

ISSN 1998 – 7838

«ПАРАСАТ» ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ХОЛДИНГІ» АҚ  
«ГЕОГРАФИЯ ИНСТИТУТЫ» ЖШС

АО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ХОЛДИНГ “ПАРАСАТ”»  
ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ»

JSC «NATIONAL  
SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL  
HOLDING “PARASAT”»  
LLC «THE INSTITUTE OF GEOGRAPHY»

# ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ГЕОЭКОЛОГИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ



## ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ



## Issues of Geography and Geoecology

# 2

СӘУІР – МАУСЫМ 2017 ж.  
АПРЕЛЬ – ИЮНЬ 2017 г.  
APRIL – JUNE 2017

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                      АЛМАТЫ

Б а с р е д а к т о р ы  
география ғылымының докторы, ҚР ҰҒА академигі **И. В. Северский**

Б а с р е д а к т о р д ы ң о р ы н б а с а р ы:  
география ғылымының докторы **И. Б. Скоринцева**, география ғылымының докторы **С. К. Алимкулов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**С. А. Абдрахманов**; география ғылымының докторы **Ф. Ж. Акиянова**; география ғылымының докторы **Н. А. Амиргалиев**; география ғылымының докторы **В. П. Благовещенский**; Еуропа мен Азиядағы Халықаралық ғылым академиясының академигі (IASEA), доктор, профессор **Цуй Вэйхун** (Қытай); география ғылымының докторы **Г. В. Гельдыева**; география ғылымының докторы **А. П. Горбунов**; география ғылымының докторы **Ж. Д. Достай**; география ғылымының докторы **С. Р. Ердавлетов**; жаратылыстану ғылымдарының докторы **Я. Ленчке** (Германия); география ғылымының докторы **И. М. Мальковский**; ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, география ғылымының докторы **А. Р. Медеу**; география ғылымының докторы **У. И. Муртазаев** (Тәжікстан); геология-минералогия ғылымының кандидаты **Э. И. Нурмамбетов**; география ғылымының докторы **Р. В. Плохих**; география ғылымының кандидаты **Т. Г. Токмагамбетов**; география ғылымының докторы **Л. С. Толеубаева**; техника ғылымының докторы **А. А. Турсунов**; география ғылымының кандидаты **Р. Ю. Токмагамбетова**; доктор, профессор **Ю. Шур** (АҚШ); география ғылымының докторы **А. А. Эргешов** (Қырғызстан); география ғылымының кандидаты **В. С. Крылова** (жауапты хатшы)

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
академик НАН РК, доктор географических наук **И. В. Северский**

З а м е с т и т е л и г л а в н о г о р е д а к т о р а:  
доктор географических наук **И. Б. Скоринцева**, доктор географических наук **С. К. Алимкулов**

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

**С. А. Абдрахманов**; доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**; доктор географических наук **Н. А. Амиргалиев**; доктор географических наук **В. П. Благовещенский**; академик Международной академии наук Европы и Азии (IASEA), доктор, профессор **Цуй Вэйхун** (Китай); доктор географических наук **Г. В. Гельдыева**; доктор географических наук **А. П. Горбунов**; доктор географических наук **Ж. Д. Достай**; доктор географических наук **С. Р. Ердавлетов**; доктор естественных наук **Я. Ленчке** (Германия); доктор географических наук **И. М. Мальковский**; член-корреспондент НАН РК, доктор географических наук **А. Р. Медеу**; доктор географических наук **У. И. Муртазаев** (Таджикистан); кандидат геолого-минералогических наук **Э. И. Нурмамбетов**; доктор географических наук **Р. В. Плохих**; кандидат географических наук **Т. Г. Токмагамбетов**; доктор географических наук **Л. С. Толеубаева**; доктор технических наук **А. А. Турсунов**; кандидат географических наук **Р. Ю. Токмагамбетова**; доктор, профессор **Ю. Шур** (США); доктор географических наук **А. А. Эргешов** (Кыргызстан); кандидат географических наук **В. С. Крылова** (ответственный секретарь)

E d i t o r - i n - C h i e f  
Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **I. V. Severskiy**

D e p u t y E d i t o r - i n - c h i e f:  
Doctor of Geographical Sciences **I. B. Skorintseva**, Doctor of Geographical Sciences **S. K. Alimkulov**

E d i t o r i a l B o a r d:

**S. A. Abdrakhmanov**; Doctor of Geographical Sciences **F. Zh. Akiyanova**; Doctor of Geographical Sciences **N. A. Amirgaliyev**; Doctor of Geographical Sciences **V. P. Blagoveshchenskiy**; Academician of the International Academy of Sciences for Europe and Asia (IASEA), Doctor, Full professor **Cui Weihong** (China); Doctor of Geographical Sciences **G. V. Geldyeva**; Doctor of Geographical Sciences **A. P. Gorbunov**; Doctor of Geographical Sciences **Zh. D. Dostai**; Doctor of Geographical Sciences **S. R. Yerdavletov**; Doctor Rerum Naturalium **J. Lentschke** (Germany); Doctor of Geographical Sciences **I. M. Malkovskiy**; Corresponding Member of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **A. R. Medeu**; Doctor of Geographical Sciences **U. I. Murtazayev** (Tajikistan); Candidate of Geological and Mineralogical Sciences **E. I. Nurmambetov**; Doctor of Geographical Sciences **R. V. Plokhikh**; Ph.D. **T. G. Tokmagambetov**; Doctor of Geographical Sciences **L. S. Toleubayeva**; Doctor of Technical Sciences **A. A. Tursunov**; Ph.D. **R. Yu. Tokmagambetova**; Doctor, Full professor **Yu. Shur** (USA); Doctor of Geographical Sciences **A. A. Ergeshov** (Kyrgyzstan); Candidate of Geographical Sciences **V. S. Krylova** (Senior Secretary)

«Вопросы географии и геоэкологии» ISSN 1998 – 7838  
Собственник: ТОО «Институт географии»

Подписной индекс для юридических лиц: 24155

Свидетельство о регистрации издания № 8243-Ж от 5 апреля 2007 г. и перерегистрации № 11303-Ж от 22 декабря 2010 г. выдано Министерством связи и информации Республики Казахстан

А д р е с р е д а к ц и и:

050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра / Пушкина, 67/99

Тел.: +7(727)291-81-29, факс: +7(727)291-81-02

E-mail: geography.geoecology@gmail.com, ingeo@mail.kz, сайт: <http://www.ingeo.kz>

УДК 551.578.48

V. P. Blagoveshchenskiy<sup>1</sup>, V. V. Zhdanov<sup>2</sup>, B. B. Askarbekov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doctor of geographical sciences, head of the natural hazards laboratory  
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup>Candidate of technical sciences, senior researcher of the natural hazards laboratory  
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>3</sup>Junior researcher of the natural hazards laboratory (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

## CALIBRATION OF AN AVALANCHE MATHEMATICAL MODEL IN THE ILI ALATAU RANGE

**Abstract.** The article presents the results of the calibration of RAMMS model for Ile Alatau range conditions. The range is located in Kazakhstan. The data on six avalanches in the same avalanche site were used. Five avalanches were dry, and one avalanche was wet. Avalanches volume varied from 2000 to 12 000 m<sup>3</sup>. Maximum speed avalanches were between 15 and 30 m/s, the flow height – from 3 to 10 m. Series of back calculations with different values of the friction coefficients was made to obtain the calibrated coefficients. The calibrated coefficients were chosen under condition of the best fit with real avalanches.

**Keywords:** calibration of models, mathematical models, snow avalanches.

**Introduction.** Mathematical modeling is used to calculate the parameters of avalanches with large-scale assessment of avalanche danger and the design of protective structures. The simplest model is the model of avalanche material point. This model was introduced in the USSR in the 1930s, [5] and improved in 1960 [2, 4]. In this model, an avalanche movement replaces its center of mass motion. Avalanche in the form of a material point moves along the slope under the force of gravity and the different nature of resistance forces: the forces of Coulomb friction and resistance force proportional to the square of the speed. The movement inside the avalanche is not considered, so the distribution of particle velocities in the snow is not calculated. The model allows us to estimate only the speed and range of avalanche emission.

More complex are the hydraulic type model in which the avalanche body is a solid medium such as an incompressible fluid, subject to the action of gravity and the turbulent drag. In order to provide a stop an avalanche on a slope, it is necessary to introduce additional resistance such as Coulomb friction. For the first time hydraulic model was used Felmy A. [12]. The model Felmy velocity snow particles averaged normal to the slope. Thus, the distribution characteristics of the avalanche along the flow body thickness is not considered.

The hydraulic model was significantly improved by Russian scientists in the 1970s [1, 3, 6]. Their model allows calculating the avalanche velocity along the length of the avalanche path and the sediments thickness after stopping.

Great progress has been made in the 2000s on the practical application of mathematical models as a result of the development of the Swiss Institute for Snow and Avalanche RAMMS computer program for avalanche motion calculations on two-dimensional hydraulic model Felmy-Salm in a real relief [8-11]. This program allows you to calculate the boundaries of the spread of the avalanches, the velocity distribution, flow and height of an avalanche of pressure on the longitudinal and transverse profile. For this model, the values of dry friction coefficient and turbulent resistance for the conditions of the Alps [7]. At present, the license for this program use 67 members in Switzerland and 129 – in other countries.

**Formulation of the problem.** A necessary condition for the application of mathematical models in practice is the calibration coefficient of resistance according to the real avalanches. Measurements of

height and speed avalanches are produced as a result of avalanches during video shooting preventive descents. Data on the borders of the spread, the height of the flow and the thickness of the deposits can be obtained in the survey of avalanches or in the wake of the maximum action of avalanches. Calibration coefficients of resistance produced the inverse calculations and the selection coefficient values, which provide the best agreement between the calculated parameters with the actual avalanches.

In this paper we present the results of the calibration coefficients for resistance RAMMS model for avalanche conditions in Ile Alatau.

**Used materials and methods of research.** For the simulation of avalanches has been selected avalanche center, located in the valley of the river Kishi Almaty in Ile Alatau (Figure 1). The parameters of avalanche center are defined by the topographic map scale 1:10 000. The zone of origin of avalanches is a flat grassy slope north-north-western orientation. Slope width – 75 m, length – 200 m, the slope of 35–37°, area – 12 000 m<sup>2</sup>. The release line of avalanches runs at an altitude of 2800 m above sea level. Transit zone is a wide tray in western orientation. Upon entering the avalanche chute makes a smooth turn to the left at 60° with a radius of curvature of 100 m. The surface of the tray herbaceous with a rare shrubs. The width of the tray – 35 m, length – 270 m, the slope – 35°. At the bottom of the tray at an altitude of 2460 m there is a rocky ledge, the high 16 m, where the dry avalanche jumps. Zone outrun a shallow concave trough with bushes of willow and rowan. The width of the trough 25 m, length 90 m, the average steepness of 18°, the slope of the avalanche stops at the point at an altitude of 2310 m above sea level – eleven. The height of the fall of the avalanche is 490 m Average steepness of the avalanche site – 30°.



Figure 1 – The studied avalanche site

According to the data of avalanche station "Shymbulak" located at an altitude of 2200 m above sea level 1.5 km from the focus of the model, a multi-year average height of snow avalanches in the release area at the end of winter is about 100 cm. The snow cover is observed at the end of November and disappears at the end of April. Maximum snow depth, repeated 1 time in 20 years – 130 cm, 1 time in 50 years – 150 cm. In normal years to February snow depth in the zone of separation of avalanches reaches 70–80 cm. In the bottom of the snow cover at this time formed a friable layer 30–40 cm, which serves as the horizon collapse of avalanches. Avalanches in this site comes off 1–2 times a year. In the middle of winter (in

February) comes off dry avalanches. The thickness of the avalanches in release zone – 60–80 cm, snow density of 200–250 kg/m<sup>3</sup>. At the end of winter (in late March – early April) formed an avalanche of wet snow density of 300–350 kg/m<sup>3</sup>. The thickness of the release area is 100–130 cm. The average volume of avalanches is 1000–2000 m<sup>3</sup>, maximum 8000–12 000 m<sup>3</sup>. Regular preventive explosions are carried out to ensure the safety of the road that crosses the avalanche chute at an altitude of 2350 m above sea level.

The height of snow avalanches in the release area obtained by the remote racks, established in "Shymbulak" avalanche station. Characteristics of snow cover (snow density and stratigraphy) were determined by standard methods in the release area of avalanches or in a representative accessible location at an altitude of 2500 m above sea level.

To calibrate the mathematical models used materials video filming avalanches lowered during preventive explosions. During the period from 2000 to 2015, it managed to obtain data on the six avalanches, which are shown in Table 1. The rate is determined by the time of the passage of the leading edge of the avalanche control sites that were selected in the tray on a well recognizable landmarks (Figure 2). Scale to determine the avalanche flow height were trees standing on the edges of the tray, the height of which was determined on the spot by a trigonometric method. Measurement avalanche rate appreciated by us of  $\pm 1$  m / s, flow heights –  $\pm 1$  m. The lower limit of the avalanche spread determined in the measuring tape with accuracy of  $\pm 1$  m. The thickness of the release measured on the ground avalanches snow stakes with divisions of 1 cm. The area of release was determined by the topographic map scale 1:10 000. The accuracy of the volume of avalanches was  $\pm 10\%$ .

Table 1 – Measured parameters of avalanches

# avalanches	The thickness of the release, cm	Snow density, kg/m <sup>3</sup>	Avalanche volume, m <sup>3</sup>	Avalanche type	The length of the path, m	Velocity, m/s	The height of the flow, m
1	100	300	12000	Wet	830	18	4
2	100	200	8000	Dry	800	17	8
3	70	200	2000	Dry	830	15	3
4	90	200	5000	Dry	870	20	4
5	100	250	8000	Dry	940	25	6
6	130	250	12000	Dry	1000	30	10

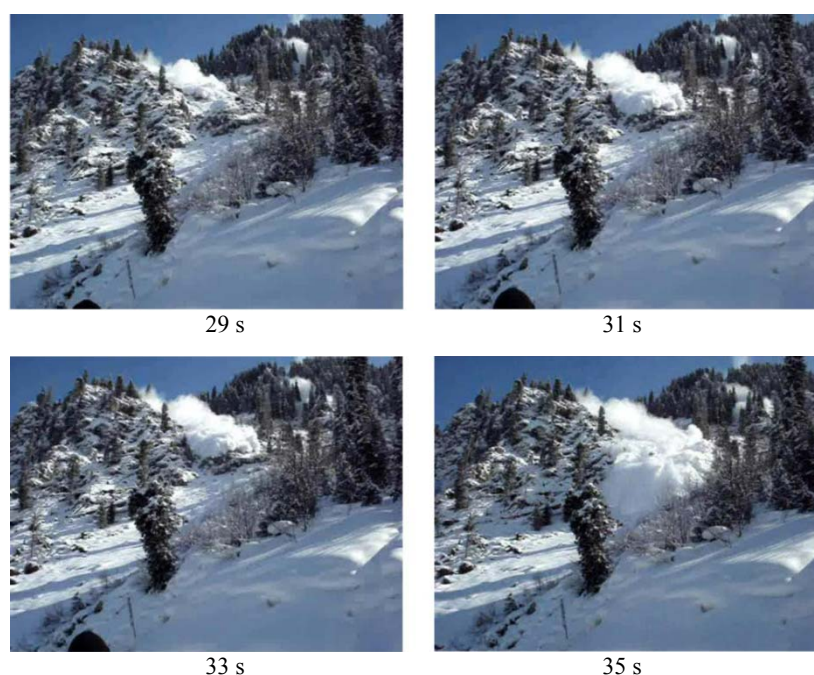


Figure 2 – Video frames of avalanche motion. The time interval – 2 seconds

Calibrating regulatory friction coefficients in the mathematical models carried out by the back calculation of avalanches. For each of the avalanche carried out a series of calculations with different types of regulatory coefficient values. Of the array to select multiple options, which coincided with the design speed of the avalanche measured, and several options that match the estimated length of the path of the avalanche with the measured. In the graph, one axis is plotted the values of the coefficient of dry friction, and on the other – the turbulent drag coefficient, built a line of pairs of resistance values of the coefficients, in which the same design and the actual avalanche speed, and line the values of these coefficients, in which the same estimated and the actual length of the path of the avalanche. The intersection of these lines gives a single pair of values of regulatory factors, which provide the agreement between the calculated and actual values for the speed and for the length of the avalanche path.

**Research results.** For the calibration of resistance coefficients used data on 6 avalanches (see Table 1). For the simulation used a digital elevation model obtained on the topographic map scale 1:10 000.

