары, ауа температурасы.

J. H. Mammedov

Candidate of geographical sciences, docent, leading researcher
(Institute of Geography named after acad. H. A. Aliev, Baku, Azerbaijan)

**SURFACE WASHING AS A MIRROR OF EXOGENOUS PROCESSES
(on the example of the Lankaran natural region of Azerbaijan)**

Abstract. At the present time, the study of the influence of global warming on the change in the intensity of surface runoff deserves special attention, because the occurrence of landslide processes in complex and heterogeneous regions, which includes the territory of the Lankaran natural region, increased. Due to this, the areas of protected territories, characterized by the intensity of surface washing and the regularity of the manifestation of these processes, have increased. The purpose of the study is to compile a map of the intensity of surface runoff, as well as the regularity of river watersheds in the Lankaran natural region. The conducted zoning of the territory of the Lankaran natural region according to the intensity of washing and its specific distribution characteristics has a special importance in agriculture. A variety of physical and geographical factors allowed us to draw up a map of the surface wash intensity in high altitude zones. An increase in surface runoff from the flat parts to the middle mountain belt has been revealed. The largest amount of surface runoff is observed in rivers with a flood regime in the lower border of the middle mountains, and with a mud regime – higher borders of the middle mountain belt. The intensity of surface runoff within the territory ranges from 0.011 to 0.14 mm/year. The analysis of the map of surface erosion shows that, starting from a height of more than 800 m, the amount of surface erosion gradually decreases from 0.09 mm/year due to the widespread distribution of difficult-to-erode rocks.

Keywords: atmospheric precipitation, high-altitude zone, surface runoff, relief, river basins, river sediments, air temperature.

А. З. Таиров

К.г.н., старший научный сотрудник
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ВОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДОЕМОВ БАССЕЙНА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК КАЗАХСТАНА

Аннотация. Проанализированы вопросы обеспеченности водными ресурсами и повышения уровня водной безопасности страны, адаптивные способы регулирования речного стока. Рассмотрено использование природных водоемов трансграничных рек Казахстана как «природных емкостей», выступающих в качестве естественных «водохранилищ» сезонного регулирования. Процесс адаптивного управления основывается на направленном воздействии на систему регулирования по принципу три «у»: уловить, удержать и упорядочить паводковый и/или половодный сток.

Ключевые слова: природные водоемы, природная емкость, водные ресурсы, водообеспеченность, трансграничные реки, водная безопасность, адаптивные способы.

Введение. Цифровая эра с передовыми технологиями и элементами «искусственного интеллекта» качественно преобразовала жизненную среду, обеспечила объемную обработку «массивов данных», многократно повысив оперативность реагирования на любое отклонение природных процессов и явлений – немыслимые для человеческого воображения объемы задач и решений.

Казалось, что применение современных технологий во всех сферах жизнеобеспечения снизит степень уязвимости и повысит уровень безопасности жизнедеятельности. Однако неопределенность условий и стохастичность природных процессов и явлений ставят под сомнение основы существования самого человечества в виде глобальных угроз и разной степени рисков.

За последние десятилетия повторяемость природных катаклизмов и аномально опасных погодных проявлений по всему миру значительно возросла. Аномальное маловодье и засухливость в Центрально-Азиатском регионе сильно повлияли на устойчивость агропромышленных комплексов, что заставило скорректировать стратегию развития сельского хозяйства – важнейшего элемента обеспечения продовольственной безопасности.

В докладе международной организации отмечается [1], что если не предпринять определенные меры, то человечество столкнется с 40-процентным вододефицитом уже к 2030 году. Страны, расположенные в аридных зонах и зависящие от трансграничного стока, будут наиболее остро ощущать нехватку водных ресурсов. К числу таких стран относится и Казахстан.

Постановка проблемы. Один из значимых показателей уровня водной безопасности, определяющих обеспеченность водными ресурсами Казахстана, оценивается в объеме 100,5 км³ в год [2]. На первый взгляд, объем воды достаточен, однако «реальный» доступный ресурс на 10 % меньше оцениваемого. Население Казахстана обеспечено природной водой в объеме 5,3 тыс. м³/год на человека.

Сравнительный анализ статистических данных за последние десятилетия позволяет заключить, что среднедушевая водообеспеченность в стране сократилась на 16,0 %, или снизилась на 1 тыс. м³ в год на 1 жителя. Принимая во внимание последствия климатических изменений и антропогенного воздействия, водообеспечение населения, развитие экономики и поддержание водной экосистемы с учетом демографических перспектив вызывают особую тревогу.

В системе водного баланса страны доля трансграничного стока составляет около 50 %. Как известно, природная вода обладает особым свойством – текучестью. Из чего возникает необходимость в удерживании «транзитного стока» там, где это нужно в должном объеме и качестве в вегетационный период (в сезон полива) или в течение всего года в системе непрерывного водоснабжения (промышленное, коммунально-бытовое) при условии постоянного нахождения

необходимого объема воды в русле водотока. Такую функцию накопления и последующего использования стока выполняют инженерные сооружения.

С учетом трансграничности водотоков возведение гидротехнических сооружений на таких реках без предварительных согласований со странами бассейна неприемлемо.

Методика исследований. Применены методы сравнительного анализа, физико-географической аналогии, экосистемный подход, ситуационный анализ.

Источники данных. Используются материалы экспедиционных исследований, материалы научных публикаций.

Основная часть. Главная особенность формирования водных ресурсов страны – аридность (засушливость) климата, определяемая географическим расположением водосборной части водотоков и стокоформирующими факторами (осадки, почва, испарение, экспозиция склонов и т.д.). Природные факторы в разных районах проявляются различно. В одних речных бассейнах и на их водотоках наблюдается достаточный объем воды или ее избыток, тогда как в других – острая нехватка или же вододефицит. Необходимо отметить другую особенность водотоков – трансграничность крупных рек Казахстана и расположение территории страны в их нижних (Иле, Сырдария, Жайык) или средних (Ертис) течениях.

Многолетняя эксплуатация инженерных сооружений на водотоках как средств управления речным стоком доказала надежную эффективность в системе распределения воды во времени и в пространстве. Так, в бассейне трансграничной реки Сырдария расположены 5 наиболее значимых гидросооружений на территории четырех центрально-азиатских государств (см. таблицу).

Однако в системе регулирования водных ресурсов бассейна эффективность водоотдачи инженерных сооружений составляет 74 %. «Непродуктивным объемом» является 26 %, или 8,53 км³ воды, – это намного больше, чем весь годовой сток полноводной реки Буктырма – правобережного притока реки Ертис – колоссальный объем влаги для засушливого Центрально-Азиатского региона.

Значимые гидротехнические сооружения в бассейне трансграничной реки Сырдария, км³

Водохранилища регулирования	Страна расположения	Река	Полный объем	Полезный объем	Мертвый объем	Год ввода
Токтагул/многол.	Кыргызстан	Нарын	19,5	14,0	5,50	1975
Андижан/многол.	Узбекистан	Карадария	1,90	1,75	0,15	1978
Кайраккум/сезон.	Таджикистан	Сырдария	4,20	2,70	1,50	1956
Шарвак/многол.	Узбекистан	Чирчик	2,00	1,60	0,40	1970
Шардара/сезон.	Казахстан	Сырдария	5,50	4,52	0,98	1965

Другой вариацией адаптивного управления водными ресурсами наряду с инженерными сооружениями могли бы выступить чаши природных водоемов (углубления, понижения местности), находящиеся на территории бассейнов трансграничных рек, в качестве «ловушек» паводковых или половодных стоков рек.

Чаши водоемов бассейна трансграничных рек имеют большой потенциал регулируемого устройства (объема). Так, в низовьях трансграничной реки Сырдария расположены около 35 озер с емкостью около 2,0 км³ (рисунок 1).

Дельтовая область трансграничной реки Иле (район озера Балкаш) с многочисленными озерами и затапливаемой частью занимает площадь 395,0 тыс. га, или 3950 км², а площадь самой исторической дельты в 5 раз превышает современную (рисунок 2).

Дельтовая область трансграничной реки Кара Ертис с затапливаемой частью занимает площадь 45,0 тыс. га, или 450 км², с вместимостью более 600 млн м³ (рисунок 3).

Многочисленные пойменные водоемы реки Иле в области впадения в Капшагайское водохранилище имеют площадь 5144 га, или 51,4 км², с вместимостью более 100 млн м³ (рисунок 4).