For the calibration coefficients of dry friction  $\mu$  and turbulent resistance  $\xi$  options 225 calculation was performed (Figure 3) With different values of the input parameters: the thickness of the avalanche detachment – 700, 100 and 130 cm; Snow density – 200, 250 and 300 kg/m<sup>3</sup>,  $\mu$  – 0,2, 0,25, 0,3, 0,35 and 0,4;  $\xi$  – 1000, 1500, 2000, 2500 and 3000 m/s<sup>2</sup>.

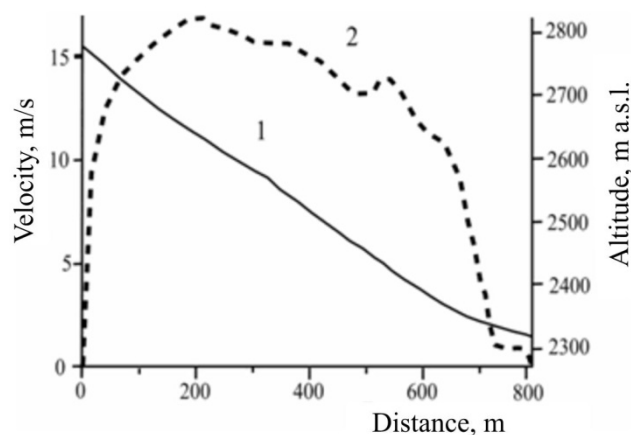


Figure 3 – Longitudinal profile of calculated velocity of the avalanche N 2 when  $\mu = 0,4$  and  $\xi = 1,500$  m/s<sup>2</sup>:  
1 – longitudinal profile of the avalanche path, 2 – longitudinal profile of avalanche velocity

The results of the calibration coefficient  $\mu$  and  $\xi$  are given in Table 2. Calculated and actual values of speed, height and length of the flow path of avalanches are shown in Table 3. As can be seen from the table, the simulation of avalanches with calibrated resistance coefficients agrees very well with the real avalanches along the length of the path and speed avalanches. At the same time the estimated value of the flow heights are very low. This may be due to the fact that the real avalanche were dry with cloud and the model used is designed for dense avalanche flows. Model for dust avalanches are currently under development.

Table 2 – Resistance coefficients of to simulate avalanches on RAMMS

# avalanches	Resistance coefficients	
	$\mu$	$\xi$ , m/s <sup>2</sup>
1	0,35	1500
2	0,4	1500
3	0,4	1500
4	0,35	2000
5	0,3	2500
6	0,3	3000

Table 3 – Results of avalanches simulations on RAMMS

# of avalanches	Avalanche parameters									
	measured				calculated from the calibrated coefficients			calculated with the recommended coefficients		
	volume, m <sup>3</sup>	path length, m	velocity, m/s	flow height, m	path length, m	velocity, m/s	flow height, m	path length, m	velocity, m/s	flow height, m
1	12000	830	18	4	840	18,5	2,4	1005	20	1,6
2	8000	800	17	8	810	16,9	2,6	1000	20	1,6
3	2000	830	15	3	820	15,4	2,4	910	16	2,4
4	5000	870	20	4	860	20,4	1,6	920	16,2	2,4
5	8000	940	25	6	980	23,5	1,6	980	20	1,6
6	12000	1000	30	10	990	25,9	1,6	1010	21,3	1,6

The same table shows the design parameters of avalanches obtained at values of coefficients  $\mu$  and  $\xi$ , the recommended guide RAMMS [8]. According to this guide, avalanche foci in a wide pan, located at an altitude of over 1,500 meters above sea level, simulation of avalanches, repeated 1 time in 10 years, with less than 5,000 m<sup>3</sup>  $\mu = 0,34$  and  $\xi = 1250$ . These coefficients values were used in modeling avalanches number 3 and 4. For the avalanche capacity from 5,000 to 25,000 m<sup>3</sup> avalanches  $\mu = 0,31$  and  $\xi = 1500$ . These values were used in modeling avalanches number 1, 2, 5, 6. These coefficients are significantly different from the coefficients calibrated for real avalanches. Accordingly, the simulation results with these coefficients differ significantly from the actual avalanches. At 1–5 avalanches number is overstated path length, while avalanches number 7 - understated speed.

**The discussion of the results.** In Ile Alatau conditions in the calculation of avalanches on RAMMS model for dry avalanches  $\mu = 0,35-0,4$ ,  $\xi = 1500-2000$  m/s<sup>2</sup> at a volume of 2000–5000 m<sup>3</sup> and  $\mu = 0,3-0,35$ ,  $\xi = 2000-3000$  m/s<sup>2</sup> at a volume 8000–12 000 m<sup>3</sup>. For wet avalanches volume of 12,000 m<sup>3</sup>  $\mu = 0,35$ ,  $\xi = 1,500$  m/s<sup>2</sup>.

For calibrated resistance values of the coefficients for the calculation of avalanches and other types of volumes is necessary to continue work on the measurement of real avalanches parameters.

*The work was funded by the Ministry of Education and Science of The Republic of Kazakhstan (grant N 2306/GF4).*

## REFERENCES

- [1] Danilova E.M., Eglit M.E. Motion of snow avalanches. Materialy Glyatsiologicheskikh Issledovaniy. Data of Glaciological Studies. 1977. 31: 65-74 (in Russian).
- [2] Kozik S.M. Raschet dvizheniya snezhnykh lavin. Calculation of snow avalanche motion. Leningrad: Hydrometeoizdat. 1962: 70 (in Russian).
- [3] Mironova E.M., Eglit M.E. Application package for numerical simulation of avalanches, debris flows and water flows. Materialy Glyatsiologicheskikh Issledovaniy. Data of Glaciological Studies. 1988: 161-165 (in Russian).
- [4] Moskalev Ju.D. Vozniknovenie i dvizhenie lavin. Avalanche release and motion. Leningrad: Hydrometeoizdat. 1966: 152 (in Russian).
- [5] Saatchyan G.G. Snow and snow avalanches. TCRIC Proceedings Trudy TNiIS. 1936. 27: 1-59 (in Russian).
- [6] Eglit M.E., Sveschnikova E.I. Snow avalanche mathematical modeling. Materialy Glyatsiologicheskikh Issledovaniy. Data of Glaciological Studies. 1980. 38: 79-84 (in Russian).
- [7] Internet resource [http://ramms.slf.ch/ramms/downloads/RAMMS\\_AVAL\\_Manual.pdf](http://ramms.slf.ch/ramms/downloads/RAMMS_AVAL_Manual.pdf)
- [8] Christen, M., P. Bartelt, and U. Gruber. Numerical calculation of snow avalanche runout distances // Proceeding of the 2005 International Conference Computing in Civil Engineering, July 12-15. Cancun Mexico, 2005: 30-41.
- [9] Christen, M., Bartelt, P., Gruber, U. RAMMS - a Modelling System for Snow Avalanches, Debris Flows and Rockfalls based on IDL. Photogramm. Fernerkund. Geoinf. 4/2007: 289-292.
- [10] Christen, M., Bartelt, P., Kowalski, J., Stoffel, L. Calculation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain with the numerical simulation programm RAMMS. In: International Snow Science Workshop 2008, Proceedings. September 21-27, 2008. Whistler, BC, CAN: 709-716.
- [11] Christen, M., Kowalski, J., Bartelt, P. RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Reg. Sci. Technol. 2010. 63:1-14.
- [12] Voellmy A. Über die Zerstörungskraft von Lawinen. Schweiz, Bauzeitung. 1955. Vol. 73, N 12, 15, 17, 19.

**В. П. Благовещенский<sup>1</sup>, В. В. Жданов<sup>2</sup>, Б. Б. Аскарбеков<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>География ғылымдарының докторы, табиғи қауіп-қатерлер зертханасының жетекшісі  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Техника ғылымдарының кандидаты, табиғи қауіп-қатерлер зертханасының аға ғылыми қызметкері  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>3</sup>Табиғи қауіп-қатерлер зертханасының кіші ғылыми қызметкері  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

### **ІЛЕ АЛАТАУЫ ЖОТАСЫНДАҒЫ ҚАР КӨШКІНІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІНІҢ КАЛИБРОВКАСЫ**

**Аннотация.** Қазақстандағы Іле Алатауы жағдайында қар көшкіні RAMMS математикалық моделінің калибровкасы нәтижесі келтірілген. Калибровка үшін бір ғана қар көшкіні ошағында болған алты көшкін туралы мәлімет қолданылды. Бес көшкін құрғақ, бір көшкін – ылғалды. Қар көшкінінің көлемі 2000 нан 12 000 м<sup>3</sup> дейін ауытқыған. Көшкіннің жылдамдығы 15 тен 30 м/с, ағыс биіктігі 3 тен 10 м дейін болған. Коэффициенттер калибровкасы үшін үйкеліс коэффициенттер шамасының мәні әртүрлі болатын екі модель бойынша кері есептеулер сериясы жасалды. Калибровка жасалған деректер ретінде, қар көшкінінің есептелген жылдамдығы мен жүру жолы ұзындығының фактілік деректерге ең жақын сәйкестігі болатындай коэффициенттер мәнінің жұбы таңдалды.

**Түйін сөздер:** модельдер калибровкасы, математикалық модельдер, қар көшкіні.

**В. П. Благовещенский<sup>1</sup>, В. В. Жданов<sup>2</sup>, Б. Б. Аскарбеков<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Доктор географических наук, руководитель лаборатории природных опасностей  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>Кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории природных опасностей  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>3</sup>Младший научный сотрудник лаборатории природных опасностей  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

### **КАЛИБРОВКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЛАВИН В ХРЕБТЕ ИЛЕ АЛАТАУ**

**Аннотация.** Приводятся результаты калибровки математической модели снежных лавин RAMMS для условий Иле Алатау в Казахстане. Для калибровки использованы данные о шести лавинах в одном и том же лавинном очаге. Пять лавин были сухие, одна лавина – мокрая. Объем лавин варьировал от 2000 до 12 000 м<sup>3</sup>. Максимальные скорости лавин были от 15 до 30 м/с, высота потока – от 3 до 10 м. Для калибровки коэффициентов была выполнена серия обратных расчетов по обеим моделям с различными значениями коэффициентов трения. В качестве откалиброванных выбиралась пара значений коэффициентов, при которых получалось наилучшее соответствие рассчитанных скоростей и длины пути лавин фактическим данным.

**Ключевые слова:** калибровка моделей, математические модели, снежные лавины.



**В. П. Благовещенский<sup>1</sup>, Т. С. Гуляева<sup>2</sup>, В. В. Жданов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Д.г.н., руководитель лаборатории природных опасностей (Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>К.г.н., ведущий научный сотрудник лаборатории природных опасностей  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>3</sup>К.т.н., старший научный сотрудник лаборатории природных опасностей  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

## **ПОДВЕРЖЕННОСТЬ ГОРНЫХ РАЙОНОВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА ВОЗДЕЙСТВИЮ СЕЙСМОГЕННЫХ ОПАСНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Аннотация:** Выполнена оценка подверженности горных районов Юго-Восточного Казахстана воздействию опасных экзогенных процессов (обвалов, оползней, лавин и селей), вызываемых сильными землетрясениями. В горных районах Юго-Восточного Казахстана обнаружено несколько десятков крупных сейсмогенных обвалов и оползней. Объем самого крупного из них составляет 380 млн м<sup>3</sup>. Прорывы завальных озер приводят к формированию катастрофических селей и паводков. В зимний период, при неустойчивом залегании снежного покрова сильные землетрясения сопровождаются сходом снежных лавин. В горах Юго-Восточного Казахстана наибольшую опасность представляют сейсмогенные оползни, обвалы и сели. Опасность сейсмогенных лавин незначительная.

**Ключевые слова:** опасные сейсмогенные процессы, сейсмогенный риск.

**Введение.** Сильные землетрясения в горных районах часто сопровождаются такими опасными явлениями, как оползни, обвалы и снежные лавины. Разрушительные действия таких явлений могут быть даже больше, чем последствия самих землетрясений. В качестве примеров можно привести Верненское землетрясение 1887 г. в Иле Алатау, Вэньчуаньское землетрясение 2008 г. в Китае и землетрясение в Непале в 2015 г. Поэтому в сейсмоактивных районах при оценке опасностей и рисков, вызываемых экзогенными процессами, необходимо учитывать влияние землетрясений на эти процессы.

**Район исследований и использованные материалы.** Район исследований расположен на юго-востоке Казахстана в Алматинской области (рисунок 1). Здесь находятся горные хребты Жетысу Алатау, Иле Алатау, Кунгей Алатау, Терискей Алатау и Узынкара. Все эти хребты являются пограничными и часть их территории находится в Китае и Кыргызстане.

В исследовании использованы данные о землетрясениях, приведенные в литературе [1-4], каталогах землетрясений [5] и Интернете [6-8]. Данные о сходах лавин взяты из отчетов снеголавинных станций «Шымбулак» и «Большое Алматинское озеро», расположенных в Иле Алатау.

Сведения о сейсмогенных обвалах, оползнях и завальных озерах получены из литературных источников, дешифрированием космических снимков Google и по крупномасштабным топографическим картам.

**Сейсмогенные оползни, обвалы и лавины в мире.** В горных районах одним из основных источников геологических опасностей являются экзогенные процессы: оползни, обвалы, сели, лавины [9, 10]. В сейсмоактивных районах часто причиной формирования этих процессов являются сильные землетрясения с магнитудой более 6 [11]. Катастрофы, связанные с сейсмогенными проявлениями экзогенных процессов, отмечены во многих сейсмически активных горных районах мира.

В 1911 г. при землетрясении на Памире Усойский обвал объемом 2200 млн м<sup>3</sup> в Таджикистане привел к образованию Сарезского озера глубиной 500 м, объемом 17 км<sup>3</sup> [12]. В Северном Тянь-Шане на территории Казахстана и Кыргызстана катастрофические сейсмогенные оползни и обвалы случались в 1887 и 1911 гг. [3, 4]. Особенно разрушительным было землетрясение 1920 г. в провинции Ганьсу в Китае. Тогда под оползнями погибло около 100 000 человек [13]. Оползень при Хаитском землетрясении в Таджикистане в 1949 г. засыпал несколько поселков. Погибло 26 000 человек [14]. В Перу при землетрясении М 7,75 в 1970 г. гигантский обвал с горы Уаскаран разрушил

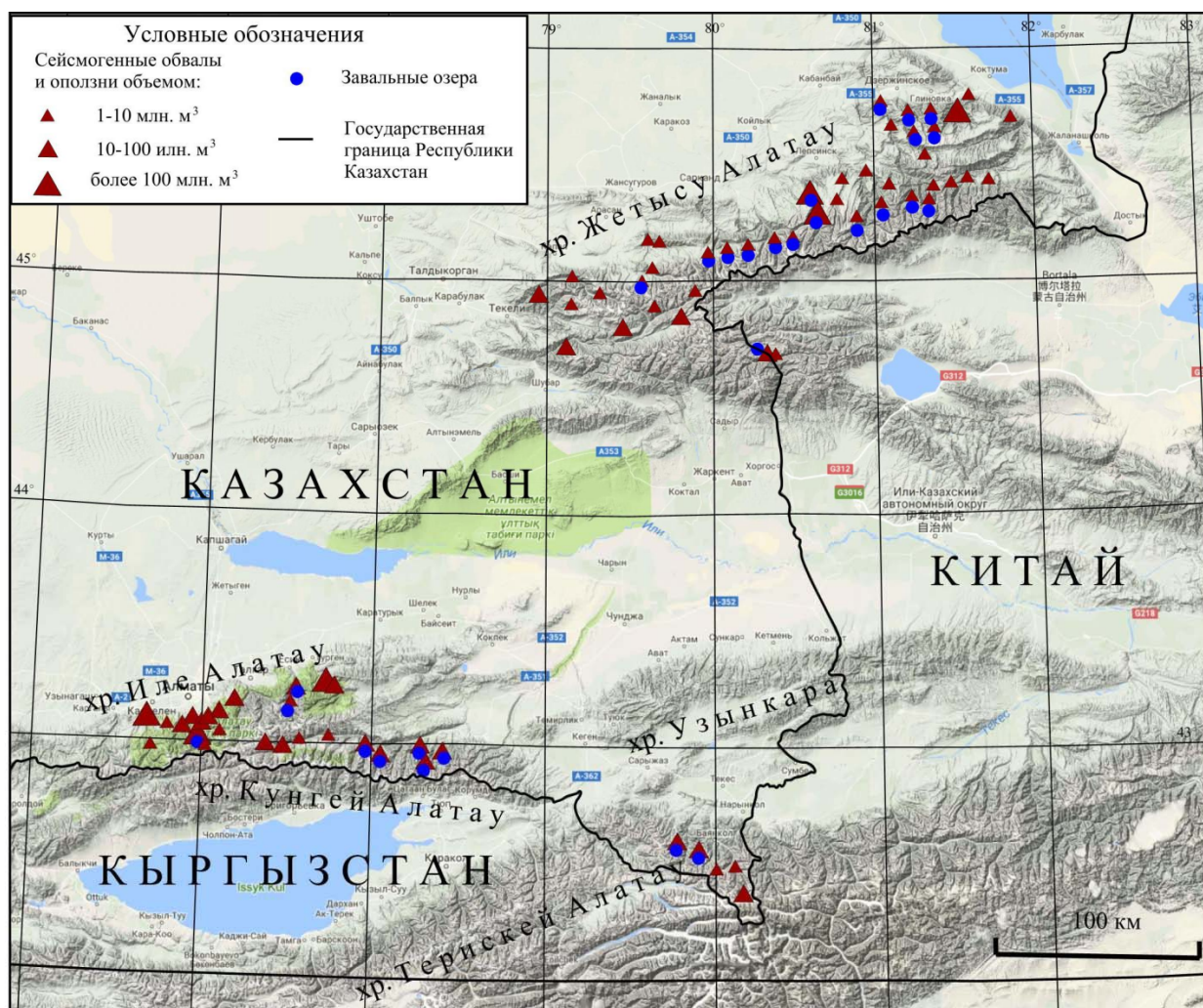


Рисунок 1 – Распространение сейсмогенных обвалов, оползней и завальных озер в горных районах Юго-Восточного Казахстана

город Юнгай и еще несколько поселков. Погибло 18 000 человек [15]. Кашмирское землетрясение в Пакистане в 2005 г. вызвало сход 25 500 оползней. Погибло 87 500 человек [16]. Сычуаньское землетрясение М 7,9 в Китае в 2008 г. вызвало сход почти 200 000 оползней на площади 110 000 км<sup>2</sup>. Объем самого крупного оползня составил 750 млн м<sup>3</sup>. Число погибших – почти 70 000 человек [17, 18].