Рисунок 1 – Водоемы нижнего течения трансграничной реки Сырдария

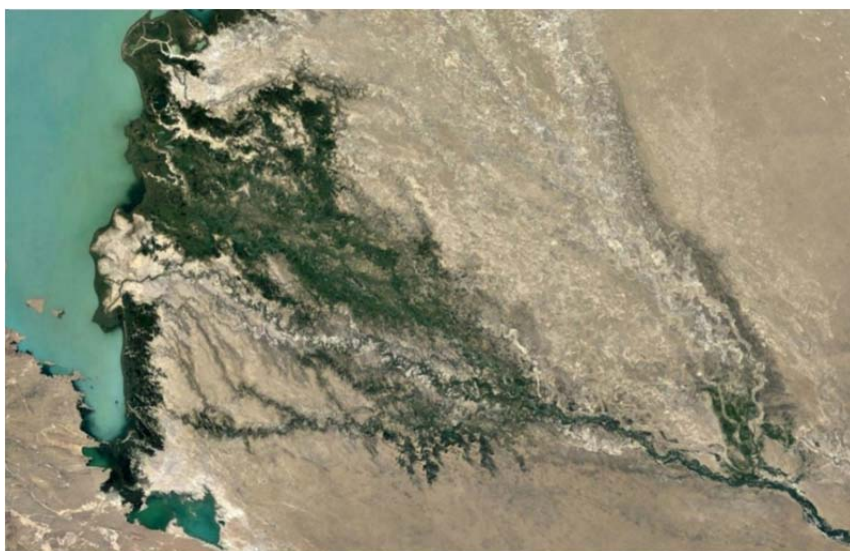


Рисунок 2 – Дельта трансграничной реки Иле



Рисунок 3 – Дельта трансграничной реки Кара Ертіс



Рисунок 4 – Пойменные водоемы трансграничной реки Иле в районе впадения в Капшагайское водохранилище

По существу дельтовые и пойменные водоемы в бассейнах трансграничных рек можно рассматривать как природные емкости, которые в период высокого уровня вод (УВВ) или прохождения половодий накапливают влагу (процесс аккумуляции), а в меженные периоды или низких стояний уровней воды (УНВ) в реке осуществляют водоотдачу (обратный отток), т.е. производят компенсационный принцип действия, и выступают в качестве естественных водохранилищ сезонного регулирования (рисунок 5).

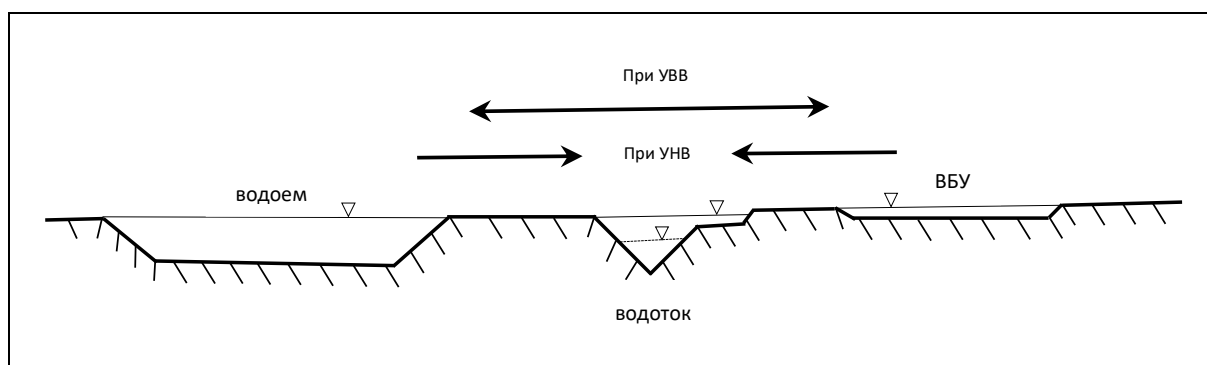


Рисунок 5 – Природные емкости и их компенсационный принцип действия

Управление паводковым стоком посредством природных емкостей основываются на принципе трех «у»:

- уловить (перехватить) – паводковый или паводковый сток трансграничных рек;
- удержать (аккумулировать) – паводковый или паводковый сток трансграничных рек в природных емкостях – водоемах;
- упорядочить (урегулировать) – естественным образом приток (влагозарядка) и обратный отток (водоотдача) паводковых разливов или паводочного стока в системе «река – водоем».

Таким образом, концепция направленного процесса по принципу три «у» обеспечивает полноценное функционирование водоемов с возможностью их использования в течение всего года или определенного периода времени в качестве решения важнейших социально-экологических и экономических проблем, а также в локальных целях – рыбоводства, ирригации и как комплекс оздоровительно-восстановительных мероприятий на водной экосистеме.

Наиболее эффективным мероприятием по «улавливанию» паводкового и/или паводочного стока являются простые водосливные конструкции. Например, при одностороннем расположении пойменных озер или участков понижений возможна водосливная конструкция, установленная параллельно оси речного потока вдоль стенки русла реки, а в некоторых случаях возможно использование самотечных сифонных водопроводов и обводных или «разгрузочных» каналов (рисунок 6).

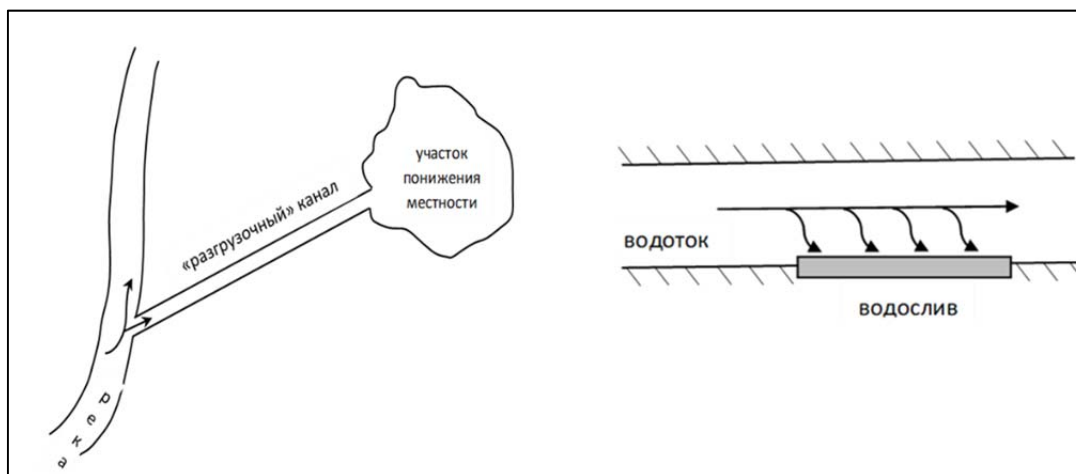


Рисунок 6 – Сооружения для улавливания паводочного или половодного стока

В системе управления по принципу три «у» необходимо использование наиболее влагоемких участков русловой части (пойма, пойменные озера, заливы) или прилежащих территорий (котловины, естественные понижения) для повышения эффективности системы.

В процессе использования компенсационного принципа в системе движения потоков (течения) «река – протока (канал) – водоем» или «река – озеро (пойма)» важно использование фильтрационных функций макрофитов (гидрофитов).

Как известно, водоемы, протоки и прибрежная полоса водотоков наиболее богаты водной растительностью (тростник, рогоз, рдест и т.п.), прекрасно очищают водную массу от различных загрязнителей, в том числе и от пестицидов, являясь естественным биологическим фильтром.

Закключение. Устойчивость взаимосвязанных компонентов природы (вода, растительность, почва и т.д.), участвующих в формировании поверхностных вод (озера, реки, водно-болотные угодья и т.д.) и образующих единый природный комплекс, играют ключевую роль в обеспеченности страны водными ресурсами.

Следует пересмотреть глубоко укоренившееся отношение к водной экосистеме по принципу «остаточного стока» при распределении водных ресурсов.

Важно отметить, что природные водоемы трансграничных рек в процессе адаптивного использования являются альтернативным вариантом естественного (природного) регулирования речного стока инженерными (гидротехническими) сооружениями, отчуждающими огромные плодородные (пойменные) земли, имеющими большие объемы непроизводительных потерь и ухудшающими «дыхание» (нарушение естественных фаз водного режима) рек.

Природные водоемы бассейнов трансграничных рек как неотъемлемая часть водной экосистемы способствуют смягчению водных угроз. И наконец, в регулируемых природных водоемах (озерах) будет заключен стратегический ресурс пресных вод – основа обеспечения водной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Water for a Sustainable World. The United Nations World Water Development Report, 2015. 139 p.
- [2] Республика Казахстан. Т. I: Природные условия и ресурсы. – Алматы, 2010. – 283 с.
- [3] Данилов-Данильян В.И., Хромович И.П. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. – Москва: Научный мир, 2010. – 229 с.

REFERENCES

- [1] Water for a Sustainable World. The United Nations World Water Development Report, 2015. 139 p.
- [2] The Republic of Kazakhstan. Vol. I: Natural conditions and resources. Almaty, 2010. 283 p. (in Russ.).
- [3] Danilov-Danilyan V.I., Khromovich I.P. Water resources management. Coordination of water use strategies. Moscow: Scientific World, 2010. 229 p. (in Russ.).

А. З. Таиров

Г.ғ.к., аға ғылыми қызметкері
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ ӨЗЕНДЕРІ АЛАПТАРЫНЫҢ
СУ АЙДЫНДАРЫН ПАЙДАЛАНУ ЖАҒДАЙЫНДА
СУ ҚАУІПСІЗДІГІ ДЕҢГЕЙІН АРТТЫРУ**

Аннотация. Мақалада су ресурстарымен қамтамасыз ету, қауіп-қатерлерді төмендету және су қауіпсіздігі деңгейін арттыру мәселелері қарастырылды. Өзен ағынын реттеудің бейімделген әдістері қарастырылады. Қазақстанның трансшекаралық өзені су қоймаларын маусымдық реттеудің табиғи «су қоймалары» болып табылатын табиғи сыйымдылық ретінде пайдалануға ұсынылды. Бейімделі басқару «ЗУ» қағидаты бойынша реттеу жүйесінде бағытталған әсерге негізделеді, су тасқынын: түсіру, ұстап қалу және ретке келтіру.

Түйін сөздер: табиғи су қоймалары, табиғи сыйымдылық, су ресурстары, сумен қамтамасыз ету, трансшекаралық өзендер, су қауіпсіздігі, бейімделгіш тәсілдер.