Помимо оползней и обвалов при землетрясениях могут сходить снежные лавины и сели. Селевые потоки, вызванные землетрясениями, отмечались в Иле Алатау в 1887 г. [3], в 1949 г. на Тянь-Шане при Хаитском землетрясении [14], в Сычуане в Китае в 2008 и 2013 гг. [18], в 2011 г. в Японии [19]. Сход снежных лавин при землетрясениях отмечался в Иле Алатау в 1978, 1986, 2013 и 2015 гг., на Памире 13 июля 1990 г., в Гималаях в 2015 г.

**Сейсмогенные оползни и обвалы в горных районах Юго-Восточного Казахстана.** В Иле Алатау 9 июня 1887 г. произошло катастрофическое Верненское землетрясение магнитудой 7,3 [2, 3]. Зарождавшийся город Верный (ныне Алматы) был разрушен до основания. Эпицентр землетрясения располагался на границе гор и предгорной равнины в 10–12 км к юго-западу от города. Интенсивность сотрясений в эпицентре составляла 9–10 баллов. Землетрясение вызвало многочисленные обвалы и оползни. Рыхлые породы, будучи размягчены ливнями, предшествовавшими землетрясению, обрывались с крутых склонов ущелий и устремлялись вниз, в долины. Грязевые потоки перекрывали и останавливали реки, затем, прорвав через 2–3 дня образовавшуюся плотину, неслись с бешеной скоростью вниз, сметая все на своем пути. Кроме рыхлых оплывин во многих

Таблица 1 – Каталог сейсмогенных обвалов и оползней в горных районах Юго-Восточного Казахстана

Горный район, бассейн реки	Высота, м над ур. м.	Высота падения, м	Тип сейсмо- дислокации	Объем завала, млн м <sup>3</sup>	Объем завального озера, млн м <sup>3</sup>
Иле Алатау, Улкен Алматы	2500	1050	Обвал	380	14
Иле Алатау, Озерная	2700	600	Обвал	15	
Иле Алатау, Проходная	1300	900	Обвал	54	
Иле Алатау, Кокчека	1300	600	Обвал	24	
Иле Алатау, Ойжайлау	1200	500	Оползень	6,0	
Иле Алатау, Жаманбулак	1000	500	Оползень	30	
Иле Алатау, Тастыбулак	1200	400	Оползень	6,5	
Иле Алатау, Есик	1750	800	Обвал	24	15
Иле Алатау, Есик	3100	700	Обвал	7,0	3,0
Иле Алатау, Аксай	1400	600	Обвал	40	
Иле Алатау, Аксай	1200	300	Оползень	0,2	
Иле Алатау, Аксай	1300	400	Оползень	25	
Иле Алатау, Аксай	1500	500	Оползень	1,5	
Иле Алатау, Каскелен	1400	500	Оползень	2,0	
Иле Алатау, Бельбулак	2000	300	Оползень	0,1	
Иле Алатау, Котурбулак	1500	500	Оползень	0,8	
Иле Алатау, Котурбулак	1300	600	Оползень	5,4	
Иле Алатау, Прямая Щель	1200	550	Оползень	84	
Иле Алатау, Широкая Щель	1300	500	Оползень	1,5	
Иле Алатау, Киши Алматы	1400	300	Оползень	12	
Иле Алатау, Ремизовка	1500	400	Оползень	6,0	
Иле Алатау, Турген	1600	1200	Обвал	150	
Кунгей Алатау, Чон Урюкты	2200	1000	Обвал	22	2,4
Кунгей Алатау, Кайынды	1850	900	Обвал	15	1,2
Кунгей Алатау, Кольсай	1800	900	Обвал	50	16
Кунгей Алатау, Кольсай	2430	800	Обвал	20	20
Кунгей Алатау, Шелек	1800	880	Обвал	30	
Кунгей Алатау, Шелек	1750	780	Обвал	5	
Кунгей Алатау, Шелек	2400	750	Обвал	3	
Кунгей Алатау, Шелек	1970	1310	Обвал	8	
Кунгей Алатау, Шелек	2120	1080	Обвал	6	
Кунгей Алатау, Шелек	3330	480	Обвал	1,5	
Кунгей Алатау, Шелек	2800	800	Обвал	36	
Кунгей Алатау, Шелек	3230	1060	Обвал	2,4	
Кунгей Алатау, Шелек	3360	770	Обвал	4,5	
Терской Алатау, Акколь	3100	750	Обвал	30	12
Терской Алатау, Караколь	3050	600	Обвал	25	20
Жетысу Алатау, Аганакты	1700	750	Обвал	120	35
Жетысу Алатау, Аганакты	2500	800	Обвал	140	44
Жетысу Алатау, Баскан	2200	650	Обвал	25	6,0
Жетысу Алатау, Коргас	2300	1000	Обвал	50	15

местах образовались огромные обвалы и сбросы в гранитах. Общий объем смещенных пород на северном склоне Иле Алатау составлял 440 млн м<sup>3</sup>. Объем самых крупных оползней превышал 10 млн м<sup>3</sup>, иногда достигая 50 млн м<sup>3</sup>. Под обвалами в горах погибло 154 человека. В долине Аксяя выше обвала образовалось озеро, при прорыве которого через 20 ч вниз по долине прошел мощный грязекаменный поток.

Чиликское землетрясение М 8,3 произошло 12 июля 1889 года [2]. Эпицентр располагался в районе наиболее тесного сближения рек Шарын и Шилик. Интенсивность землетрясения в эпицентре составляла 10 баллов. В этой области образовались трещины, много громадных осыпей и обвалов в горах и ущельях. На озере Иссык-Куль образовалась огромная волна, нахлынувшая на берег и затопившая западную береговую полосу на значительном расстоянии.

Еще одно катастрофическое землетрясение – Кеминское М 7,7 с интенсивностью в эпицентре 10–11 баллов произошло 4 января 1911 г. [2, 4]. С наибольшей силой Кеминское землетрясение ощущалось в долине Чон-Кемина. В городе Верном сила сотрясения достигала 9 баллов. Наибольшие изменения поверхности земли произошли вдоль долины Чон-Кемина и верховий р. Шелек.

Дешифрированием космических снимков в горах Юго-Восточного Казахстана выявлено много сейсмогенных оползней и обвалов (см. рисунок 1), данные о которых приведены в таблице 1. В Иле Алатау кроме обвалов, образовавшихся при землетрясениях до 1887 г., есть несколько обвалов, размеры которых значительно превышают обвалы 1887 г. Так, обвал в долине Улкен Алматы, образовавший плотину Большого Алматинского озера, имеет объем более 380 млн м<sup>3</sup>. Подобные ему крупные обвалы находятся в долинах Есика и Тургени. Всего в Иле Алатау насчитывается более 20 сейсмогенных обвалов объемом более 10 млн м<sup>3</sup> [20].

Сейсмогенные обвалы и завальные озера имеются в хребтах Кунгей Алатау (долины рек Шелек, Чон Урюкты, Кайынды, Кольсай), Терискей Алатау (долины рек Байынкол, Улкен Кокпак), Жетысу Алатау (долины рек Коргас, Коксу, Аксу, Баскан, Аганакты, Тентек и др.).

**Сильные землетрясения в Юго-Восточном Казахстане.** Энергия землетрясений оценивается по шкале магнитуд Рихтера [21]. Магнитуда 6 является нижней границей разрушительных землетрясений, сопровождающихся образованием оползней и обвалов в горах. Для оценки воздействий на поверхность земли используется шкала интенсивности (силы) землетрясений. В странах СНГ применяется 12-балльная шкала MSK-64. Оползни и обвалы образуются при землетрясениях силой более 8 баллов по этой шкале. Лавины могут быть вызваны землетрясениями силой более 5 баллов.

Вероятность формирования сейсмогенных оползней, обвалов и снежных лавин определяется повторяемостью землетрясений разной интенсивности (сейсмической активностью) и геологогеоморфологическими условиями горной местности (состав грунтов, глубина расчленения рельефа).

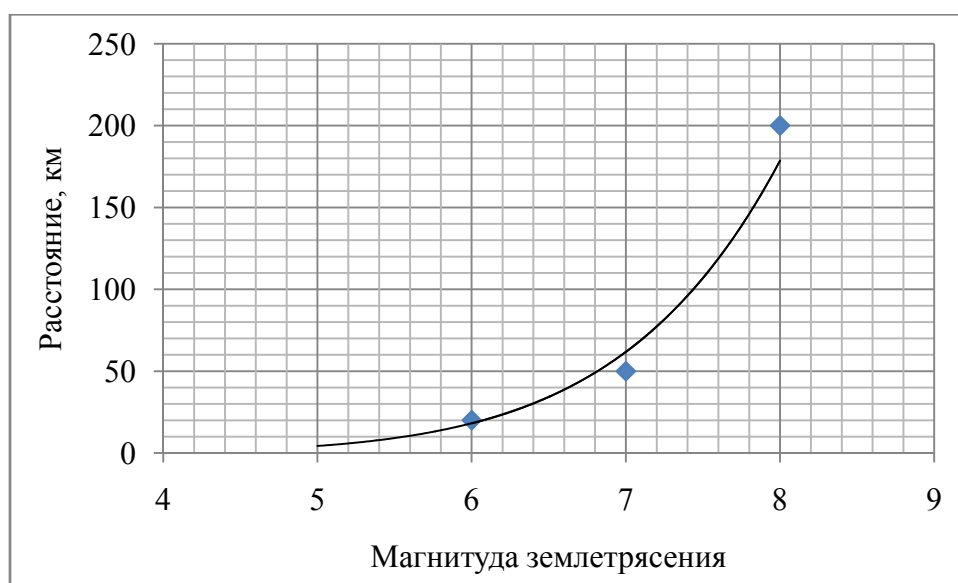


Рисунок 2 – Зависимость расстояния сейсмогенного оползнеобразования от эпицентра и магнитуды землетрясения

Площадь сильных сейсмических воздействий зависит, в первую очередь, от магнитуды землетрясения. В работе [11] приводятся данные о расстоянии от эпицентра землетрясения сейсмогенных оползней и обвалов в зависимости от магнитуды. При землетрясениях М 6,0 оползни и обвалы сходят на расстоянии 20 км от эпицентра, при землетрясениях М 7, 0 это расстояние увеличивается до 50 км, а при землетрясениях М 8,0 область распространения оползней и обвалов распространяется в радиусе до 200 км от эпицентра. По этим данным была получена зависимость радиуса развития сейсмогенных оползней и обвалов от магнитуды землетрясения (рисунок 2).

**Повторяемость сейсмогенных обвалов и оползней.** Оценить повторяемость сильных сейсмических воздействий можно по данным об эпицентрах землетрясений и их магнитуде. Эти сведения можно получить из архивных и литературных источников [1-5] и Интернета [6-8]. Данные о землетрясениях магнитудой более 5 баллов на территории Юго-Восточного Казахстана с 1970 по 2015 г., дополненные данными о катастрофических землетрясениях 1887, 1889 и 2011 гг., приведены в таблице 2. По этим данным, используя приведенную на рисунке зависимость радиуса

Таблица 2 – Каталог сильных землетрясений на территории Юго-Восточного Казахстана

Дата, год-месяц-день	Широта, градус с.ш.	Долгота, градус в.д.	Магнитуда	Радиус сильных сотрясений, км	Площадь сильных сотрясений, км <sup>2</sup>	Проявления опасных сейсмогенных процессов
1887-06-09	43,10	76,80	7,3	73	16827	Многочисленные оползни и обвалы в Иле Алатау
1889-07-12	43,20	78,70	8,3	203	129600	Многочисленные обвалы в Кунгей Алатау
1911-01-04	43,5	77,5	7,7	112	59300	Многочисленные обвалы в Кунгей Алатау
1915-12-17	42,00	79,2	6,5	25,7	2076	
1921	43,9	81,4	6,5	25,7	2076	
1932-12-24	42,8	78,2	5,6	7,7	186	
1938-06-20	42,72	76,12	6,9	65	15000	
1967-09-26	42,11	79,66	5,1	5,6	41	
1970-06-05	42,48	78,71	5,9	13,5	569	
1975-02-12	43,16	78,97	5,2	5,7	103	
1978-03-12	41,92	79,97	5,3	5,7	103	
1978-03-24	42,84	78,60	6,2	20,0	1253	Многочисленные в Кунгей Алатау, единичные лавины в Иле Алатау
1978-03-26	42,81	78,74	5,0	5,6	41	Единичные лавины в Иле Алатау
1979-04-06	41,96	77,43	5,0	5,6	41	
1982-11-30	42,06	79,11	5,0	5,6	41	
1982-12-31	42,87	77,49	5,8	11,8	434	
1984-10-23	43,79	79,94	5,0	5,6	41	
1986-01-25	43,19	77,48	5,0	5,6	41	
1990-11-12	42,94	78,07	6,4	25,7	2076	
1995-11-01	42,92	80,32	5,1	5,6	41	
1999-12-06	42,57	76,32	5,3	5,7	103	
1986-01-25	43,19	77,48	5,0	5,6	41	
1986-02-14	44,00	78,20	4,6	3,0	14	Единичные лавины в Иле Алатау
1988-06-17	42,92	77,49	5,3	5,7	103	
1997-08-13	41,92	79,69	5,0	5,6	41	
2000-08-08	42,11	76,94	5,3	5,7	103	
2003-12-01	42,97	80,63	5,0	3,6	41	
2003-12-01	42,88	80,52	5,9	13,5	569	
2003-12-01	42,87	80,60	5,2	5,7	103	
2005-02-15	41,72	79,40	5,3	5,7	103	
2006-04-28	41,70	80,69	5,2	4,9	76	
2006-12-25	42,15	76,13	5,8	11,8	434	
2007-10-09	42,89	77,88	5,0	5,6	41	
2009-01-25	43,32	80,90	5,3	5,7	103	
2011-05-01	43,56	77,75	5,1	5,6	41	
2012-05-30	43,38	78,75	5,4	6,7	139	
2013-01-28	42,61	79,71	6,1	17,6	968	Многочисленные лавины в Иле Алатау
2014-08-15	42,95	77,38	5,0	5,6	41	
2014-11-14	42,11	77,26	5,5	7,7	186	
2015-03-15	42,95	76,92	5,2	5,7	103	Единичные лавины в Иле Алатау