A. Z. Tairov

Candidate of geograpy sciences, senior researcher
(JSC "Institute of Geography and Water Security", Almaty, Kazakhstan)

**INCREASING THE LEVEL OF WATER SECURITY
WHEN USING RESERVOIRS
IN THE BASINS OF TRANSBOUNDARY RIVERS OF KAZAKHSTAN**

Abstract. The article discusses the issues of water resources security, reducing vulnerability and increasing the level of water security of the country. Adaptive methods of regulating river flow are considered. The use of natural reservoirs of transboundary rivers of Kazakhstan as "natural reservoirs" acting as natural "reservoirs" of seasonal regulation is noted. The process of adaptive management is based on a directed impact in the regulation system according to the "3U" principle: to catch, retain and regulate flood and/or flood runoff.

Keywords: natural reservoirs, natural capacity, water resources, water availability, transboundary rivers, water security, adaptive methods.

Климатология и метеорология

Климатология және метеорология

Climatology and meteorology

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-3-40-51.17>

ӨОК556.121

А. Ө. Жәди¹, А. С. Мадиеков², А. Ә. Әбілқаді³

¹Гидрохимия және экологиялық токсикология зертханасының КҒҚ-і
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

²Гидрохимия және экологиялық токсикология зертхана жетекшісі
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

³Метеорология және гидрология кафедрасының магистранты
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

АҚМОЛА ОБЛЫСЫ ТЕРРИТОРИЯСЫНДА ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ТАРАЛУ ЕРЕКШЕЛІГІ

Аннотация. Мақалада Ақмола облысы станциялары бойынша атмосфералық жауын-шашынның 1986-2020 жылдар аралығындағы уақыттық таралу ерекшеліктері қарастырылған. Атмосфералық жауын-шашынның көпжылдық ауытқуларын зерттеу қазіргі таңда жаһандық өзекті міндеттердің бірі болып табылады. Жалпы зерттеулердің көбінде климаттың жаһандық өзгерісі адамның шаруашылық әрекетіне де негізделген. Мақалада негізінен әрбір кезең бойынша жауын-шашындардың маусымдық таралуын, сонымен қатар берілген станциялар бойынша статистикалық сипаттамаларын, атмосфералық жауын-шашынның ірі аномалиялары мен жауын-шашын таралуының синоптикалық жағдайлары қарастырылды. Барлық берілген жылдар бойынша атмосфералық жауын-шашынның қалыпты, тапшы, аса ылғалды жылдары табылды.

Түйін сөздер: атмосфералық жауын-шашын, аномалиялар, жауын-шашынның көпжылдық жүрісі, сұйық және қатты жауын-шашындар, статистикалық көрсеткіштер.

Кіріспе. Жауын-шашындар – кеңістік және уақыт бойынша өте өзгермелі метеорологиялық құбылыстар, себебі олардың пайда болуына және қарқындылығына көптеген факторлар әсер етеді.

Жалпы жауын-шашынның жауу қарқындылығын және мөлшерін анықтау кезінде көптеген теоретикалық есептеулердің дәлдігі құрлықтың су балансы теңдеулеріне қолданылады. Сонымен қатар ұзақ мерзімді ауа-райын құрастыруға, төселме беткейдің жылу және су баланстарының байланыстарына да, сушаруашылық есептеулерге, соның ішінде егістікті бағалауға қажет болып табылады. Алынған қорытындылар ғылыми-практикалық жұмыстарда және климатология бағытында жұмыс істейтін ұйымдармен қолданылуы мүмкін.

Ақмола облысы аумағы бойынша жауын-шашынның таралуын анықтау үшін Астана, Атбасар, Аршалы, Балкашино, Егіндікөл, Есіл метеорологиялық станция торабының мәліметтері пайдаланылды [1-5].

1986-2020 жылдар аралығында РГП «Қазгидромет» ұйымының Ақмола облысы аумағы бойынша Астана, Атбасар, Аршалы, Балкашино, Егіндікөл, Есіл метеорологиялық станция торабының жауын-шашын мәліметтері пайдаланылды. Жұмысты орындау барысында метеорологияда қолданылатын статистикалық есептеу әдістері қолданылды.

Зерттеудің материалдары мен әдістері. Ақмола облысындағы жауын-шашындардың әр уақыттық кезеңдегі таралу ерекшеліктерін қарастырылады. Қазақстан климаты шұғыл континенттілігімен сипатталады. Ол маусымнан маусымға ауысуында қатты ауытқуында, ауаның құрғақтығында және жауын-шашынның аз болуында байқалады. Климаттың құрылуында Жерорта теңізі, Арктика, Атлант мұхиты және Орта Азиядан келетін ауа массаларының тигізер үлесі өте зор [6-8].

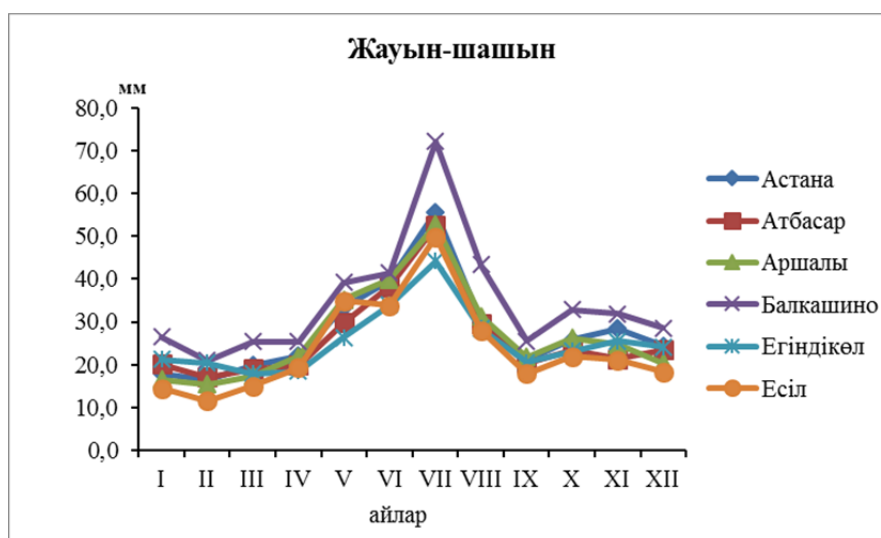
Көптеген қазіргі кездегі зерттеу жұмыстарында климаттың жаһандық өзгеруі антропогендік әрекеттер ретінде қарастырылады. Атап айтқанда, соңғы 20-30 жылдардағы климаттық тенденцияларды антропогенді факторлар есебіне жатқызуға болады. Қазақстанда жауын-шашындардың өзгеру тенденциясын зерттеу актуальды болып отыр [9].

1-кесте – 1986-2020 жылдар аралығындағы жауын-шашынның орташа жылдық мөлшерінің қарастырылған станциялар бойынша таралуы, мм

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жыл
Астана	17,9	16,5	19,8	22,0	33,4	39,8	55,6	30,4	21,1	25,8	28,4	24,4	335,1
Атбасар	20,1	17,1	19,0	19,9	29,8	38,2	52,4	29,5	20,3	23,4	21,4	23,5	314,6
Аршалы	16,6	15,4	17,4	22,0	35,2	39,8	52,8	31,3	21,8	26,2	24,7	20,5	323,6
Балкашино	26,5	20,9	25,3	25,4	39,2	41,4	72,1	43,3	25,5	32,9	31,9	28,5	412,9
Егіндікөл	21,2	20,5	17,9	18,4	26,3	34,0	44,2	28,5	20,6	23,2	25,5	24,2	304,5
Есіл	14,5	11,5	15,1	19,3	34,9	33,8	49,9	27,9	18,0	21,9	21,1	18,3	286,1

1-кесте көріп отырғанымыздай, жауын-шашынның максимумы Балкашино станциясында байқалған. Жауын-шашын мөлшерінің мәні 11,5-72,1 мм аралығында өзгерген. Максимумы шілде айына келеді, оның мәні 72,1 мм тең, минимумы ақпан айына сәйкес келеді, 11,5 мм тең. Жылдық жауын-шашын мөлшері 412,9 мм құраған. Астана станциясында жауын-шашынның максимумы шілде айына келген, мәні 55,6 мм тең. Ал минимумы 17,9 мм қаңтар айында байқалған. Жылдық жауын-шашын мөлшері 335,1 мм құраған. Атбасар станциясында максимумы шілде айында 52,4 мм, ал минимумы ақпан айында 17,1 мм болған. Жылдық жауын-шашын мөлшері 314,6 мм болған. Егіндікөл станциясында жауын-шашынның максималды мөлшері шілде айында 44,2 мм, минимум мәні қаңтар айында 20,5 мм болған, жылдық жауын-шашын мөлшері 304,5 мм. Аршалы станциясында максимумы шілде айында байқалған, мәні 52,8 мм, минимумы ақпан айында 15,4 мм тең. Жылдық мөлшері 332,7 мм болған. Жауын-шашынның минимумы Есіл станциясында байқалған. Мұнда жауын-шашын мөлшерінің мәні 11,5-49,9 мм аралығында өзгерген. Максимумы 49,9 мм шілде айында, минимум мәні ақпан айына сәйкес келген. Жылдық жауын-шашын мөлшері 286,1 мм тең. Жауын-шашынның максимумы Балкашино станциясында, минимумы Есіл станциясында байқалған. Жалпы қарастырылған станцияларда жауын-шашынның таралуы біркелкі, яғни максимумы барлық станцияларда қаңтар айында, ал минимумы шілде айына сәйкес келеді.