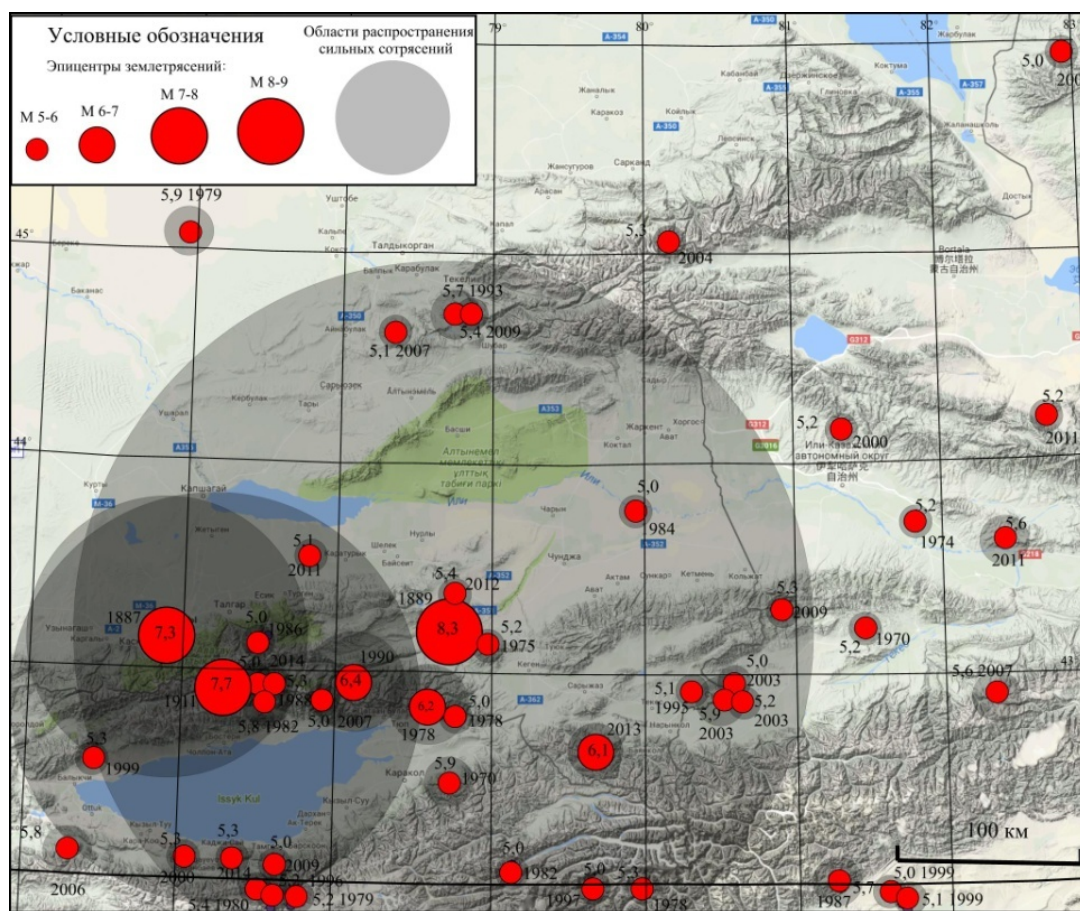


Рисунок 3 – Эпицентры сильных землетрясений и области распространения сильных сотрясений.  
Цифры у значков эпицентров означают магнитуду и год землетрясения

распространения сильных сотрясений от магнитуды землетрясения, была составлена карта сильных сейсмических воздействий (рисунок 3). Повторяемость сильных сейсмических воздействий определялась по количеству пересечений областей распространения таких воздействий за рассматриваемый период.

Поскольку опасные сейсмогенные процессы (оползни, обвалы, лавины и сели) проявляются только в условиях горного рельефа, нас интересовала повторяемость сильных сейсмических воздействий только в горных территориях (рисунок 4). К территориям с очень частой повторяемостью сильных сейсмических воздействий отнесены те, на которых за последние 130 лет сильные сейсмические воздействия проявлялись 4 раза. К ним относятся районы Иле и Кунгей Алатау восточнее бассейна реки Талгар до бассейна р. Турген и Кайынды. Именно на эти районы приходится наибольшее количество сейсмогенных обвалов. Здесь риск сейсмообусловленных экзогенных явлений максимальный.

К территориям с частой повторяемостью сильных сейсмогенных воздействий принадлежат районы, где за 130 лет такие явления происходили 3 раза. Это верховья бассейна р. Шелек и бассейны Кунгей Алатау восточнее Кайынды до бассейна р. Кенсу. Редкая повторяемость сильных сотрясений (2 раза за 130 лет) отмечается на северном склоне Иле Алатау, западнее бассейна р. Есик и восточнее бассейна р. Турген, в Кунгей Алатау – восточнее бассейна р. Мерке, в Терискей Алатау – в бассейне р. Текес.

Очень редкая повторяемость сильных сотрясений (1 раз в 130 лет) отмечается в хребте Узынкара и в Терискей Алатау западнее и восточнее бассейна р. Текес.

**Повторяемость сейсмогенных лавин.** Вопрос о влиянии землетрясений на сход лавин изучен очень слабо [22]. Для установления влияния землетрясений на лавинообразование были проанализированы данные о сходах лавин и землетрясениях в Иле Алатау с 1966 по 2015 г.

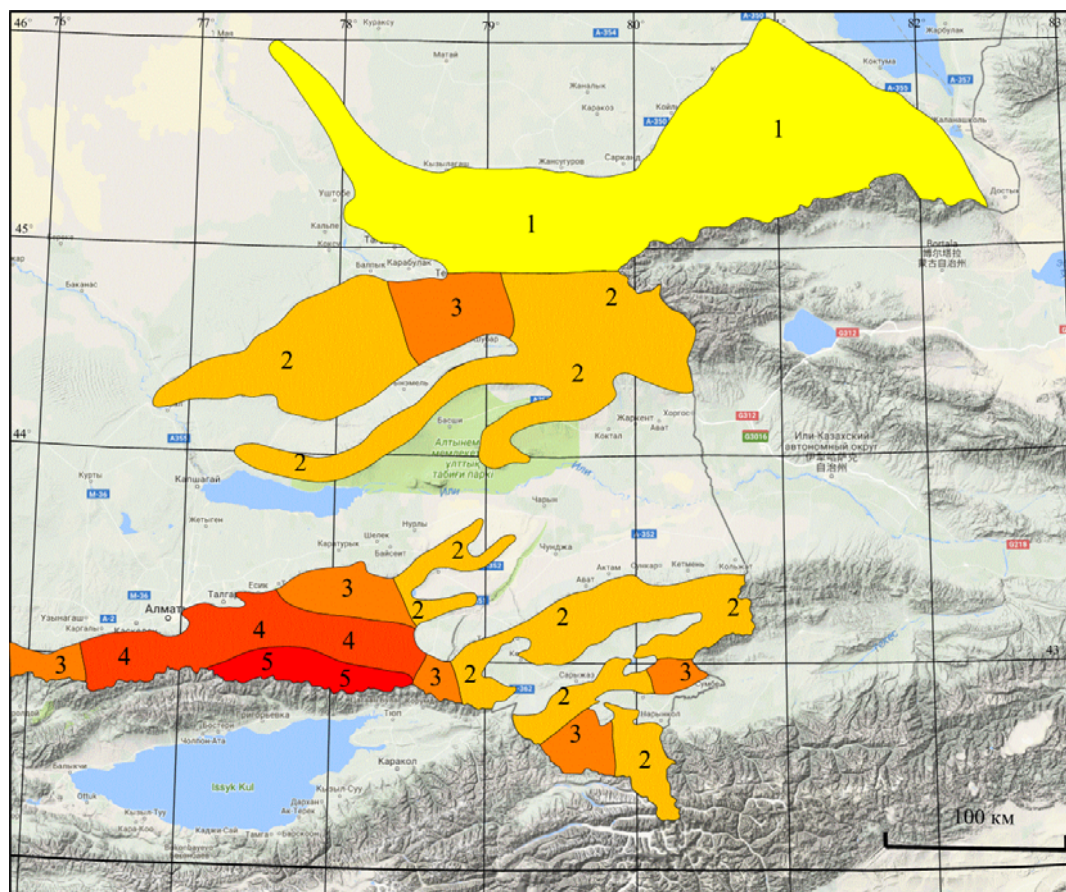


Рисунок 4 – Повторяемость сильных сейсмических сотрясений: 1 – очень редкая, реже 1 раза в 100 лет; 2 – редкая, 1 раз в 100 лет; 3 – довольно частая, 2 раза в 100 лет; 4 – частая, 3 раза в 100 лет; 5 – очень частая, чаще 3 раз в 100 лет

Основным источником сведений о лавинах являются наблюдения РГП «Казгидромет», ГУ «Казселезащита» и Института географии МОН РК [23]. Данные о землетрясениях взяты из каталогов землетрясений [5-7].

За весь период наблюдений с 1966 по 2015 г. на снеговалинных станциях в бассейнах рек Улкен и Киши Алматы отмечено четыре случая образования сейсмогенных лавин (см. таблицу 1). Кроме них, во время взрывных работ при строительстве селезащитной плотины «Медеу» в апреле 1967 г., наблюдался сход отдельных небольших лавин под воздействием техногенного землетрясения силой 4 балла.

Все случаи сейсмогенных лавин наблюдались в весенние месяцы – с марта по май. Это объясняется тем, что в это время отмечается самый лавиноопасный сезон в горах Иле Алатау. Снежный покров залегает на склонах очень неустойчиво, и малейшее воздействие на него может вызвать сход лавин.

Жаланаш-Тюпское землетрясение 24 марта 1978 г. магнитудой 6,2 привело к массовому сходу лавин в Кунгей Алатау в радиусе 25 км от эпицентра землетрясения, где интенсивность землетрясения составляла 8–9 баллов [22]. Одиночные лавины были отмечены на северном склоне Иле Алатау на расстоянии 150 км от эпицентра. Здесь интенсивность землетрясения была 6 баллов.

Наблюдателями снеговалинных станций 14 февраля 1986 г. была отмечена лавина в бассейне реки Улкен Алматы во время землетрясения силой 6 баллов.

Одиночная сейсмогенная лавина отмечена 6 апреля 1979 г. в бассейне реки Улкен Алматы. Перед этим наблюдался снегопад, что увеличило неустойчивость снега и лавинную опасность. В этот день произошло землетрясение силой 6 баллов.

Совпадение сильного снегопада и землетрясения магнитудой 6,5 привело к массовому сходу лавин в нескольких бассейнах Иле Алатау 28 января 2013 г. Тогда в бассейне реки Улкен Алматы

выпало 25,9 мм осадков (36 см снега), а в бассейне реки Киши Алматы – 25,4 мм осадков (32 см снега). Расстояние от эпицентра землетрясения до зоны лавинообразования достигало 250 км. Интенсивность землетрясения здесь составляла 4–5 баллов.

Всего из 4067 лавин, отмеченных на снеголавинных станциях в бассейнах Улкен и Киши Алматы с 1967 по 2015 год, сейсмогенными являются всего 10 лавин, что составляет 0,25 % от их общего числа. Если исключить лавины, вызванные искусственным землетрясением 1967 г., то доля сейсмогенных лавин составит всего 0,15 %. При этом объемы сейсмогенных лавин не превышали 1000 м<sup>3</sup>. Случаев попадания людей в сейсмогенные лавины или нанесения ими материального ущерба не отмечено. Исходя из этого можно сделать вывод, что влиянием землетрясений на лавинную опасность и лавинный риск в Иле Алатау можно пренебречь.

**Заключение.** В горных районах оползни и обвалы происходят при землетрясениях магнитудой более 6 на территории, где сила землетрясения превышает 8 баллов по шкале MSK-64. Снежные лавины наблюдаются при неустойчивом состоянии снежного покрова во время землетрясений силой более 4 баллов. Вероятность формирования сейсмогенных оползней, обвалов и селей необходимо учитывать при оценке сейсмогенного риска на территории Юго-Восточного Казахстана. Сейсмогенные лавины здесь составляют всего 1,5 % от общего числа лавин. Их объемы не велики, поэтому влиянием сейсмогенных лавин на сейсмогенный риск можно пренебречь.

*Статья написана по результатам исследований по программе грантового финансирования Комитета науки МОН РК «Опасные экзогенные процессы, вызываемые землетрясениями, в Казахстане и их влияние на рациональное природопользование» № 2116/ГФ4.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рябенко О.В., Соколов А.Н. Инструментальные записи землетрясений Алматинской области // Ядерный потенциал Республики Казахстан: сборник докладов. – Астана, 2014. – С. 10-16.
- [2] Нурмагамбетов А. Сейсмическая история Алматы. – Алматы: Наука, 1999. – 160 с.
- [3] Мушкетов И.В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 г. // Труды геологического комитета. – СПб., 1890. – Т. 10, № 1. – 140 с.
- [4] Богданович К.И., Карк И.М. и др. Землетрясение в северных цепях Тянь-Шаня 22 декабря 1910 г. (4 января 1911 г.) // Труды Геологического комитета. Новая серия. – СПб., 1914. – Вып. 89. – 203 с.
- [5] Михайлова Н.Н., Аристова И.Л., Мукамбаев А.С. Унифицированный каталог землетрясений территории Республики Казахстан и прилегающих регионов (с древнейших времен до 2009 г.) // Вестник НЯЦ РК. – 2015. – Вып. 4. – С. 132-143.
- [6] Мировой центр данных по физике твердой земли. Каталог землетрясений в СССР [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.wdcb.ru/sep/seismology/search/search.ru.html>
- [7] Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция МОН РК [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.some.kz/>
- [8] IRIS Earthquake Browser [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ds.iris.edu/ieb/index.html>
- [9] Frampton S., Chaffey J., Hardwick J., and McNaught // Natural Hazards. – London, 2002. – 150 p.
- [10] Осипов В.И., Кутепов В.М., Зверев В.Л. и др. // Опасные экзогенные процессы. – М.: ГЕОС, 1999. – 290 с.
- [11] Keefer D.K. Landslides Caused by Earthquakes // Geological Society of America Bulletin. – 1984. – Vol. 95. – P. 123-142.
- [12] Голицын Б. О землетрясении 18 февраля 1911 // Известия И.А.Н. – СПб., 1915. – № 11. – С. 991-998.
- [13] Close, U., and E. McCormick. Where the Mountains Walked // National Geographic Magazine. – 1972. – Vol. 41, N 5. – P. 445-464.
- [14] Evans S.G., Roberts N.J., Ischuck A. et al. Landslides triggered by the 1949 Khait earthquake, Tajikistan, and associated loss of life // Engineering Geology. – 2009. – N 109 (3-4). – P. 195-212.
- [15] Cliff L.S. Peru Earthquake of May 31, 1970 // Seismological Society of America Bulletin. – 1971. – Vol. 61, N 3. – P. 511-521.
- [16] Dunning S., Mitchell W., Rosser N. et al. The Hattian Bala rock avalanche and associated landslides triggered by the Kashmir Earthquake of 8 October 2005 // Engineering Geology. – 2007. – N 93 (3-4). – P. 130-144.
- [17] Cui P., Chen X.Q., Zhu Y.Y., et al. The Wenchuan Earthquake (May 12, 2008), Sichuan Province, China, and resulting geohazards // Nat Hazard. – 2011. – Vol. 56. – P. 19-36.
- [18] Chigira M., Wu X., Inokuchi T., Wang G. Landslides induced by the 2008 Wenchuan earthquake, Sichuan, China // Geomorphology. – 2010. – Vol. 118. – P. 225-238.
- [19] Toyohiko M., Daisuke H., Hiroshi Ya., et. Reconnaissance report on landslide disasters in northeast Japan following the M 9 Tohoku earthquake // Landslides. – 2011. – Vol. 8, issue 3. – P. 339-342.
- [20] Благовещенский В.П., Ранова С.У. Сейсмогенные обвалы в горных районах Юго-Восточного Казахстана // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2012. – № 2. – С. 22-25.
- [21] Болт Б.А. Землетрясения. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
- [22] Благовещенский В.П. Сейсмогенное лавинообразование на Северном Тянь-Шане при землетрясении 24 марта 1978 г. // Гляциально-нивальные процессы в горах Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1981. – С. 60-66.
- [23] Кадастр лавин КазССР. – Алма-Ата: Изд-во УГМС КазССР, 1967–1993.