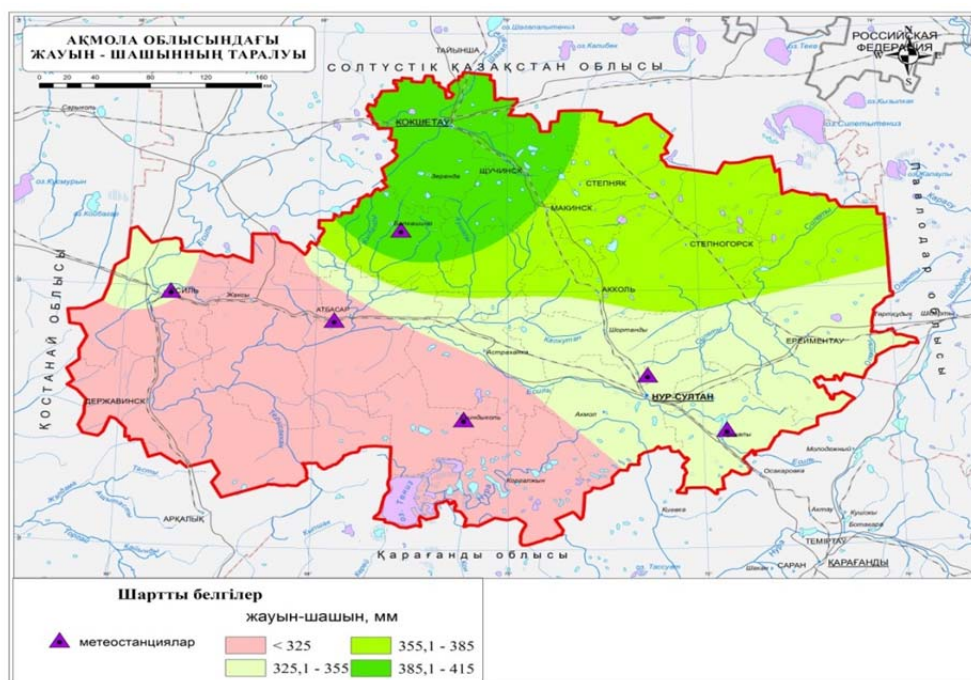
Қарастырылып отырған станцияларда 2003-2020 жылдар аралығындағы жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері жүрісінің графигі тұрғызылды (1-сурет).



1-сурет – 1986-2020 жылдар аралығындағы жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері бойынша таралуы

1-сурет көрсетілгендей, Ақмола облысының Балкашино станциясында жауын шашынның максимум мәндері жаз айларына тура келеді. Ал, минимумы қыс айларына сәйкес келген. Ақмола облысының барлық станцияларының максималды мәндері шілде айына сәйкес келеді. Астана, Аршалы, Егіндікөл және Есіл станцияларының минимумы қыс айында, яғни қаңтарда байқалған. Ал Атбасар станциясының минимумы ақпан айында байқалған.

Қарастырылып отырған станцияларда 1986-2020 жылдар аралығындағы жауын-шашынның көпжылдық мөлшерінің таралу карта-схемасы сызылды (2-сурет).



2-сурет – Ақмола облысы метеостанцияларының 1986-2020 жж. жауын-шашын таралуының карта-схемасы

2-сурет көрсетілгендей, Ақмола облысы метеостанцияларының 1986-2020 жж. жауын-шашын таралуының карта-схемасы берілген. Бұл карта-схема ArcGis бағдарламасымен интерполяциялау арқылы жасалынды. Картадан көріп тұрғанымыздай, Ақмола облысының солтүстік бөлігінен оңтүстік-батыс аймағына дейін жауын-шашын таралу мөлшері азайғандығын байқай аламыз. Жалпы бізде бұл карталар интерполяциялау әдісінің дәлдігін анықтау мақсатында Қазақстанның жауын-шашын картасымен сәйкестендірілді, сәйкестік анықталды.

Ақмола облысы метеостанцияларындағы жауын-шашынның таралуының статистикалық көрсеткіштері. Қазіргі кездегі көптеген зерттеулерде климаттың жаһандық өзгерісі антропогендік әрекеттер ретінде қарастырылады. Атап айтқанда, соңғы 20-30 жылдардағы климаттық тенденцияларды антропогенді факторлар есебіне жатқызуға болады. Қазақстанда жауын-шашындардың өзгеру тенденциясын зерттеу актуальды болып отыр және жауын-шашынның өзгергіштік сипатын зерттеу үлкен қызығушылық тудырады. Негізінен өзгергіштік келесі статистикалық сипаттамалармен сипатталады, атап айтсақ: аномалия, орташа квадраттық ауытқу және метеорологиялық элементтің таралуын сипаттайтын асимметрия, эксцесс коэффициенттері [10].

Жауын-шашын өзгергіштігінің негізгі маңызды сипаттамалары ретінде орташа квадраттық ауытқу, асимметрия және эксцесстің таңдамалы мәндерін статистикалық бағалау қолданылады және қалыпты таралу асимметрия мен эксцесстің нөлдік мәндерімен сипатталады. Орташа квадраттық ауытқу төмендегі формуламен анықталады:

$$\sigma = \sqrt{[\sum(x_i - \bar{x})^2] / N}. \quad (1)$$

Ал асимметрия коэффициентін (A_S) келесі формула арқылы есептейміз:

$$A_S = [\sum(x_i - \bar{x})^3] / (N \cdot \sigma^3). \quad (2)$$

Экссесс коэффициентін осы формула арқылы табамыз:

$$E_x = \{[\sum(x_i - \bar{x})^4] / (N \cdot \sigma^4)\}, \quad (3)$$

мұндағы σ^4 – төрт дәрежелі орташа квадраттық ауытқу; $\sum(x_i - \bar{x})^4$ – жауын-шашындар аномалиясы жиынтығының 4-дәрежесі; N – жағдайлардың жалпы саны.

Вариация коэффициенті вариацияның салыстырмалы көрсеткіштерінің бірі болып табылады және ол пайызбен есептеледі. Бұл көрсеткіш орташа квадраттық ауытқудың орташа арифметикалық шамаға қатынасы арқылы анықталады:

$$C_v = [\sigma / \bar{x}] \cdot 100\%, \quad (4)$$

мұндағы σ – орташа квадраттық ауытқу; \bar{x} – орташа арифметикалық шама [2].

2-кесте – 1986-2020 жылдар аралығындағы Астана метеостанциясындағы жауын-шашын таралуының статистикалық көрсеткіштері [16]

Айлар	D	σ	A_s	E_x	C_v
Қаңтар	99,5	10,0	1,2	2,4	55,8
Ақпан	81,0	9,0	1,0	1,1	54,4
Наурыз	129,4	11,4	0,7	-0,3	57,4
Сәуір	158,7	12,6	0,6	-0,4	57,2
Мамыр	482,7	22,0	1,6	3,1	65,8
Маусым	701,3	26,5	0,9	0,5	66,6
Шілде	1115,4	33,4	0,8	0,1	60,0
Тамыз	513,0	22,6	0,8	-0,4	74,4
Қыркүйек	150,4	12,3	0,5	-0,1	58,0
Қазан	258,5	16,1	1,1	1,3	62,3
Қараша	196,2	14,0	0,1	-1,0	49,4
Желтоқсан	140,9	11,9	0,2	0,0	48,7

2-кесте көрсетілгендей, Астана станциясында жауын-шашынның таралу дисперсиясы 81,0 мен 1115,4 аралығында, ал орташа квадраттық ауытқуы 9,0 мен 33,4 аралығында болған, көпжылдық жауын-шашын мәліметтерінің орташа мәнінен шашырауын көрсетеді. Асимметрия коэффициенті мәндері оң таңбалы күшті асимметрия мен кездейсоқ таралудың байқалғанын көрсетеді, экссесс коэффициенті таралу шыңының тегіс және кездейсоқ таралумен қатар оң таңбалы үшкір шыңды таралулардың болуын білдіреді. Вариация коэффициенті 48,7 және 74,4 аралығында болған, қатардың өзгерушілігі жоғары болғанын көрсетеді.

3-кесте – Атбасар метеостанциясындағы жауын-шашынның таралуының статистикалық көрсеткіштері [16]

Айлар	D	σ	A_s	E_x	C_v
Қаңтар	115,9	10,8	0,1	-0,6	53,6
Ақпан	155,9	12,5	1,4	2,8	73,0
Наурыз	130,6	11,4	0,4	-0,8	60,2
Сәуір	151,3	12,3	0,4	-0,8	61,9
Мамыр	351,6	18,7	0,8	0,6	62,9
Маусым	798,6	28,3	1,9	5,7	73,9
Шілде	1100,8	33,2	1,0	0,9	63,3
Тамыз	496,4	22,3	1,3	1,1	75,6
Қыркүйек	199,8	14,1	0,9	0,0	69,5
Қазан	189,4	13,8	1,2	2,5	58,9
Қараша	115,1	10,7	0,5	-0,2	50,2
Желтоқсан	174,6	13,2	0,5	-0,4	56,2

3-кесте 3 көрсетілгендей, Атбасар станциясында жауын-шашынның таралу дисперсиясы 115,1 пен 1100,8 аралығында, орташа квадраттық ауытқуы 10,7 мен 33,2 аралығында болған, яғни олар көпжылдық жауын-шашын мәліметтерінің орташа мәнінен шашырауын көрсетеді. Асимметрия коэффициенті мәндері оң таңбалы күшті асимметрия мен кездейсоқ таралудың байқалғанын көрсетеді. Экссесс коэффициенті таралу шыңының тегіс және кездейсоқ таралумен қатар оң таңбалы үшкір шыңды таралулардың болуын білдіреді. Вариация коэффициенті 50,2 және 75,6 аралығында болған, яғни қатардың өзгерушілігі жоғары болғанын көрсетеді.