## REFERENCES

- [1] Ryabenko O.V., Sokolov A.N. Instrumental records of earthquakes of the Almaty oblast. Nuclear potential of the Republic of Kazakhstan. Issue of papers. Astana, 2014. P. 10-16 (in Russian).
- [2] Nurmambetov A. Seismic history of Almaty. Almaty: Nauka, 1999. 160 p. (in Russian).
- [3] Mushketob I., Verniy earthquake 28 may (9 June) 1887 y. Preceding of Geological Committee. Sankt Petersburg, 1890. Issue 10, N 1. 140 p. (in Russian).
- [4] Bogdanovich K.I., Kark I.M. et al. The earthquake in northern ranges of Tien Shan 22 December 1910 y. (4 January 1911 y.). Preceding of Geological Committee. New serie. Sankt Petersburg, 1914. Issue 89. 203 p. (in Russian).
- [5] Mikhaylova N.N., Aristova I.L., Mukambaeva A.S. Михайлова Н.Н., Аристова И.Л., Мукамбаева А.С. The unified catalog of earthquakes in the Republic of Kazakhstan and adjacent regions (from ancient times to 2009) // Vestnik NNC. 2015. Vol. 4. P. 132-143 (in Russian).
- [6] World Data Center on Earth Physic. Catalog of earthquakes in USSR. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.wdcb.ru/sep/seismology/search/search.ru.html> (in Russian).
- [7] Seismological Experimental-Methodical Expedition MES [electronic resource]. Access mode: <http://www.some.kz> (in Russian).
- [8] IRIS Earthquake Browser. [Electronic resource]. Access mode: <http://ds.iris.edu/ieb/index.html>.
- [9] Frampton S., Chaffey J., Hardwick J., and McNaught. Natural Hazards. London, 2002. 150 p.
- [10] Osipov V.I., Kutepov V.M., Zverev V.L. et al. Dangerous exogenous processes. M.: GEOS, 1999. 290 p. (in Russian).
- [11] Keefer D.K. Landslides Caused by Earthquakes. Geological Society of America Bulletin, 1984. Vol. 95. P. 123-142.
- [12] Golitsin B.O. About the earthquake 18 February 1911 // News of I.A.S. Sankt Petersburg, 1915. N 11. P. 991-998 (in Russian).
- [13] Close, U., and E. McCormick. Where the Mountains Walked // National Geographic Magazine, 1972. Vol. 41, N 5. P. 445-464.
- [14] Evans S.G., Roberts N.J., Ischuck A. et al. Landslides triggered by the 1949 Khait earthquake, Tajikistan, and associated loss of life // Engineering Geology. 2009. N 109 (3-4). P. 195–212.
- [15] Cliff L.S. Peru Earthquake of May 31, 1970 // Seismological Society of America Bulletin. 1971. Vol. 61, N 3. P. 511-521.
- [16] Dunning S., Mitchell W., Rosser N. et al. The Hattian Bala rock avalanche and associated landslides triggered by the Kashmir Earthquake of 8 October 2005 // Engineering Geology. 2007. N 93 (3-4). P. 130-144.
- [17] Cui P., Chen X.Q., Zhu Y.Y., et al. The Wenchuan Earthquake (May 12, 2008), Sichuan Province, China, and resulting geohazards // Nat Hazard. 2011. Vol. 56. P. 19-36.
- [18] Chigira M, Wu X, Inokuchi T, Wang G. Landslides induced by the 2008 Wenchuan earthquake, Sichuan, China // Geomorphology. 2010. Vol. 118. P. 225-238.
- [19] Toyohiko M., Daisuke H., Hiroshi Ya., et. Reconnaissance report on landslide disasters in northeast Japan following the M 9 Tōhoku earthquake // Landslides. 2011. Vol. 8, issue 3. P. 339-342.
- [20] Blagoveshchenskiy V.P., Ranova S.U. Seismic rockfalls in mountain regions of South-Eastern Kazakhstan // Issues of Geography and Geoecology. Almaty, 2012. N 2. P. 22-25 [21] Bolt B.A. Earthquakes. M., 1981. 256 p. (in Russian).
- [22] Blagoveshchenskiy V.P. Seismic avalanches in the Northern Tien Shan 24 March 1976 y. – Glacial-nival processes in Kazakhstan mountains. Alma-Ata: Nauka, 1981. P. 60-66 (in Russian).
- [23] Cadastre of avalanches of KazSSR. Alma-Ata, 1967–1993 (in Russian).

**В. П. Благовещенский<sup>1</sup>, Т. С. Гуляева<sup>2</sup>, В. В. Жданов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Г.ғ.д., табиғи апаттар зертханасының басшысы (География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Г.ғ.к., табиғи апаттар зертханасының жоғарғы ғылыми қызметкері  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>3</sup>Г.т.к., табиғи апаттар зертханасының аға ғылыми қызметкері  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

### ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУЛЫ АУДАНДАРЫНЫҢ СЕЙСМОГЕНДІК ҚАУІПТІ ПРОЦЕСТЕРГЕ ҰШЫРАҒЫШТЫҒЫ

**Аннотация.** Оңтүстік-шығыс Қазақстанның таулы аудандарының күшті жер сілкінісінің салдарынан туындайтын қауіпті экзогендік процестерге (опырылымдар, жылжымалар, қар көшкіні және селдер) ұшырағышығына баға берілген. Оңтүстік-шығыс Қазақстанның таулы аудандарында ондаған ірі сейсмогендік опырылымдар мен жылжымалар анықталды. Олардың ең ірісінің көлемі 380 млн м<sup>3</sup>-ге тен. Үйінді көлдердің жағаларының бұзылуы апаттық селдер мен су тасқындарының қалыптасуына әкеледі. Қысқы маусымда тұрасыз қар жамылғысы болған жағдайда, күшті жер сілкінісінің нәтижесінде қар көшкіндері орын алады. Оңтүстік-шығыс Қазақстан тауларында ең үлкен қауіпті сейсмогендік жылжымалар, опырылымдар және селдер туғызады. Сейсмогендік қар көшкідерінің қауіпі төменірек.

**Түйін сөздер:** қауіпті сейсмогендік процестер, сейсмогендік қауіп-қатер.

**V. P. Blagovechshenskiy<sup>1</sup>, T. S. Gulyaeva<sup>2</sup>, V. V. Zhdanov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>D.g.s., Head of Natural Hazards Laboratory (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup>K.g.s., leading researcher of natural hazards laboratory (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>3</sup>K.t.s., senior researcher of natural hazards laboratory (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

**EXPOSURE OF SOUTH-EASTERN KAZAKHSTAN MOUNTAINS  
TO DANGEROUS SEISMOGENIC EXOGENOUS PROCESSES**

**Abstract.** The evaluation of exposure of mountain areas of South-Eastern Kazakhstan to seismogenic dangerous exogenous processes (landslides, rockfalls, and avalanches) was made. The strong earthquake with a magnitude of more than 6.0 in the mountain areas are often accompanied by destructive exogenous processes. The distance from the epicenter of the earthquake can reach 200 km. Several dozen large seismogenic rockfalls and landslides were found in the mountainous regions of South-East Kazakhstan. The volume of the largest of them is 380 million m<sup>3</sup>. Outbursts of dammed lakes lead to the formation of catastrophic mudflows and floods. Seismogenic avalanches follow strong earthquakes in winter. Seismogenic landslides and rockfalls are most dangerous in the mountains of South-East Kazakhstan. The danger of seismogenic avalanches is small.

**Keywords:** dangerous seismogenic processes of seismogenic risk.

УДК 551.345(574)

**А. П. Горбунов<sup>1</sup>, М. Н. Железняк<sup>2</sup>, Э. В. Северский<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Д.г.н., профессор, г.н.с. Казахстанской высокогорной геокриологической лаборатории  
(Институт мерзлотоведения СО РАН, Якутск, Россия)

<sup>2</sup>Д.г.-м.н., директор (Институт мерзлотоведения СО РАН, Якутск, Россия)

<sup>3</sup>К.с.х.н., заведующий Казахстанской высокогорной геокриологической лабораторией  
(Институт мерзлотоведения СО РАН, Якутск, Россия)

## ПОДЗЕМНЫЕ ЛЬДЫ В ТЯНЬ-ШАНЕ

**Аннотация.** Приводятся результаты оценки запасов подземных льдов в различных горных регионах Центральной Азии. В Северном Тянь-Шане, включая Жетысу Алатау, криолитозона распространена на площади около 20,6 тыс. км<sup>2</sup>, а площадь массивов мерзлоты в ней почти в 2 раза меньше – 10,7 тыс. км<sup>2</sup>. Ориентировочно объём криолитозоны здесь оценивается около 1240 км<sup>3</sup>, а льда в ней – 56 км<sup>3</sup>, что составляет примерно 62% от объёма ледников. В бассейне р. Улкен Алматы запасы подземных льдов равны 0,6 км<sup>3</sup>, что составляет около 9% от общего объёма криолитозоны (6,8 км<sup>3</sup>). Объём подземных льдов по отношению к таковому ледников существенно изменился: от 53,9 % (1955 г.) до 154,28% (2008 г.) в связи с их деградацией. Наиболее значительные запасы подземных льдов сосредоточены в активных каменных глетчерах и современных моренах. Только в одном каменном глетчере ледника Городецкого объём подземных льдов составляет 0,008 км<sup>3</sup>. В Тянь-Шане, Жетысу Алатау и Памиро-Алае активных каменных глетчеров насчитывается около 8 000, их суммарная площадь – 1600 км<sup>2</sup>, а объём подземных льдов в них – около 4,8 км<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** криолитозона, подземные льды, ледники, каменные глетчеры, морены.

**Введение.** Многолетние геокриологические исследования свидетельствуют, что в горных регионах Центральной Азии, где развито современное оледенение, обязательно присутствуют и многолетнемёрзлые породы. Более того, они могут быть встречены и в тех горах, где отсутствуют ледники, в частности в Казахстане на некоторых хребтах Алтая, а также Кетменском хребте, Тарбагатае и других горных массивах. Следовательно, вечная мерзлота в горах Казахстана распространена шире, нежели ледники.

Актуальность оценки ресурсов подземных льдов криолитозоны связана с их ролью в стоке рек в условиях деградации оледенения и возрастающего дефицита пресной воды.

Подземные льды являются составной частью мёрзлых горных пород и определяют их характерное строение и свойства. Горные породы, не содержащие льда, относятся к морозным породам. Форма и размеры подземных льдов зависят от состава грунтов, степени их увлажнения, условий промерзания и др. По происхождению различают подземные льды сингенетические и эпигенетические, а в разрезе они могут быть видимыми (эвидентными) и невидимыми (латентными). В этой работе рассматриваются только эвидентные льды. Среди них находятся погребённые ледниковые (глетчерные), наледные, озёрные и речные льды. Сюда же относятся погребённые лавинные снежники. Основные и самые крупные массивы подземных глетчерных льдов находятся в моренах, каменных глетчерах, осыпях и обвальных толщах (рисунки 1 и 2).

Объёмы отдельных блоков погребённого льда в них достигают многих сотен и тысяч м<sup>3</sup>. Остальные разновидности погребённых льдов крайне редки и малы по размерам.

К числу собственно подземных льдов, т.е. образовавшихся непосредственно в толще горных пород, относятся сегрегационные, инъекционные, жильные и полостные (рисунки 3–5).

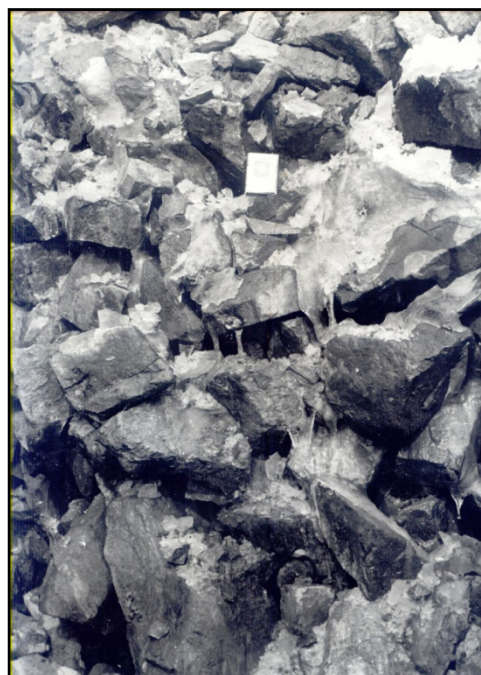
Первые возникают за счёт льдовыделения в промерзающих осадочных толщах, вторые – при внедрении под напором вод в промерзающую систему, третьи и четвёртые – при инфильтрации поверхностных вод и водяных паров в мёрзлые породы, в основном грубообломочные или скальные. Особую разновидность составляют подземные льды по сейсмогенным и морозобойным трещинам.



Рисунок 1 – Погребённая залежь глетчерного льда в морене Ак-Таш, Внутренний Тянь-Шань



*a*



*б*

Рисунок 2 – Гольцовый лёд под моховым покровом в куруме, Алтай (*a*) и осыпи, Северный Тянь-Шань (*б*)

Оценка объёмов криолитозоны и подземных льдов – весьма сложная задача. Связано это с тем, что распространение вечной мерзлоты в горах зависит от многих факторов – пространственного положения местности, абсолютной высоты, состава и сложения горных пород, их влажности и многого другого. Решение этой задачи базируется на основе выявленных региональных структур высотной геокриологической поясности [9, 10, 12]. В каждом конкретном горном регионе в поясе вечной мерзлоты выделяются подпояса островного, прерывистого и сплошного распространения. Закономерности в их развитии отражены на геокриологических картах различного масштаба. В подпоясе островного распространения мёрзлые породы в основном приурочены к склонам северной экспозиции, в подпоясе прерывистого к северным склонам добавляются западные и восточные, а в подпоясе сплошного развития вечная мерзлота встречается почти повсеместно, включая и

склоны южной экспозиции. Отсутствует она только местами – вдоль активных тектонических разломов, под крупными и глубокими озёрами, руслами многоводных рек, под некоторыми ледниками и в местах разгрузок подземных вод. Из-за такой мозаичности подсчёты площадей, занятых мёрзлыми массивами, особенно в двух нижних поясах, весьма ориентировочны.

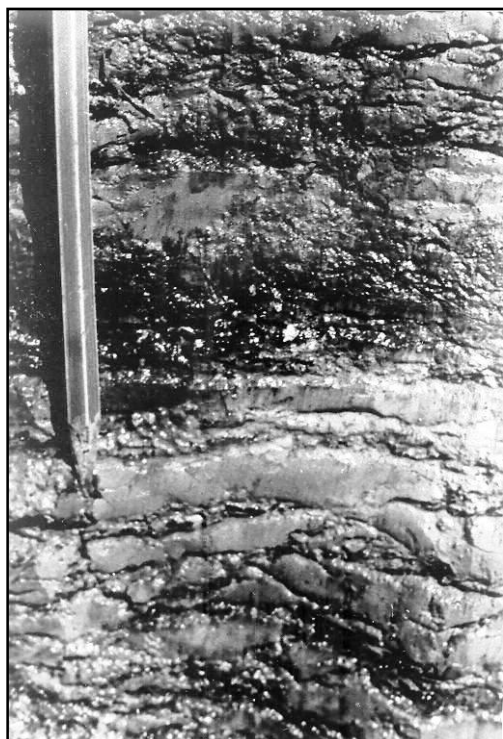


Рисунок 3 – Слоисто-сетчатая криотекстура в мёрзлых озёрных суглинках. Чатыркельская котловина, Внутренний Тянь-Шань

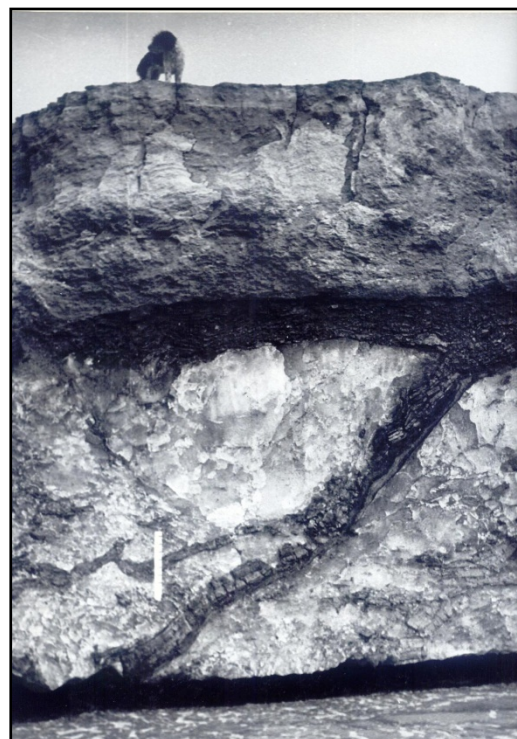


Рисунок 4 – Инъекционный лёд в многолетнемёрзлых осадках второй террасы оз. Караколь, Восточный Памир



Рисунок 5 – Обнажение льда в гидролакколите. Котловина оз. Зорколь, Восточный Памир

Суммарная площадь массивов криолитозоны: для островного подпояса она обычно принималась 10–20%, для прерывистого – 60–70%, для сплошного – 90% от площадей этих подпоясов. Но иногда, в зависимости от конкретных обстановок, в этот подход вносились некоторые коррективы [11]. Отметим, что контуры распространения мёрзлых пород, отражённые на картах, несут систематические и случайные искажения на горизонтальной плоскости. Это влияет на определение истинных площадей и во многом зависит от масштаба карт [1]. Поэтому величины площадей распространения различных типов вечной мерзлоты и массивов мёрзлых пород в них можно подсчитать только приближённо.

Для определения объёмов криолитозоны необходимы сведения о её мощности и льдосодержании. Полнота и достоверность этих сведений невелики ввиду слабой геокриологической изученности различных горных регионов. Поэтому приходится оперировать средними показателями, что определяет лишь оценочный и весьма приближённый характер подсчётов объёмов подземных льдов.

Запасы подземных льдов на Земле оценивались рядом исследователей [4, 22]. Первая попытка определения объёма подземных льдов в нашем регионе, в Тянь-Шане, сделана Б. И. Втюриным [4] по первичным материалам А. П. Горбунова [6]. Он определил общий объём эвидентных подземных льдов на Тянь-Шане в пределах территории СССР в  $45 \text{ км}^3$ , а на Памире – в  $15,0 \text{ км}^3$ . Отметим для сравнения, что объём всех ледников Тянь-Шаня в пределах СССР был примерно в те же годы  $357 \text{ км}^3$  [14]. В монографии Д. Барша [21] приведена оценка запасов подземных льдов в Швейцарских Альпах в диапазоне абсолютных высот 2600–3000 м. Их объём составляет несколько больше  $6 \text{ км}^3$ . Отметим, что подсчёт запасов льда в Альпах проводился только в пределах подпоясов островного и прерывистого распространения вечной мерзлоты, на площади  $3321 \text{ км}^2$ . Материалы по подсчётам запасов эвидентных подземных льдов в иных горных системах отсутствуют.

**Методы и результаты исследований.** С конца 70-х годов Казахская высокогорная геокриологическая лаборатория Института мерзлотоведения СО РАН провела серию оценок запасов подземных льдов в горах Казахстана и сопредельных государств Центральной Азии. Эти подсчёты проводились на основе геокриологических карт масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 500 000. Первые же подсчёты показали, что оценки по Тянь-Шаню и Памиру, приведённые Б. И. Втюриным, существенно занижены. По нашим подсчётам запасы подземных льдов в Тянь-Шане по карте масштаба 1:1 000 000 –  $412 \text{ км}^3$  [8]. Позже оценки по карте масштаба 1 : 500 000 с привлечением некоторых уточняющих материалов позволили нам снизить величину объёма подземных льдов до  $320 \text{ км}^3$ . По данным Е. Н. Вилесова и И. В. Беловой [3], объём ледников этого горного региона составляет около  $423 \text{ км}^3$ .

Настоящая публикация посвящена результатам последующих работ по подсчёту объёмов криолитозоны и подземных льдов в Северном Тянь-Шане, включая и Жетысу Алатау. Этот регион находится на территории Казахстана и частично в Северной Киргизии. Подсчёты выполнялись по геокриологической карте масштаба 1:500 000 с использованием новейших данных по мощности криолитозоны и содержания в ней льда. Кроме того, приведены материалы по подсчётам запасов подземных льдов на основе геокриологической карты масштаба 1 : 25 000 бассейна реки Улкен Алматы вместе с р. Проходной (северный макросклон Иле Алатау). Запасы подземных льдов здесь определялись несколько по иной методике.

Сведения о площадях с различным типом распространения криолитозоны и суммарных площадях мёрзлых пород в ней для горных регионов Северного Тянь-Шаня приводятся в таблице 1.

Таким образом, площадь пояса с различными типами распространения многолетнемёрзлых пород на Северном Тянь-Шане составляет около 20,6 тыс.  $\text{км}^2$ , или около 35% всей горной территории этого региона. Суммарная площадь всех массивов вечной мерзлоты здесь почти в два раза меньше (10,7 тыс.  $\text{км}^2$ ), поскольку остальная площадь занята сезонномёрзлыми породами.

Для подсчёта объёма криолитозоны принимались средние мощности отдельно для скальной и рыхлообломочной толщ. Обычно в пределах островного распространения определялся объём только рыхлообломочной криолитозоны, так как скальная криолитозона здесь редка. Для островного подпояса, в зависимости от местных условий, мощность криолитозоны принималась 20–30 м. В подпоясе прерывистого развития определялись объёмы скальной и рыхлообломочной криолитозоны. Обычно для скальной принималась мощность 100 м, а для рыхлообломочной – 50 м.

Таблица 1 – Площади подпооясов криолитозоны (числитель) и массивов мёрзлых пород в их пределах (знаменатель), км<sup>2</sup>

Регионы	Подпоояса			Всего
	сплошной	прерывистый	островной	
Иле, Кунгей, Терскей Алатау и Кетмень (бассейн оз. Балхаш)	$\frac{1177}{1054}$	$\frac{964}{848}$	$\frac{3143}{797}$	$\frac{5284}{2699}$
Иле и Кунгей Алатау (бассейн р. Шу)	$\frac{672}{605}$	$\frac{734}{442}$	$\frac{675}{67}$	$\frac{2081}{1114}$
Кунгей Алатау (бассейн оз. Иссык-Куль)	$\frac{717}{650}$	$\frac{1002}{600}$	$\frac{1000}{100}$	$\frac{2719}{1350}$
Жетысу Алатау	$\frac{2962}{2666}$	$\frac{2700}{1890}$	$\frac{4818}{964}$	$\frac{10480}{5520}$
Всего	$\frac{5528}{4975}$	$\frac{5400}{3780}$	$\frac{9636}{1928}$	$\frac{20564}{10683}$

*Примечание.* В таблице помещены характеристики по всему Иле и Кунгей Алатау, а по Терскей Алатау и Кетмению – только тех частей, которые находятся в Казахстане. Нижние границы геокриологических подпооясов для Северного Тянь-Шаня: островной – 2700, прерывистой – 3200, сплошной – 3600 м; в Жетысу Алатау эти границы смещены вниз на 200 м.

При сплошном распространении вечной мерзлоты определялся объём только скальной криолитозоны. Средняя мощность её в зависимости от высоты гор принималась 100 или 200 м. Рыхлообломочные отложения в подпооясе сплошного развития вечной мерзлоты в рассматриваемом регионе существенно уступают скальной криолитозоне, особенно это касается их мощности. Но в других районах Тянь-Шаня, в частности во Внутреннем, наблюдается иная картина соотношения скальной и рыхлообломочной криолитозон.

Исходя из анализа собственных материалов и некоторой информации по регионам, расположенным в Сибири [15, 19], в качестве исходной величины льдистость для скальной криолитозоны принималась равной 1%, хотя в зонах тектонического дробления и в коре выветривания скальных массивов объёмная льдистость может достигать 30%, возможно, и более. Льдистость рыхлообломочной криолитозоны в подсчётах принималась равной 30%, хотя нередко в моренах, активных каменных глетчерах, озёрных толщах, в крупнообломочных отложениях обвалов, осыпей и курумов она достигает 60–70%.

Запасы подземных льдов в Северном Тянь-Шане оцениваются в 56 км<sup>3</sup>, что составляет около 4,5% объёма всей криолитозоны региона (таблица 2).

Таблица 2 – Объём криолитозоны и подземных льдов, км<sup>3</sup>

Регионы	Объём криолитозоны			Объём подземного льда		
	скальной	рыхлообломочной	всего	скальный	рыхлообломочный	всего
Иле, Кунгей, Терскей Алатау и Кетмень (басс. оз. Балхаш)	366,1	56,84	422,94	5,66	17,05	22,71
Иле и Кунгей Алатау (басс. р. Шу)	143,1	12,84	155,94	1,47	3,85	5,32
Кунгей Алатау (басс. оз. Иссык-Куль)	160,0	4,5	164,5	1,6	4,8	6,4
Жетысу Алатау	438,1	57,05	495,15	4,38	17,12	21,5
Всего	1107,3	131,23	1238,53	13,11	42,82	55,93

Сопоставим эту величину с наземным оледенением рассматриваемого региона. Объём всех ледников в Северном Тянь-Шане оценивается примерно в 90 км<sup>3</sup> [3, 14], а объём подземных льдов (около 56 км<sup>3</sup>) составляет примерно 62% относительно объёма ледников. Интересно это соотношение сравнить с данными для всего Тянь-Шаня (без китайской его части): оно равно 76%. Так, только по одному Жетысу Алатау объём подземных льдов составляет 21,5 км<sup>3</sup>, или 64% от объёма ледников по состоянию на 1956 г. (33,3051 км<sup>3</sup>) и 120% от объёма ледников в 2015 г. (17,8501 км<sup>3</sup>), что обусловлено существенной деградацией оледенения за последние 59 лет [2].

Более достоверные подсчёты запасов подземных льдов выполнены для бассейна р. Улкен Алматы вместе с р. Проходной на основе геокриологической карты масштаба 1 : 25 000 [16] и несколько по иной методике [11]. В основу карты положены важные геологические характеристики для расчёта объёмов криолитозоны и подземных льдов – площади с различным составом и мощностью рыхлых отложений, выделенных на карте инженерно-геологического районирования условий формирования селевых потоков в бассейнах рек Улкен и Киши Алматы, выполненных под руководством В. Н. Вардугина в м-бе 1 : 25 000 в 1974 г. [13].

Всего выделены следующие разновидности криолитозоны: скальная, рыхлообломочная с заполнителем (СЗ) и без такового (БЗ). Суммарная площадь скальной криолитозоны составляет 17 км<sup>2</sup>, рыхлообломочной без заполнителя – 44,2 км<sup>2</sup>, с заполнителем – 27,2 км<sup>2</sup>. Рыхлообломочная криолитозона представлена в основном моренами, каменными глетчерами, осыпями, обвальными толщами, в которых заполнитель или отсутствует, или не в полной мере заполняет пустоты между обломками. Рыхлообломочная криолитозона с заполнителем характерна для аллювиальных, озёрных, пролювиальных, древних морен и каменных глетчеров, склоновых отложений. Таким образом, скальная криолитозона, представленная в основном гранитами, занимает примерно 19%, рыхлообломочная без заполнителя – 50%, она же, но с заполнителем – 31% от площади всей криолитозоны бассейна Улкен Алматы.

Мощность толщи мёрзлых пород определялась для каждого контура на карте по слоям отдельно в зависимости от состава пород и абсолютной высоты по геокриологическим подпоясам, соответствующим различным типам их распространения (таблица 3).

Таблица 3 – Мощность криолитозоны

Типы распространения криолитозоны	Абсолютные высоты, м	Разновидности криолитозоны и ее мощность, м		
		Скальная	Рыхлообломочная	
			без заполнителя (БЗ)	с заполнителем (СЗ)
Сплошной	Выше 3600	150	100, из них: 20 - БЗ 80 - скальная	100, из них: 5 - СЗ 95 - скальная
Прерывистый	3200 - 3600	100	50, из них: 30-БЗ 20 - скальная	50, из них: 20-СЗ 30 - скальная
Островной	2700 - 3200	50	20, из них: 15-БЗ 5 - скальная	20
Спорадический	2000 - 2700	–	5	5

Данные в таблице 3 нуждаются в некоторых пояснениях. Следует иметь в виду, что в пределах высотных диапазонов существенно изменяется мощность криолитозоны с высотой, меняется и даже исчезает с высотой рыхлообломочная толща. Большей частью криолитозона по своему строению неоднородна, т.е. состоит из скальной и рыхлообломочной, и соотношение их меняется с высотой и от места к месту. Поэтому в каждом конкретном случае пришлось оперировать определенными величинами для каждого слоя в зависимости от состава пород и их мощности.

Для подсчёта объёмов подземных льдов необходимо определить льдистость пород. Для скальной криолитозоны она принята 1 %, для рыхлообломочной без заполнителя – 50 %, с заполнителем – 20 %. Все приведённые данные позволили оценить общий объём криолитозоны в 6,8 км<sup>3</sup> (скальной – в 5,5 км<sup>3</sup>, рыхлообломочной без заполнителя – в 0,83 км<sup>3</sup>, с заполнителем – в 0,47 км<sup>3</sup>), а запасы подземных льдов – в 0,6 км<sup>3</sup>.

Сопоставим эту оценку с наземным оледенением этой же территории. Общий объём ледников бассейна Улкен Алматы в 1955 г. составил 1,1127 км<sup>3</sup>, а в 2008 г. – 0,3889 км<sup>3</sup> [2]. Следовательно, за эти годы объём подземных льдов по отношению к таковому ледников существенно изменился: от 53,9 до 154,28% в связи с их деградацией. Отметим, что объём подземных льдов остается почти неизменным, а ледников, как установлено, существенно уменьшился. Предположение о постоян-



стве запасов подземных льдов основано на том, что за этот период не отмечено сколько-нибудь заметной деградации вечной мерзлоты [17]. Связано это с тем, что криолитозона – более консервативная система, нежели ледники. Поэтому потепление климата на ней сказывается с большим запозданием. При этом вышедшие из-под ледников в результате их деградации площади переходят в криолитозону, увеличивая её площадь. Следовательно, доля наземного оледенения в общих запасах природных льдов сейчас идет к уменьшению, а подземных льдов в криолитозоне – к увеличению.

Наиболее крупные залежи подземных льдов образуются при погребении глетчерных льдов в моренах и каменных глетчерах (см. рисунок 1). В частности, проведенные комплексные геокриологические исследования с привлечением новейших геофизических методов на активном каменном глетчере ледника Городецкого в басс. р. Улкен Алматы (хр. Иле Алатау, Северный Тянь-Шань) позволили выявить в нём 3 разновозрастные генерации, в которых количество мёрзлых массивов и льда резко сокращается от молодых верхних генераций к древним краевым [5] (таблица 4).

Таблица 4 – Структура активного каменного глетчера ледника Городецкого

Возрастные генерации, лет назад	Площадь, км <sup>2</sup>	Мёрзлые массивы					
		%	площадь, км <sup>2</sup>	мощность, м	объём, км <sup>3</sup>	льдистость, %	объём льда, км <sup>3</sup>
690±80	0,35	30	0,1	25	0,003	30	0,001
340±65	0,48	60	0,3	25	0,007	30	0,002
180±60	0,5	100	0,5	30	0,02	30	0,005
Всего	1,33		0,9		0,03		0,008

Первая, наиболее древняя генерация представляет собой мёрзлые массивы (до 30%) с линзами метаморфического льда в талых породах. Во второй генерации площадь мёрзлых пород увеличивается до 60%, а в третьей, более молодой и сплошь мёрзлой, крупные линзы и блоки ископаемого льда связаны между собой мёрзлыми щебенисто-глыбовыми породами. В целом в этом каменном глетчере объём льда равен около 0,008 км<sup>3</sup>.

В Тянь-Шане, Жетысу Алатау, Памиро-Алае насчитывается около 8 тыс. активных каменных глетчеров [7]. При средней площади каменного глетчера около 0,2 км<sup>2</sup> их суммарная площадь 1600 км<sup>2</sup>. При средней мощности толщи мёрзлых пород в каменных глетчерах около 10 м их суммарный объём составляет 16 км<sup>3</sup>. При льдистости ТМП 30% объём льда здесь около 4,8 км<sup>3</sup>.

Значительной льдистостью обладают и современные морены. Так, во Внутреннем Тянь-Шане обнаружено несколько высокольдистых позднеплейстоценовых моренных покровов. Самый крупный моренный из них находится в долине реки Тарагай (41°41′ с. ш. и 77°50′ в. д) в истоках р. Сырдарья. Он расположен на абсолютных высотах 3300–3560 м. Покров состоит из двух массивов по обе стороны реки. Общая их площадь около 126 км<sup>2</sup>. Предполагается, что в них мощность мёрзлой толщи порядка 50 м, а их объём 6,3 км<sup>3</sup>. По нашей оценке льдистость толщи не менее 50%, а объём льда в ней порядка 3,1 км<sup>3</sup>. Она содержит погребённые глетчерные льды, сегрегационный, возможно, инъекционные льды и, конечно, лёд-цемент.

Меньший моренный покров обнаружен по левому борту долины р. Карасай (41°36′ с. ш. и 78°04′ в. д., абсолютные высоты 3550–3600 м). Небольшие участки с льдистыми плейстоценовыми моренами встречаются и на Арабельских сыртах. Так именуется местность, занимающая внутригорную впадину, которая протягивается от 77°37′ до 78°10′ в.д. примерно вдоль 41°55′ с.ш. Днище впадины располагается в основном на абсолютных высотах 3900–3700 м.