4-кесте – Аршалы метеостанциясындағы жауын-шашынның таралуының статистикалық көрсеткіштері [16]

Айлар	D	σ	A_s	E_x	C_v
Қаңтар	88,1	9,4	0,2	-0,5	56,7
Ақпан	72,3	8,5	-0,1	-0,8	55,3
Наурыз	129,8	11,4	0,7	-0,1	65,6
Сәуір	194,9	14,0	0,1	-0,9	63,6
Мамыр	581,9	24,1	0,7	0,4	68,5
Маусым	830,1	28,8	0,5	-0,3	72,3
Шілде	1330,2	36,5	0,9	0,8	69,1
Тамыз	800,9	28,3	2,1	6,6	90,4
Қыркүйек	153,8	12,4	-0,1	-0,8	56,9
Қазан	274,1	16,6	0,1	-0,8	63,2
Қараша	177,5	13,3	-0,1	-0,4	54,0
Желтоқсан	113,7	10,7	-0,4	-0,7	52,1

4-кесте көрсетілгендей, Аршалы станциясында жауын-шашынның таралу дисперсиясы 72,3 пен 1330,2 аралығында, ал орташа квадраттық ауытқуы 8,5 пен 36,5 аралығында болған, яғни олар көпжылдық жауын-шашын мәліметтерінің орташа мәнінен шашырауын көрсетеді. Ал вариация коэффициенті 52,1 және 90,4 аралығында болған, яғни қатардың өзгерушілігі жоғары болғандығын көрсетеді.

5-кесте – Балкашино метеостанциясындағы жауын-шашынның таралуының статистикалық көрсеткіштері [16]

Айлар	D	σ	A_s	E_x	C_v
Қаңтар	195,9	14,0	0,4	-0,1	52,9
Ақпан	114,6	10,7	0,8	1,6	51,1
Наурыз	254,1	15,9	0,4	-0,9	62,9
Сәуір	199,7	14,1	0,3	-0,8	55,7
Мамыр	595,6	24,4	0,6	-0,6	62,3
Маусым	943,9	30,7	1,7	3,6	74,3
Шілде	1853,6	43,1	1,2	1,4	59,7
Тамыз	1220,5	34,9	1,2	0,6	80,6
Қыркүйек	258,9	16,1	0,8	-0,1	63,1
Қазан	332,4	18,2	0,4	-0,8	55,5
Қараша	286,1	16,9	0,9	0,8	53,0
Желтоқсан	232,7	15,3	0,1	-1,0	53,5

5-кесте көрсетілгендей, Балкашино станциясында жауын-шашынның таралу дисперсиясы 114,6 мен 1853,6 аралығында, ал орташа квадраттық ауытқуы 10,7 мен 43,1 аралығында болған, яғни олар көпжылдық жауын-шашын мәліметтерінің орташа мәнінен шашырауын көрсетеді. Асимметрия коэффициенті мәндері оң таңбалы күшті асимметрия мен кездейсоқ таралудың байқалғанын көрсетеді. Ал экссесс коэффициенті таралу шыңының тегіс және кездейсоқ таралумен қатар оң таңбалы үшкір шыңды таралулардың болуын білдіреді. Вариация коэффициенті 51,1 және 80,6 аралығында болған, яғни қатардың өзгерушілігі жоғары болғанын көрсетеді.

6-кесте – Егіндікөл метеостанциясындағы жауын-шашынның таралуының статистикалық көрсеткіштері [16]

Айлар	D	σ	A_s	E_x	C_v
Қаңтар	167,0	12,9	1,1	2,5	61,0
Ақпан	176,5	13,3	1,4	2,1	65,0
Наурыз	153,5	12,4	0,8	0,6	69,1
Сәуір	108,7	10,4	0,7	0,3	56,7
Мамыр	280,8	16,8	1,4	2,4	63,7
Маусым	542,5	23,3	0,9	1,2	68,5
Шілде	821,9	28,7	1,8	4,1	64,8
Тамыз	588,1	24,3	1,8	3,8	85,2
Қыркүйек	252,1	15,9	1,2	0,7	77,1
Қазан	191,1	13,8	1,5	3,8	59,5
Қараша	202,6	14,2	0,5	-0,4	55,8
Желтоқсан	169,8	13,0	0,2	-0,8	53,9

6-кесте көрсетілгендей, Егіндікөл станциясында жауын-шашынның таралу дисперсиясы 108,7 мен 821,9 аралығында, ал орташа квадраттық ауытқуы 10,4 пен 28,7 аралығында болған, яғни олар көпжылдық жауын-шашын мәліметтерінің орташа мәнінен шашырауын көрсетеді. Асимметрия коэффициенті мәндері оң таңбалы күшті асимметрия мен кездейсоқ таралудың байқалғанын көрсетеді. Ал эксцесс коэффициенті таралу шыңының тегіс және кездейсоқ таралумен қатар оң таңбалы үшкір шыңды таралулардың болуын білдіреді. Вариация коэффициенті 53,9 және 85,2 аралығында болған, яғни қатардың өзгерушілігі жоғары болғанын көрсетеді.

7-кесте – Есіл метеостанциясындағы жауын-шашынның таралуының статистикалық көрсеткіштері [16]

Айлар	D	σ	A_s	E_x	C_v
Қаңтар	71,3	8,4	0,4	-0,5	58,4
Ақпан	38,6	6,2	0,8	0,6	54,0
Наурыз	100,7	10,0	0,9	0,2	66,7
Сәуір	116,6	10,8	0,4	-0,5	56,1
Мамыр	451,0	21,2	0,6	0,1	60,8
Маусым	820,3	28,6	1,8	3,5	84,8
Шілде	788,3	28,1	0,4	-0,8	56,3
Тамыз	390,8	19,8	0,6	-0,7	70,7
Қыркүйек	128,8	11,3	0,4	-1,0	63,1
Қазан	155,2	12,5	0,5	0,5	56,8
Қараша	112,7	10,6	0,5	0,5	50,4
Желтоқсан	73,9	8,6	-0,2	-1,0	47,0

7-кесте көрсетілгендей, Есіл станциясында жауын-шашынның таралу дисперсиясы 38,6 мен 820,3 аралығында, ал орташа квадраттық ауытқуы 6,2 мен 28,6 аралығында болған, яғни олар көпжылдық жауын-шашын мәліметтерінің орташа мәнінен шашырауын көрсетеді. Асимметрия коэффициенті мәндері оң таңбалы күшті асимметрия мен кездейсоқ таралудың байқалғанын көрсетеді. Ал эксцесс коэффициенті таралу шыңының тегіс және кездейсоқ таралумен қатар оң таңбалы үшкір шыңды таралулардың болуын білдіреді. Вариация коэффициенті 47,0 және 84,8 аралығында болған, яғни қатардың өзгерушілігі жоғары болғанын көрсетеді.

Ақмола облысы метеостанцияларындағы атмосфералық жауын-шашынның ірі аномалиялары. Соңғы жылдары жауын-шашындарға әртүрлі әдістер арқылы болжаулар жасау бірнеше есеге жеңілденді, сол үшін қазіргі кезде синоптика-статистика бағыты қарқынды даму үстінде. Негізінен әртүрлі қарқындылықтағы жауын-шашынның таралуының қайталанушылығы, сонымен қатар жауын шашынның синоптикалық жағдайларын тереңірек қарастыру жауын шашынның тапшы немесе ылғалды болу жағдайларын анықтайды.

Бір сипат үшін R_i аз, және оның ықтималдылығын білуіміз қажет P %. R_i – ол жауынның жаууына байланысты үш градациядан қалыптасады: тапшы, қалыпты және аса ылғалды.

Жауын шашынның тапшы болу жағдайы – жауын мөлшері 80 %-дан аз түссе, қалыпты жағдай – 80-120 % аралығы, аса ылғалды жағдай – жауын мөлшері 120 %-дан жоғары болып табылады.

Жауын-шашындардың тапшылық, қалыпты және аса ылғалды айларын анықтап табу үшін жалпылама қабылданған жіктеме қолданылған:

$$R_i/R \cdot 100 \%, \quad (5)$$

мұндағы R_i – белгілі бір ай үшін түскен жауын-шашын мөлшері, мм; R – белгілі ай үшін жауын-шашындардың орташа көпжылдық мөлшері, мм [11-14].

Ақмола облысы бойынша берілген жылдар аралығындағы метеостанциялардағы жауын-шашынның тапшы, қалыпты және аса ылғалды шамаларының талдауы 8-11-кестелерде берілген.

8-кесте – Қысқы мезгіліндегі жауын-шашындардың тапшы, қалыпты және аса ылғалды жылдары

Тапшы	Қалыпты	Аса ылғалды
Желтоқсан		
1992, 1998, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2008, 2009, 2011, 2016, 2017, 2018, 2020	1988, 2010, 2014	1986, 1989, 1991, 1994, 1995, 2000, 2004, 2006, 2013, 2015, 2019
Қаңтар		
1994, 1995, 1996, 1998, 2003, 2004, 2006, 2008, 2011, 2012, 2019	1988, 1999, 2001, 2007, 2015, 2016, 2017	1987, 1991, 1997, 2002, 2013, 2020
Ақпан		
1986, 1988, 1991, 1992, 1995, 1997, 2003, 2005, 2009, 2010, 2012, 2015, 2016, 2018	1993, 2017	1994, 1998, 2000, 2001, 2002, 2004, 2007, 2019, 2020

Желтоқсан айында жауын-шашын мөлшерінің қалыпты жағдайы 3, тапшылық 14, аса ылғалды жылдардың саны 11-ге тең, яғни қалыпты және аса ылғалды жағдайларының санынан тапшы жағдайлардың саны басым болған. Қаңтар айында тапшы 11, қалыпты 7, ал аса ылғалды жылдар саны 6, яғни қаңтар айында тапшы жылдар саны басым болған. Ақпан айында тапшылық 14, аса ылғалды жылдар саны 9, ал қалыпты жылдар аз байқалған 2. Нәтижесінде қыс мезгілінде Қазақстанның солтүстігінде қарастырылған 6 станция бойынша 1986-2020 жылдар аралығында жауын-шашын өте аз жауғанын айтуға болады.