**Заключение.** Исследованиями установлено, что в горах Северного Тянь-Шаня площадь с различными типами распространения вечной мерзлоты составляет около 20,6 тыс. км<sup>2</sup>, а площадь массивов мерзлоты в ней – около 10,7 тыс. км<sup>2</sup>. В Северном Тянь-Шане запасы подземных льдов оцениваются в 56 км<sup>3</sup>, что составляет примерно 62% от объёма ледников – 90 км<sup>3</sup>. Только в Жетысу Алатау объём подземных льдов равен 21,5 км<sup>3</sup>, или 64% от объёма ледников по состоянию на 1956 г. (33,3051 км<sup>3</sup>) и 120% от объёма ледников в 2015 г. (17,8501 км<sup>3</sup>), что обусловлено существенной деградацией оледенения за последние 59 лет.

Более достоверные подсчёты запасов подземных льдов выполнены для бассейна р. Улкен Алматы (Иле Алатау). Общий объём криолитозоны здесь составляет около  $6,8 \text{ км}^3$ , а запасы подземных льдов в ней – около  $0,6 \text{ км}^3$ . Общий объём ледников бассейна Улкен Алматы в 1955 г. был  $1,1127 \text{ км}^3$ , а в 2008 г. –  $0,3889 \text{ км}^3$ . Следовательно, за эти годы объём подземных льдов по отношению к таковому ледников существенно изменился: от 53,9 до 154,28% в связи с их деградацией. Объём подземных льдов остается почти неизменным, а ледников, как установлено, существенно уменьшился.

Значительные объёмы подземного льда содержатся в активных каменных глетчерах и современных моренах. Только в одном каменном глетчере ледника Городецкого объём подземных льдов составляет  $0,008 \text{ км}^3$ . В Тянь-Шане, Жетысу Алатау и Памиро-Алае активных каменных глетчеров насчитывается около 8000, их суммарная площадь  $1600 \text{ км}^2$ , а объём подземных льдов в них – около  $4,8 \text{ км}^3$ . Значительные объёмы подземных льдов сосредоточены в позднеплейстоценовых моренных покровах Внутреннего Тянь-Шаня. Площадь одного из них в долине р. Тарагай составляет около  $126 \text{ км}^2$ , общий объём мёрзлой толщи –  $6,3 \text{ км}^3$ , а объём льда в ней – порядка  $3,1 \text{ км}^3$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алексеев В.Р. Геометрия криолитозоны. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2015. – 120 с.
- [2] Вилесов Е.Н. Динамика и современное состояние оледенения гор Казахстана. – Алматы: Казак университети, 2016. – 268 с.
- [3] Вилесов Е.Н., Белова И.В. Запасы льда и основные черты современного оледенения Тянь-Шаня // Геокриологические исследования в горах СССР. – Якутск: Изд. ИМЗ СО РАН, 1989. – 194 с.
- [4] Втюрин Б.И. Подземные льды СССР. – М.: Наука, 1975. – 209 с.
- [5] Галанин А.А., Оленченко В.В., Христофоров. Новые данные о внутреннем строении, гидрологическом режиме и реологии каменных глетчеров Северного Тянь-Шаня – источников катастрофических ледово-грязекаменных селей // Фундаментальные и прикладные проблемы гидрогеологии: Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России (XXI Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с международным участием, 22-28 июня 2015 г.). – Якутск: ИМЗ СО РАН, 2015. – С. 369-375.
- [6] Горбунов А. П. Вечная мерзлота Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1967. – 164 с.
- [7] Горбунов А.П., Горбунова И.А. География каменных глетчеров мира. – М.: Изд-во «Товарищество научных изданий КМК», 2010. – 131 с.
- [8] Горбунов А. П., Ермолин Е. Д. Подземные льды гор Средней Азии // Материалы гляциологических исследований. – 1981. – № 41. – С. 59-62.
- [9] Горбунов А.П., Северский Э.В. Высотная геокриологическая поясность Северного Тянь-Шаня // Криогенные явления Казахстана и Средней Азии. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 1979. – С. 67-83.
- [10] Горбунов А.П., Северский Э.В., Титков С. Геокриологические условия Тянь-Шаня и Памира. – Якутск: Изд. ИМЗ СО РАН, 1996. – 194 с.
- [11] Горбунов А.П., Северский Э.В. Оценка запасов подземных льдов Северного Тянь-Шаня // Гидрометеорология и климатология. – 1998. – № 3-4. – С. 138-150.
- [12] Горбунов А.П., Северский Э.В. Геокриология Казахстана // Приложение к Национальному атласу Республики Казахстан. – Т. 1. Природные условия и ресурсы. – Гл. 8. – Алматы: Изд-во ТОО «PRINT-S», 2006. – С. 300-315.
- [13] Карта инженерно-геологического районирования условий формирования селевых потоков в бассейнах рек Большой и Малой Алматинок. Масштаб 1 : 25 000. – 1974 г. Фонды Алма-Атинской гидрогеологической партии.
- [14] Каталог ледников СССР. – Т. 13. Центральный и Южный Казахстан. Вып. 2. Бассейн оз. Балхаш. – Ч. 1. Бассейны левых притоков р. Или от устья р. Курты до устья р. Тургенъ. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 78 с.
- [15] Коган А.А., Кривоногова Н.Ф. Многолетнемерзлые скальные основания сооружений. – Л.: Стройиздат, 1978. – 207 с.
- [16] Северский Э.В. Опыт крупномасштабного картографирования криогенных явлений Заилийского Алатау // Криогенные явления Казахстана и Средней Азии. – Якутск, 1979. – С. 105-112.
- [17] Северский Э.В., Оленченко В.В., Горбунов А.П. Влияние локальных факторов на распространение толщи мёрзлых пород перевала Жосалыкезень (Северный Тянь-Шань) // Криосфера Земли. – 2014. – Т. XVIII, № 4. – С. 13-22.
- [18] Сулов В. Ф. Ледниковые ресурсы Советского Союза. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 9 с.
- [19] Шестернев Д.М., Ядрищенский Г.Е. Строение и свойства криолитозоны Удокана. – Новосибирск: Наука, 1990. – 123 с.
- [20] Шумский П.А. Подземные льды // Основы геокриологии (мерзловедения). – Ч. 1. – Гл. 9. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 274-327.
- [21] Barsch D. Rock glaciers. – Berlin: Springer, 1996. – 331 p.

#### REFERENCES

- [1] Alexeyev V.R. Geometry of cryolite-zone. Yakutsk, publishing house IMZ SO RAN. 2015. 120 p. (In Russian).
- [2] Vilesov Ye.N. Dynamic and modern condition of glaciations of mountains of Kazakhstan. Almaty, «Kazakh University», 2016, 268 p. (In Russian).

- [3] Vilesov Ye.N., Belova I.V. Ice volume and main features of modern glaciations of Tien-Shan // Geocryological researches in the mountains of USSR. Yakutsk. Publishing house IMZ SO RAN. 1989. 194 p., 1989.C. 117-132. (In Russian).
- [4] Vtyurin B.I. Underground ices of USSR. M. Science, 1975. 209 p. (In Russian).
- [5] Galanin A.A., Olenchenko V.V., Khristoforov. New data about internal structure, hydrological mode and rheology of rock glaciers of Northern Tien-Shan – sources of catastrophic ice-mud-rock flows // Fundamental and applied problems of hydrogeology. Materials of All-Russian conference by underground waters of Eastern Russia (XXI Conference by underground waters of Siberia and Far East with international participants, 22-28 June of 2015). Yakutsk: IMZ SO RAN, 2015.P. 369-375. (In Russian).
- [6] Gorbunov A.P. Permafrost of Tien-Shan. Frunze «Ilim», 1967. 164p. (In Russian).
- [7] Gorbunov A.P., Gorbunova I.A. Geography of rock glaciers of the world. M.: Publishing house «Tovarishchestvo nauchnyh izdaniy KMK». 2010. 131 p. (In Russian).
- [8] Gorbunov A.P., Yermolin Ye.D. Underground ices of mountains of Central Asia // Materials of glaciological researches. 1981. №41. P. 59-62. (In Russian).
- [9] Gorbunov A.P., Severskiy E.V. Altitudinal geocryological zonality of North Tien-Shan / Cryogenic phenomena of Kazakhstan and Central Asia. Yakutsk. Publishing house IMZ SO RAN. 1979, p. 67-83. (In Russian).
- [10] Gorbunov A.P., Severskiy E.V., Titkov S. Geocryological conditions of Tien-Shan and Pamir. Yakutsk. Publishing house IMZ SO RAN. 1996. 194 p. (In Russian).
- [11] Gorbunov A.P., Severskiy E.V. Assessment of volume of underground ices of Northern Tien-Shan / Hydrometeorology and climatology. 1998. №3-4, p. 138-150. (In Russian).
- [12] Gorbunov A.P., Severskiy E.V. Geocryology of Kazakhstan / Attachment to National Atlas of the Republic of Kazakhstan, Vol. 1 «Natural conditions and resources», chapter. 8. – Almaty: Publishing house PLC «PRINT-S», 2006. – p. 300-315. (In Russian).
- [13] Map of engineering-geological division of conditions of formation of mudflows in the basins of rivers Ulken- and Kishi Almaty. Scale 1 : 25 000. 1974. Materials of Alma-Atinskaya hydrogeological party. (In Russian).
- [14] Catalogue of glaciers of USSR. Vol. 13. Central and South Kazakhstan. Issue 2. Basin of Balkhash Lake. Part. 1. Basins of left inflows of Ili river from mouth of river Kurty till mouth of river Turgen. L. Gidrometeoizdat, 1967. 78 p. (In Russian).
- [15] Kogan A.A., Krivonogova N.F. Long-term frozen rock bases of constructions. L. Stroiizdat, 1978. 207 p. (In Russian).
- [16] Severskiy E.V. Experience of large scale mapping of cryogenic phenomena in Zailiyskiy Alatau. Cryogenic phenomena of Kazakhstan and Central Asia. Yakutsk, 1979. P.105-112. (In Russian).
- [17] Severskiy E.V., Olenchenko V.V., Gorbunov A.P. Influence of local factors to distribution of permafrost of Zhosalykezen pass (Northern Tien-Shan) // Cryosphere of Earth, 2014, vol. XVIII, № 4, p. 13-22. (In Russian).
- [18] Suslov V. F. Ice resources of Soviet Union. L. Hydrometeoizdat, 1977. 9p. (In Russian).
- [19] Shesternev D. M., Yadrishchenskiy G. Ye. Structure and characteristics of cryolite-zone Udokan. Novosibirsk, Nauka, 1990. 123 p. (In Russian).
- [20] Shumskiy P.A. Underground ices // Bases of geocryology (permafrost study). Part. 1. Chapter 9. M, Publishing house AN USSR, 1959. P. 274-327. (In Russian).
- [21] Barsch D. Rock glaciers. Berlin. Springer, 1996. 331 p.

**А. П. Горбунов<sup>1</sup>, М. Н. Железняк<sup>2</sup>, Э. В. Северский<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Г.ф.д., профессор, а.ф.к. Қазақстандық биіктаулы геокриология зертханасының (РҰА СБ Тоңтану институты, Якутск, Ресей)

<sup>2</sup> Г-м. ф.д., директоры (РҰА СБ Тоңтану институты, Якутск, Ресей)

<sup>3</sup> А-ш.ф.к., Қазақстандық биіктаулы геокриология зертханасының меңгерушісі (РҰА СБ Тоңтану институты, Якутск, Ресей)

## ТЯНЬ-ШАНДАҒЫ ЖЕРАСТЫ МҰЗДАРЫ

**Аннотация.** Приводятся результаты оценки запасов подземных льдов в различных горных регионах Орталық Азияның әртүрлі таулы аймақтарындағы жер асты мұздарының қорын бағалау нәтижелері жүргізіледі. Солтүстік Тянь-Шандағы, Жетысу Алатауын қоса алғанда, шамамен 20,6 мың. км<sup>2</sup> ауқымында криолитозонасы орналасқан, ал ондағы тоң сілемдері 10,7 мың. км<sup>2</sup> – 2 есе дейін азайып кетті. Мұнда шамамен 1240 км<sup>3</sup> криолитозонасының болжамды көлемі бағаланады, ал 56 км<sup>3</sup> – ондағы мұз, бұл мұздықтар көлемінің шамамен 62% құрайды. Үлкен Алматы өз.алабындағы жерасты мұздары қорының 0,6 км<sup>3</sup> бағаланды, бұл (6,8 км<sup>3</sup>) криолитозонасының жалпы көлемінің шамамен 9% құрайды. жер асты мұздарының көлеміне қатысты мұндай мұздықтар айтарлықтай өзгерді: 53,9 %-дан (1955 ж.) 154,28%-ға дейін (2008 ж.) соңғы деградацияға байланысты. Жерасты мұздарының ең көп қоры белсенді тасты глетчерлер мен қазіргі заманғы мореналарда шоғырланған. Тек бір тасты глетчерде Городецкий мұздығындағы жерасты мұздарының көлемі шамамен 0,008 км<sup>3</sup> құрайды. Тянь-Шандағы, Жетысу Алатау мен Памир-Алайдағы белсенді тас глетчерлер шамамен 8 000, олардың жиынтық көлемі 1600 км<sup>2</sup>, ал жер асты мұздарды көлемі онда шамамен 4,8 км<sup>3</sup>.

**Түйін сөздер:** криолитозона, жерасты мұздары, мұздықтар, тасты глетчерлер, мореналар.

A. P. Gorbunov<sup>1</sup>, M. N. Zheleznyak<sup>2</sup>, E. V. Severskiy<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doctor of geographical sciences, professor, principle research worker, Kazakh high mountain geocryological laboratory (Institute of permafrost study of Siberian Department of Russian Academy of Sciences)

<sup>2</sup>Doctor of geological-meteorological sciences, director of Institute of permafrost study of Siberian Department of Russian Academy of Sciences

<sup>3</sup>Candidate of agricultural sciences, head of department of Kazakh high mountain geocryological department (Institute of permafrost study of Siberian Department of Russian Academy of Sciences)

#### UNDERGROUND ICES IN TIEN-SHAN

**Abstract.** The results of assessment of underground ices in different mountain regions of Central Asia are provided. In the North Tien-Shan, including Zhetysu Alatau (Djungarian Alatau), cryolite-zone is distributed on the area about 20,6 thousand km<sup>2</sup>, and area of permafrost massive in it is two times smaller – 10,7 thousand km<sup>2</sup>. Approximately the volume of cryolite-zone here is estimated as 1240 km<sup>3</sup>, and ice in it is 56 km<sup>3</sup>, that makes about 62% from the volume of glaciers. In the basin of Ulken Almaty river (Big Almaty river) the volumes of underground ices are estimated as 0,6 km<sup>3</sup>, that makes about 9% from the total volume of cryolite-zone (6,8 km<sup>3</sup>). The volume of underground ices in relation to the volume of glaciers changed essentially: from 53,9 % (1955) to 154,28% (2000) due to glaciers degradation. The most considerable volume of underground ices is concentrated in active rock glaciers and modern moraines. Just in one rock glacier of Gorodetskiy glacier the volume of underground ices makes 0,008 km<sup>3</sup>. In Tien-Shan, Zhetysu Alatau and Pamiro-Alai the number of active rock glaciers makes about 8000, their total area makes 1600 km<sup>2</sup>, and volume of underground ices in them is about 4,8 km<sup>3</sup>.

**Key words:** cryolite-zone, underground ices, glaciers, rock glaciers, moraines.

УДК 551.44 (574.1)

**К. М. Ахмеденов**

К.г.н., ассоциированный профессор, проректор по науке и международным связям  
(Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, Уральск, Казахстан)

## **НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО КАРСТУ И ПЕЩЕРАМ ВОЗВЫШЕННОСТИ БЕСШОКЫ**

**Аннотация.** Представлены результаты карстологических и спелеологических исследований, проведенных на возвышенности Бесшоки в ходе комплексных научно-исследовательских экспедиций Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана. Приводятся морфометрические показатели пещер Кененбай, Карлыгаш и карстового колодца Ойык. Для отложений пещер характерны преобладание привнесённых эоловых песков и обилие грубообломочного гипсового материала. Из наиболее интересных пещерных отложений отмечены сезонные образования – грунтовые слепки в пещере Карлыгаш. На основе собственных полевых наблюдений дана характеристика микроклимата, радиационного фона и состояния атмосферного воздуха двух карстовых пещер, расположенных на возвышенности Бесшоки. Территория возвышенности Бесшоки Атырауской области Республики Казахстан рекомендуется для создания особо охраняемой природной территории.

**Ключевые слова:** карстовые формы рельефа, соляные купола, Бесшоки, естественные пещеры, провальные колодцы, микроклимат, анализ воздуха, особо охраняемые природные территории.