9-кесте – Көктем мезгіліндегі жауын-шашындардың тапшылық, қалыпты және аса ылғалды жылдары

Тапшы	Қалыпты	Аса ылғалды
Наурыз		
1986, 1987, 1988, 1989, 1991, 1992, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000, 2006, 2007, 2020	1999	1990, 1993, 2002, 2005, 2008, 2010, 2012, 2013, 2018
Сәуір		
1986, 1988, 1991, 1994, 1995, 1997, 1999, 2001, 2005, 2010, 2011, 2012	2000, 2002, 2014	1987, 1989, 1993, 2006, 2013, 2016, 2018, 2020
Мамыр		
1990, 1991, 1996, 1998, 1999, 2001, 2004, 2008, 2010, 2014, 2019, 2020	1992, 2006, 2013, 2018	1988, 1989, 1995, 1997, 2000, 2005, 2009, 2015

9-кесте көктем мезгіліндегі жауын-шашынның тапшылық, қалыпты және аса ылғалды жылдарын көре аламыз. Ең алдымен наурыз айында, қалыпты 1, тапшылық 14, аса ылғалды жылдардың саны 9 тең. Бұдан наурыз айында жауын-шашынның тапшы болғанын көреміз. Сәуір айында жауын-шашын мөлшері тапшы жылдар саны 12, қалыпты жылдар саны 3 тең болғандығын, ал аса ылғалды жылдар саны 8 тең болғанын көре аламыз. Сәуір айында тапшы жылдар басым болған. Мамыр айында тапшылық 12, аса ылғалды жылдар саны 8, ал қалыпты жылдар аз байқалып, яғни 4 тең болған. Нәтижесінде көктем мезгілінің сәуір және мамыр айларында жауын-шашынның нормадан ауытқығанын көреміз.

10-кесте – Жазғы мезгіліндегі жауын-шашындардың тапшылық, қалыпты және аса ылғалды жылдары

Тапшы	Қалыпты	Аса ылғалды
Маусым		
1987, 1988, 1990, 1991, 1994, 1997, 2004, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2014, 2017	1996	1999, 2000, 2002, 2006, 2011, 2016, 2018
Шілде		
1986, 1989, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2004, 2006, 2010, 2015, 2018, 2019	2005	1987, 1990, 1993, 1994, 2001, 2008, 2011, 2013, 2014
Тамыз		
1986, 1989, 1991, 1997, 1998, 1999, 2002, 2003, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017	1988	1992, 1993, 1994, 2001, 2004, 2005, 2013, 2018

10-кесте жаз мезгіліндегі жауын-шашынның тапшы, қалыпты және аса ылғалды жылдарын көре аламыз. Алдымен маусым айында, жауын-шашын мөлшерінің қалыпты таралған жылдар саны 1, тапшы болған жылдар саны 14, ал аса ылғалды жылдардың саны 7 тең, яғни қарастырылған 6 станция бойынша маусым айында жауын-шашын мөлшерінің тапшы жағдайлары басым болған. Шілде айында тапшы жылдар саны 15, қалыпты жылдар саны 1, ал аса ылғалды жылдар саны 9. Шілде айында тапшы жылдар басым болған. Тамыз айында тапшылық жылдары 18, аса ал қалыпты жылдар аз байқалған, яғни 1. Бұдан тамыз айында жауын-шашынның өте аз мөлшерде жауғанын көруге болады. Нәтижесінде жаз мезгілінде жауын-шашынның нормадан ауытқығанын көреміз.

11-кесте –Күз мезгіліндегі жауын-шашындардың тапшылық, қалыпты және аса ылғалды жылдары

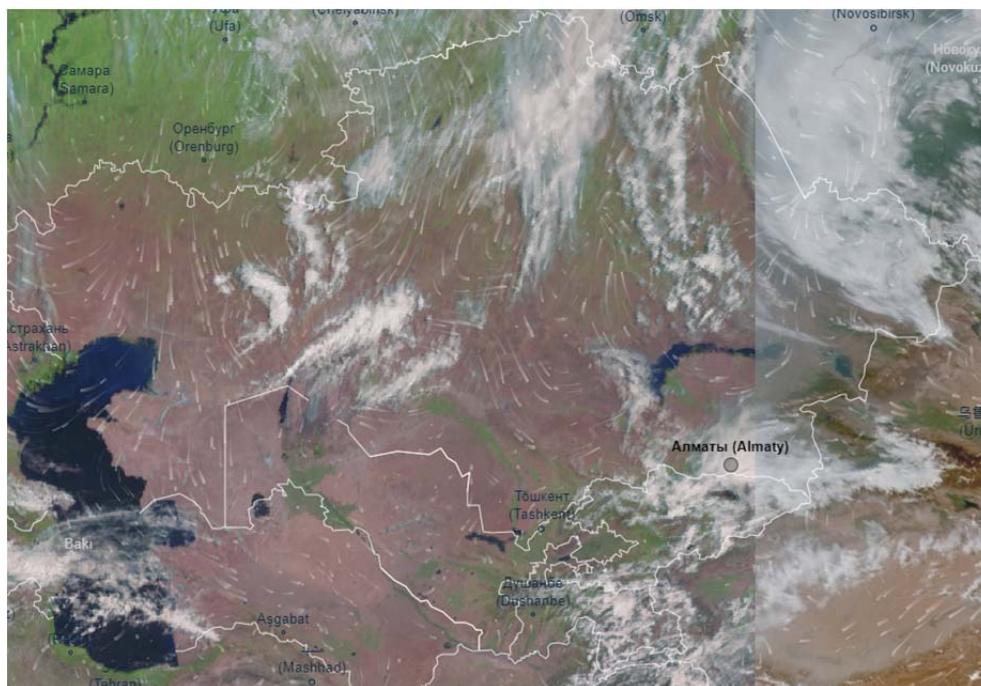
Тапшы	Қалыпты	Аса ылғалды
Қыркүйек		
1986, 1991, 1997, 1998, 1999, 2002, 2004, 2005, 2007, 2009, 2010, 2012, 2013, 2015, 2017	2003	1987, 1990, 1994, 1995, 1996, 2014, 2016, 2019, 2020
Қазан		
1987, 1988, 1991, 1993, 1994, 1997, 1998, 1999, 2002, 2005, 2010	1986, 2000, 2003, 2009, 2011, 2012	1989, 1995, 2001, 2004, 2006, 2014, 2015, 2017, 2018
Қараша		
1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1995, 1998, 2000, 2003, 2007, 2008, 2013, 2016	1990, 1996	1987, 1994, 2001, 2002, 2006, 2010, 2012, 2015, 2019

11-кесте күз мезгіліндегі жауын-шашынның тапшылық, қалыпты және аса ылғалды жылдарын көре аламыз. Ең алдымен қыркүйек айында, қалыпты жылдар саны 1, тапшылық 15, аса ылғалды жылдардың саны 9 тең, яғни қыркүйек айында жауын-шашын мөлшерінің тапшы жағдайлары басым болған. Қазан айында тапшы жылдар саны 11, қалыпты жылдар саны 6, ал аса ылғалды жылдар саны 9 болған. Қазан айында тапшы жылдар басым болған. Қараша айында тапшылық 13, аса ылғалды жылдар саны 9, ал қалыпты жылдар саны 2-ге тең болған, яғни тапшы жылдар басым болған. Күз мезгілі бойынша 1986-2020 жылдар аралығында Қазақстанның солтүстігінде қарастырылған 6 станция бойынша жауын-шашынның нормадан ауытқығанын көруге болады.

Қорытындылай келе, 1986-2020 жылдар аралығында Қазақстанның солтүстігінде қарастырылған 6 станция бойынша жауын-шашынның нормадан ауытқығанын көруге болады, сонымен ката қыс, көктем, жаз және күз мезгілдерінде тапшы жылдардың басым болғаны айқындалды.

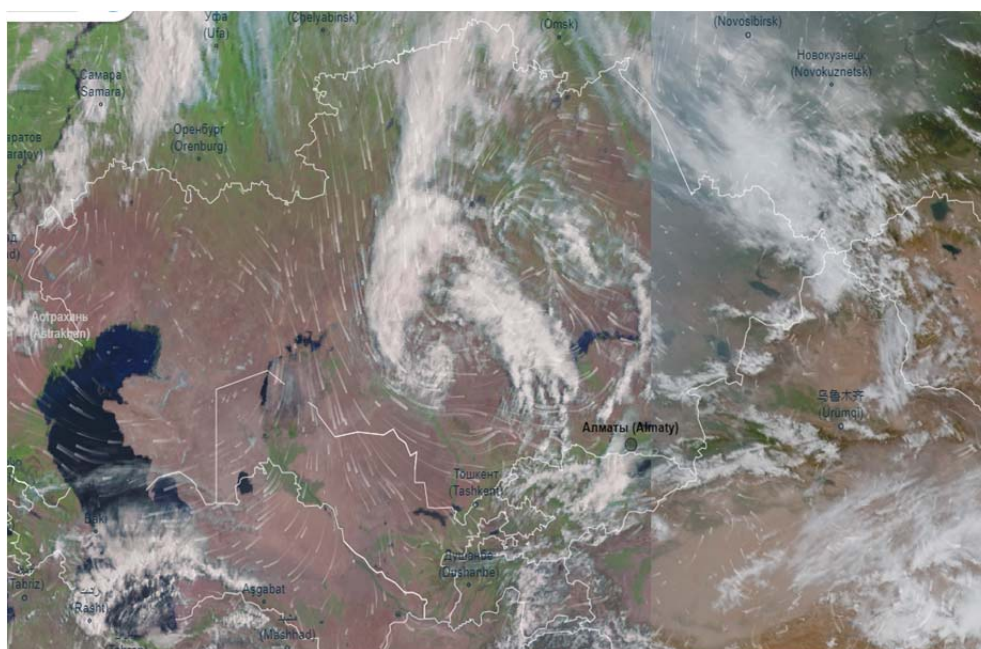
Синоптикалық анализдер жүргізілетін кезеңдерде бұлттылықтың сипаты мен қарқындылығын анықтау мақсатында спутниктік кескіндерді талдау зерттеліп отырған аймақта жауын-шашынның қарқындылығы мен ұзақтығын талдаудың дәлдігін арттырады.

Төменде келтірілген кескіндерде 1-4 шілде аралығындағы 06 СГВ (12 сағ жергілікті у.б.) уақыты бойынша спутниктік бейнелер келтірілген (3-6-суреттер) [15].



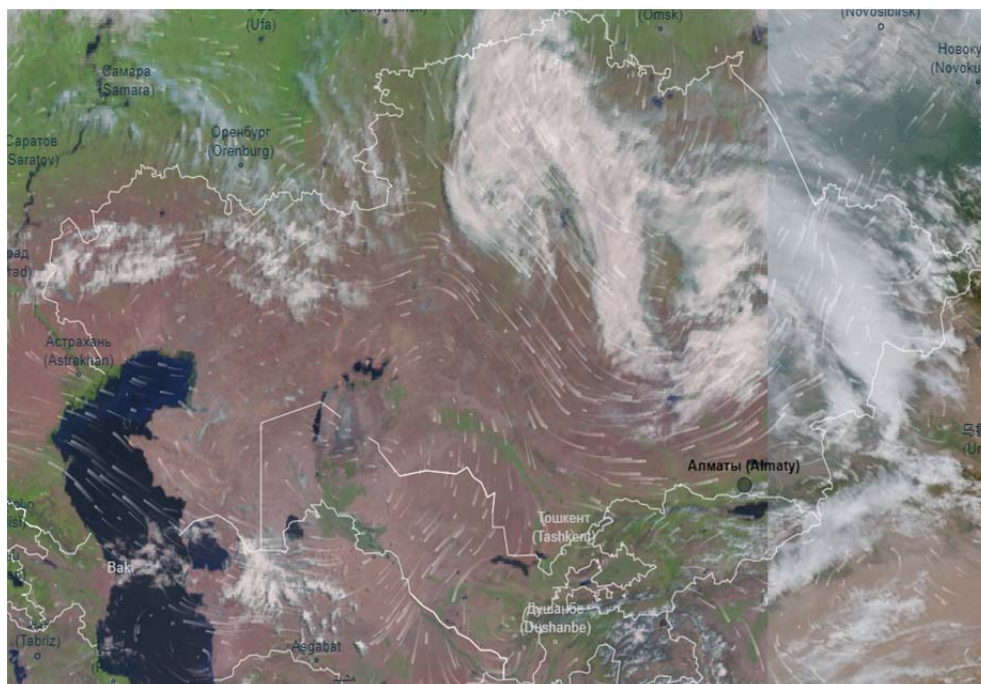
3-сурет – 1/07/2020 күнгі космостық түсірілім

3-сурет көрсетілгендей, 1-шілдеде Қазақстанның орталық аймағында төменгі қысым жүйесінің суық фронтына тән бұлттылықтың будак түрінің дамып келе жатқандығын көруге болады.



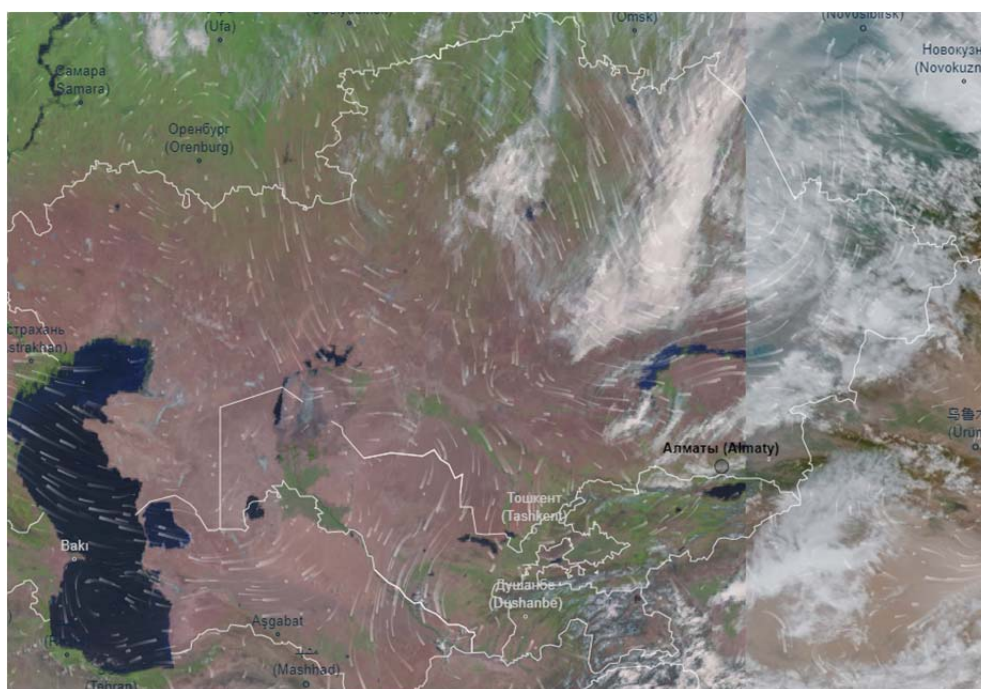
4-сурет – 2/07/2020 күнгі космостық түсірілім

4-сурет көрсетілгендей, 2-шілдеде циклондық жүйе оңтүстікке дейін орын ауыстырып, бұлттылық жүйесі қарқынды дамыған.



5-сурет – 3/07/2020 күнгі космостық түсірілім

5-сурет көрсетілгендей, 3-шілдеде облыс территориясының үстінен жыра аймағының өтуіне байланысты бұлттылықтың қалың жаңбырлы аймағы қалыптасқан.



6-сурет – 4/07/2020 космостық түсірілім

6-сурет көрсетілгендей, 4-шілдеде циклонның шығысқа орын ауыстыруына байланысты, бұлттылық жүйесінің ықпалы облыстың шығыс аймағында таралған.

Қорытынды. Қазақстанның Ақмола облысы аумағындағы жауын-шашындардың таралу сипатын 6 метеорологиялық станция мәліметтері бойынша қарастырғанда келесідей қорытындылар шығарылды:

1. Қазақстанның Ақмола облысы аумағында жауын-шашындардың таралу сипатын, оның жылдық жүрісін әр кезеңдегі мұрағаттық мәліметтермен қарастырылды. Қазақстанның Ақмола облысы аумағында жауын-шашындардың таралуы біркелкі яғни қайталанушылығы жоғары. Ол зерттелген станциялардың физикалық және географиялық әралуандылығына байланысты. Жауын-шашындардың соңғы жылдары артатынын көреміз.

2. Суық және жылы кезеңдегі жауын-шашындардың мөлшерін салыстырғанда, Қазақстанның солтүстігінде суық мерзімге қарағанда жылы мерзімде көп жауатыны байқалды.

3. Қарастырылып отырған 1986-2020 жылдар аралығындағы Ақмола облысы территориясы бойынша жауын-шашынның уақыттық жүрісінің синоптикалық процестерге байланысты қалыпты шамасы ақпан айында салыстырмалы төмен мәнінен шілде айына қарай өскенін көре аламыз. Айлық жауын-шашын мөлшерінің орташа мәні басқа айларға қарағанда жазғы айларда жоғары. Қарастырылған жылдар аралығында максималды жауын-шашынның қайталанушылығы шілде айында тіркелген. Шілде айы Ақмола облысы үшін ең жаңбырлы, ал ақпан айы айтарлықтай құрғақ ай ретінде бақыланған.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Жексенбаева А.К. Метеорология бойынша лабораториялық практикум. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 90-б.
- [2] Гордеева С.М. Практикум по дисциплине «Статистические методы обработки и анализа гидрометеорологической информации». – СПб.: РГГМУ, 2010. – 74 с.
- [3] Хромов С.П., Петросьянц М.А. Метеорология и климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1993.
- [4] Тверской П.Н. Курс метеорологии (физика атмосферы). – Л.: Гидрометеиздат, 1962.
- [5] Нестеров Е.С. Североатлантическое колебание: атмосфера и океан. – М.: Триада, 2013. – 144 с.
- [6] Батырева О.В., Лукиянова Л.Е. Крупные аномалии температуры и осадков на территории ЕТР, Западной Сибири и Казахстана // Метеорология и гидрология. – 1982. – № 3. – С. 30-39.
- [7] Оракова Г.О., Тиллакарим Т.А. XX–XXI ғ. басындағы Қазақстанның шығысындағы жауын-шашынның көп жылдық тербелісі // 2018. – № 22. – 75-80-б.
- [8] Жексенбаева А.К. Особенности распределения осадков в холодный период в Северном Казахстане // Вестник КазНУ. Серия: географическая. – 2010. – С. 110-11.
- [9] Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С. 83-87.
- [10] Кужагельдина Н.У., Боголюбова Е.В. Особенности изменения статистических оценок средних сезонных сумм осадков и каталог крупных аномалий на севере и юге Казахстана осенью, в предзимье и зимой // Гидрометеорология. – 2015. – № 3. – С. 15-22.
- [11] Жексенбаева А.К. Геоэкологические аспекты режима осадков вегетационного периода северного Казахстана: Дис. ... к. г. н. – Бишкек, 2017.
- [12] Боголюбова Е.В. Анализ статистических характеристик сезонных осадков на станциях запада и востока Казахстана в теплый период года // Молодой ученый. – 2020. – № 4(294). – С. 214-223.
- [13] Турулина Г.К. О прогнозе суммы осадков на 5 дней в Казахстане на основе комплексного-гидродинамического-статистического метода // Труды КазНИИ. – 1984. – № 86. – С. 6-23.
- [14] Перепись А.Е., Жексенбаева А.К. Қазақстанның шығыс өңірлеріндегі атмосфералық жауын-шашындардың көп-жылдық таралу динамикасы. – Алматы, 2019.
- [15] Электрондық ресурс – <https://www.ventusky.com> сайты
- [16] Электрондық ресурс – https://www.kazhydromet.kz/ru/meteo_db сайты

REFERENCES

- [1] Zheksenbaeva A.K. Laboratory practice on meteorology. Almaty: Kazak University, 2011. 90 p. (in Kaz.).
- [2] Gordeeva S.M. Workshop on the discipline "Statistical methods of processing and analysis of hydrometeorological information". Saint-Petersburg: Russian State Hydrometeorological University, 2010. 74 p. (in Russ.).
- [3] Khromov S.P., Petrosyants M.A. Meteorology and Climatology. L.: Hydrometeoizdat, 1993 (in Russ.).
- [4] Tverskoy P.N. Course of Meteorology (Atmospheric Physics). L.: Gidrometeoizdat, 1962 (in Russ.).
- [5] Nesterov E.S. North Atlantic Oscillation: Atmosphere and Ocean. Moscow: Triad, 2013. 144 p. (in Russ.).
- [6] Batyreva O.V., Lukiyanova L.E. Large temperature and precipitation anomalies in the ETR, Western Siberia and Kazakhstan // Meteorology and hydrology. 1982. № 3. 30-39 p. (in Russ.).
- [7] Orakova G.O., Tillakarim T.A. Long-term fluctuations of precipitation in eastern Kazakhstan at the beginning of the 20th-21st centuries // 2018. N 22. P. 75-80 (in Kaz.).
- [8] Zheksenbaeva A.K. Features of distribution of precipitation in the cold period in the Northern Kazakhstan // Vestnik KazNU. Series: geographical. 2010. P. 110-11.
- [9] Drozdov O.A., Grigorieva A.S. Multiyear cyclic variations of atmospheric precipitation in the USSR. L.: Gidrometeoizdat, 1971. P. 83-87 (in Russ.).
- [10] Kuzhageldina N.U., Bogolyubova E.V. Features of changes in statistical estimates of average seasonal precipitation totals and catalog of large anomalies in the north and south of Kazakhstan in autumn, pre-winter and winter // Hydrometeorology 2015. N 3. P. 15-22 (in Russ.).

[11] Jeksenbaeva A.K. Geo-ecological aspects of precipitation regime of the growing season in northern Kazakhstan: PhD thesis. Bishkek, 2017 (in Russ.).

[12] Bogolyubova E.V. Analysis of statistical characteristics of seasonal precipitation at stations in the west and east of Kazakhstan during the warm season // Young Scientist. 2020. N 4(294). P. 214-223 (in Russ.).

[13] Turulina G.K. On forecasting the amount of precipitation for 5 days in Kazakhstan on the basis of complex-hydrodynamic-statistical method // Proceedings of KazNII 1984. № 86. P. 6-23 (in Russ.).

[14] Perepis A.E., Zheksenbaeva A.K. Dynamics of long-term distribution of atmospheric precipitation in the eastern regions of Kazakhstan. Almaty, 2019 (in Kaz.).

[15] Electronic resources – <https://www.ventusky.com>

[16] Electronic resources – https://www.kazhydromet.kz/ru/meteo_db

А. Ө. Жәди¹, А. С. Мадібеков², А. Ә. Әбілқаді³

¹МНС лаборатории гидрохимии и экологической токсикологии

(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

²Руководитель лаборатории гидрохимии и экологической токсикологии

(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

³Магистрант кафедры метеорологии и гидрологии

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Рассмотрены особенности временного распределения атмосферных осадков по станциям Акмолинской области с 1986 по 2020 год. Изучение многолетних колебаний атмосферных осадков является в настоящее время одной из актуальных глобальных задач. Во многих исследованиях глобальное изменение климата также рассматривается как результат хозяйственной деятельности. Рассмотрены распределение осадков по сезонным периодам, статистические характеристики по изучаемым станциям, крупные аномалии атмосферных осадков и синоптические условия распределения осадков. Для всех приведенных лет установлены нормальные, маловодные, очень влажные годы с атмосферными осадками.

Ключевые слова: атмосферные осадки, аномалии, многолетний ход осадков, жидкие и твердые осадки, статистические показатели

A. O. Zhadi¹, A. S. Madibekov², A. A. Abilkadi³

¹Junior researcher of Laboratory of hydrochemistry and ecological toxicology

(JSC «Institute of geography and water security» Almaty, Kazakhstan)

²Head of Laboratory of hydrochemistry and ecological toxicology

(JSC «Institute of geography and water security», Almaty, Kazakhstan)

³Master student of Meteorology and hydrology chair

(Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan)

FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF PRECIPITATION IN THE TERRITORY OF THE AKMOLA REGION

Abstract. The article discusses the features of the temporary distribution of precipitation at the stations of the Akmola region in the period from 1986 to 2020. The study of long-term fluctuations in atmospheric precipitation is currently one of the urgent global tasks. In many studies, global climate change is also considered as a human economic activity. In this paper, the distribution of precipitation by seasonal periods, statistical characteristics of the stations under consideration, large precipitation anomalies and synoptic conditions of precipitation distribution are also considered. For all the given years, normal, low-water, very wet years with atmospheric precipitation are established.

Keywords: atmospheric precipitation, anomalies, long-term course of precipitation, liquid and solid precipitation, statistical indicators.

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS

Гляциология – Гляциология – Glaciology

- Petrov M.A., [Glazirin G.E.], Tomashevskaya I.G., Tikhanovskaya A.A., Sabitov T.Yu.*
Influence of the modern climatic setting in the mountains of Central Asia on the state of glaciation,
glacier runoff and glacial lake outbursts..... 3
(*Петров М.А., [Глазырин Г.Е.], Томашевская И.Г., Тихановская А.А., Сабитов Т.Ю.*
Влияние современных климатических условий в горах Центральной Азии на состояние оледенения,
ледниковый сток и прорыв ледниковых озер)
- Курбонов Н.Б.* Климато-географический анализ влияния температурного режима
на деградацию ледников бассейна реки Зерафшан.....15
(*Kurbonov N.B.* Climatic-geographical analysis of the influence of the temperature regime
on the degradation of glaciers in the Zerafshan river basin)

Гидрология – Гидрология – Hydrology

- Мамедов Дж.Г.* Поверхностный смыв как зеркало экзогенных процессов
(на примере Ленкоранской природной области Азербайджана).....26
(*Mammedov J.H.* Surface washing as a mirror of exogenous processes (on the example
of the Lankaran natural region of Azerbaijan)
- Таиров А.З.* Повышение уровня водной безопасности при использовании водоемов бассейна
трансграничных рек Казахстана..... 34
(*Tairov A.Z.* Increasing the level of water security when using reservoirs in the basins of transboundary rivers
of Kazakhstan)

**Климатология и метеорология
Климатология және метеорология
Climatology and meteorology**

- Жәди А.Ә., Мадібеков А.С., Әбілқәди А.Ә.* Ақмола облысы территориясында жауын-шашынның
таралу ерекшелігі..... 40
(*Zhadi A.O., Madibekov A.S., Abilkadi A.A.* Features of the distribution of precipitation in the territory
of the Akmola region)

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. ... (рус. 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 подрисуночных подписях. В подрисуночной подписи необходимо четко отделить (новая строка) собственно название рисунка от объяснений к нему (экспликация). Подрисуночные 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 (например, 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: journal.ingeo@gmail.com

Сайт: <http://www.ojs.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 белгілі 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 жөнделуге 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 қабылдау 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 статью 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 30.09.2022 қол қойылды.
Пішіні 60x88¹/₈. Офсеттік басылым.
Баспа – ризограф. 3,7 п.л.
Таралымы 300 дана.

Подписано в печать 30.09.2022.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная.
Печать – ризограф. 3,7 п.л.
Тираж 300.

Passed for printing on 30.09.2022.
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
ТОО «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