**Введение.** С карстом возвышенности Бесшоки автору довелось близко познакомиться в ходе трёх комплексных научно-исследовательских экспедиций по территории солянокупольных ландшафтов Западного Казахстана, организованных Западно-Казахстанским аграрно-техническим университетом им. Жангир хана в 2014, 2016–2017 гг. В литературных источниках карст возвышенности Бесшоки достаточно освещён благодаря современным исследованиям секции спелеологии и карстоведения Астраханского отделения Русского географического общества во главе с И. В. Головачевым [1-7]. До этих исследований только в работах И. Б. Ауэрбаха [8] и Ю. М. Ралля [9] дается небольшое описание карстовых воронок и пещер. Карстовые процессы в Атырауской области, связанные с солянокупольной тектоникой Прикаспийской впадины, изучаются нами с 2012 года, в частности карст и пещеры возвышенности Бесшоки [10-12]. В прошлом номере этого журнала мы приводили результаты исследований 2016 года двух пещер возвышенности Бесшоки [12].

Возвышенность Бесшоки (казах. «пять бугров») расположена в Атырауской области Республики Казахстан, находится в западной части Рын-песков и приурочена к Шунгайской зоне поднятий. Она представляет собой плоскую возвышенную денудационную равнину, окружённую бугристыми закреплёнными и барханными полузакреплёнными песчаными массивами. В четырёх километрах севернее Бесшоки находится огромный сор Бесоба. С северо-западной и юго-восточной сторон Бесшоки граничит с соляными грязями. Возвышенность вытянута в северо-восточном направлении на 10 км и имеет ширину около 3,5 км [3]. Она располагает овальными очертаниями и приподнята над окружающей местностью на 30 м. Возвышенность Бесшоки имеет площадь 35 км<sup>2</sup> и представляет собой плоскую поверхность, осложнённую гипсовыми буграми (с абсолютной отметкой до +14,6 м) и карстовыми формами рельефа. Карстующиеся породы представлены нижнепермскими средне- и крупнозернистыми гипсами кепрока соляного купола. Согласно районированию карста Русской равнины возвышенность Бесшоки входит в Прибаскунчакский округ Нижневолжско-Уральской карстовой области [2].

**Материалы и методы исследования.** Нами в летний период 2017 года были проведены комплексные географические исследования карстово-провальных явлений на возвышенности Бесшоқы Курмангазинского района Атырауской области (рисунок 1).

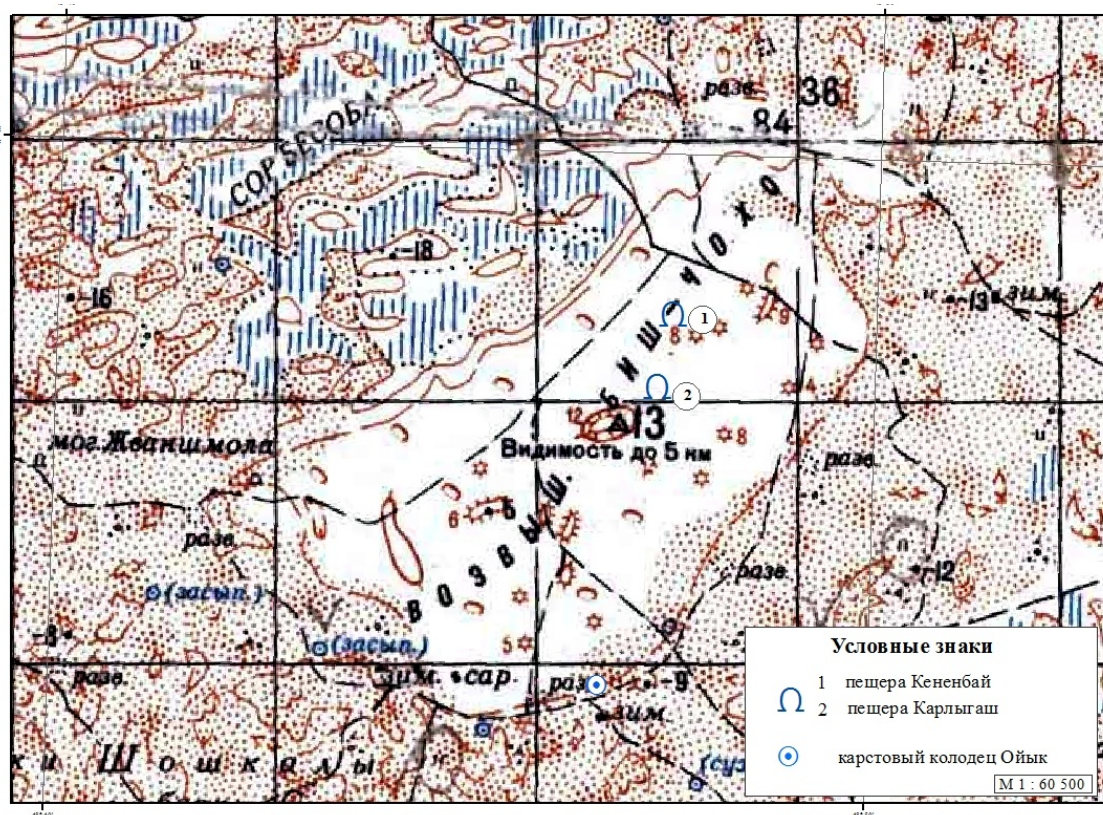


Рисунок 1 – Карта-схема расположения объектов исследования на возвышенности Бесшоқы

В соответствии целями исследования были определены места локализации карстово-провальных явлений, в которых осуществлялись рекогносцировочные полевые обследования. Локализация точек обследования проводилась с использованием системы GPS с помощью 12-канального GPS-приёмника модели Garmin eTrex, высотные отметки которого сопоставлялись и корректировались с данными радарной съемки SRTM.

Изучение пещер организовано следующим образом. Вначале собирается предварительная информация из публикаций, рукописных архивов, путем опросов краеведов, туристов, местных жителей. Далее выбирается участок работ и проводится сплошное прочесывание склонов, понижений, возвышенностей. Найденные пещеры документируются по общепринятым методикам (определяется местоположение, проводятся топосъемка, микроклиматические исследования, выполняется полное описание). Результаты работ заносятся в кадастр пещер Западного Казахстана и по возможности публикуются. Проводится фотосъемка объектов исследований. Метрические измерения осуществляются с помощью мерной ленты и лазерного высотомера Nikon Foresrty Pro. Микроклиматические измерения проводились с помощью гигрометра психометрического ВИТ-2. Принцип действия гигрометра психометрического основан на определении относительной влажности окружающей среды с помощью психометрической таблицы по значению показаний "сухого" термометра и разнице показаний "сухого" и "влажного" термометров. На исследуемых объектах проводился анализ атмосферного воздуха. Измерения были выполнены по методике определения массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе газоанализатором ГАНК-4. Полученные результаты были сопоставлены с предельно допустимыми нормами загрязняющих веществ в атмосферном воздухе согласно санитарным правилам «Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах, почвам и их безопасности, содержанию территорий городских и сельских населенных пунктов, условиям

работы с источниками физических факторов, оказывающих воздействие на человека». Эти нормы утверждены Постановлением Правительства Республики Казахстан от 25 января 2012 года, № 168. В исследованных пещерах было проведено измерение радиационного фона дозиметром ДКГ РМ-1610, внесенным в реестр СИ РК. Дозиметр ДКГ РМ-1610 для импульсного рентгенизлучения предназначен для формирования паровоздушного потока с определённой относительной влажностью методом смешения двух потоков воздуха, сухого и влажного.

**Результаты и их обсуждение.** Особенностью рельефа Бесшоки является наличие большого количества гипсовых бугров, резко выделяющихся на фоне пологой равнины (рисунок 2). И. Б. Ауэрбах [8] указывает на разбросанность холмов по возвышенности «без всякого порядка». Нами в ходе экспедиционных работ на возвышенности Бесшоки также не отмечено определенных закономерностей расположения гряд. Бугры собраны в несколько групп. По форме выделяются бугры: линейно вытянутые (с разным направлением простирания длинной оси), подковообразные (подобно холмам «Курган-тау» на Индерском поднятии), круглые (куполообразные). На вершинных частях некоторых бугров имеются котловины, образованные за счёт обрушения кровли подземных полостей и осложнённые провалами, просадками и понорами. Такие бугры характерны для центральной части возвышенности. Бугры возвышенности Бесшоки внешне напоминают бугры Индерского поднятия, расположенные на северном побережье озера Индер (рисунок 2).



Рисунок 2 – Гипсовые бугры на возвышенности Бесшоки (а) и Индерском поднятии (б) (фото К. М. Ахмеденова)

Поверхность возвышенности активно закарстована. Карстуются гипсовые породы кепрока, сильно дислоцированные вследствие солянокупольного тектогенеза. Гипсы залегают под мало-мощным чехлом древнекаспийских отложений (хвалынские супеси и суглинки), поэтому карст этого района можно отнести к типу покрытого. Грунтовые воды залегают на глубине 1–3 м. Карстовый рельеф на возвышенности складывается из *поверхностных и подземных форм*.

Поверхностные карстовые формы представлены *каррами, понорами, воронками, котловинами*. Платообразная поверхность возвышенности осложнена выходами коренных пород и большим количеством карстовых воронок пяти основных типов: асимметричные, конусообразные, колодецеобразные, чашеобразные и блюдцеобразные. Наиболее широко распространены конусообразные воронки.

По генезису воронки подразделяются на провальные, просасывания (суффозионно-коррозионные) и поверхностного выщелачивания (коррозионные). Размеры воронок самые разнообразные: от первых метров до нескольких десятков метров в диаметре глубиной до 10 м. Средний диаметр воронок – 10–20 м. Средняя глубина около – 2–3 м. Обнажающиеся в стенках воронок гипсы сильно выветрены, светло-серого цвета. На склонах некоторых воронок можно наблюдать сильноизогнутые складки, гипсовые, тёмноцветные, тонкослоистые (листоватые) породы. Причём прилегающий к такой воронке участок местности абсолютно ровный. Складкообразование в данном случае проходило до пенепленизации территории возвышенности.

*Карстовые колодцы* на Бесшоки имеются двух основных типов: провального генезиса и карстово-эрозионного [3]. Первый тип представлен крупным провальным колодцем в южной части

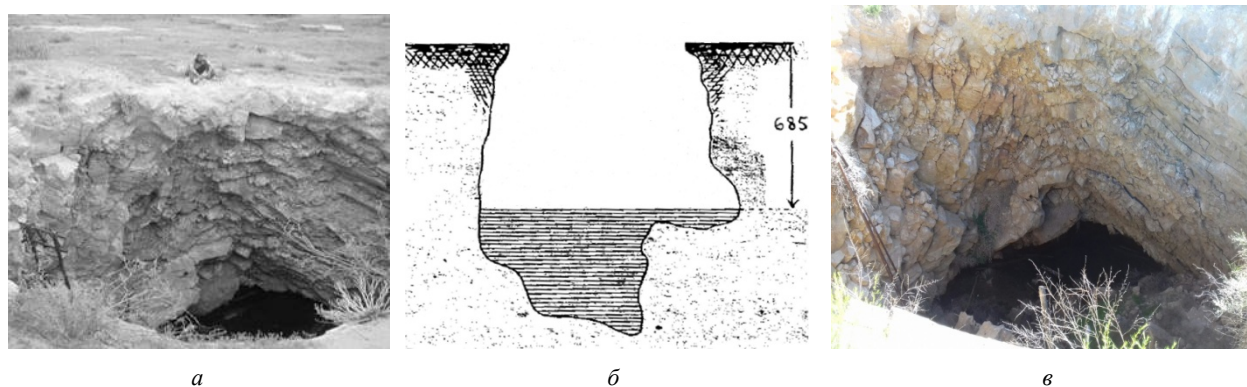


Рисунок 3 – Карстовый колодец Ойык: а – провальный колодец в 2009 г. (фото И. В. Головачёва) [3]; б – разрез карстового колодца по Ю. М. Раллю (1935) [9]; в – провальный колодец в 2017 г. (фото К. М. Ахмеденова)

возвышенности (рисунок 3). Местное название этого провального колодца – Ойык. Он образован в толще гипсовых отложений ( $P_1kg$ ). По словам местных жителей, провал произошёл в 1924–1925 годах. В 1934 году этот провал обследовал Ю. М. Ралль [9]. В своей статье [9] он приводит следующие морфометрические характеристики: горловина колодца овальной формы –  $4,9 \times 6,5$  м, глубина колодца от бровки горловины до уровня воды – 6,85 м, наибольшая глубина воды – 5,5 м, общая глубина колодца – 12,35 м. Колодец имел бутылкообразное расширение к основанию. По материалам экспедиции Астраханского отделения РГО [3], в мае 2009 года диаметр горловины составил 10 м, диаметр основания колодца около – 12–13 м, глубина до уровня воды – 9 м, наибольшая глубина воды – 1,5 м. Общая глубина колодца равна 10,5 м. На дне колодца небольшое минерализованное озеро площадью около  $40 \text{ м}^2$  и глубиной до 1,5 м (по данным 2009 г). К настоящему времени размеры колодца претерпели некоторые изменения. По материалам нашей экспедиции в мае 2017 года диаметр горловины составил 12 м, диаметр основания колодца – около 11–12 м, глубина до уровня воды – 8 м, наибольшая глубина воды – 1,5 м. Общая глубина колодца – 9,5 м.

*Карстовые котловины* (диаметр от 50 до 100–150 м, глубина до 10 м) образуются вследствие слияния карстовых воронок или провала грядовой части гипсовых холмов в ниже лежащие полости. Могут иметь правильную циркообразную форму и плоское дно, осложнённое понорами, просадками и провалами. На гипсовой выветренной поверхности склонов некоторых воронок и котловин имеются старые крупные карровые борозды (длиной до 1 м, шириной 8–10 см, глубиной до 5–6 см). На сводах привходовых частей пещер отмечаются выветренные, плохо выраженные лунковые *карры*.

*Поноры* приурочены к трещинам и зонам нарушений. Для данного района нами отмечено два вида поноров: щелеобразные и колодцеобразные. Поноры неясно выражены и скрыты в отложениях дна воронок и котловин.

Подземные карстовые формы представлены *пещерами*. В ходе экспедиционных работ секции спелеологии и карстведения Астраханского отделения Русского географического общества во главе с И. В. Головачевым [1-7], проведённых на Бесшоки, было обнаружено и обследовано 10 пещер различной морфологии и морфометрии. Нами в 2017 году обследованы и изучены 2 карстовые пещеры: Кененбай и Карлыгаш. При этом пещера Карлыгаш местного названия не имела, так как вскрыта впервые. Карстовые пещеры района, согласно морфогенетической классификации В. Н. Дублянского [13], с поправкой Ю. И. Берсенёва [14], относятся к *коррозионно-эрозионному* и *коррозионно-разрывному* типам. Пещеры коррозионно-эрозионного типа имеют относительно большие размеры и характеризуются тем, что поглощают (или поглощали ранее) поверхностные водотоки. Пещеры коррозионно-разрывного типа имеют небольшие размеры и представляют собой фрагменты клинообразных, сужающихся кверху разрывов в гипсах, образованных вследствие соляной тектоники. Стены и своды этих пещер имеют незначительные следы карстовой денудации. Кроме того, на стенах пещер этого типа можно наблюдать белого цвета коры вторичной кристаллизации гипса (так называемое «гипсовое молоко» или «гипсовая накипь»). Примером пещер этого типа являются пещеры Кененбай и Карлыгаш.



*Пещера Кененбай* располагается на северо-восточной окраине возвышенности. Впервые и очень кратко описана И. Б. Ауэрбахом [8]. Более подробно обследована астраханскими спелеологами [7]. Изучена нами в 2016 году, результаты отражены в предыдущей публикации [12]. В 2017 году исследования были продолжены, измерены температуры воздуха и относительной влажности воздуха в данной пещерной полости. Так, температура воздуха в дневное время составила +14,5°C, а относительная влажность воздуха в пещере – 90,0%. По данным И. В. Головачева [7], эти показатели в мае были +10°C и 79 % соответственно. Если учесть довольно крупные размеры входного отверстия, то влажность воздуха в пещере можно считать довольно высокой. Это можно объяснить тем, что в эту полость регулярно поступает из глубины влажный холодный воздух (из-под завала, расположенного в юго-восточном углу зала), на что указывает также произрастание мха на гипсовой стене возле зоны разгрузки «пещерного дыхания». Для сравнения были сняты показания температуры и влажности воздуха у входа в пещеру, а также у поверхности подземной полости. Так, эти показатели в мае составили +18,0°C и 85,0%, а также +21,0°C и 77,0% соответственно.

В районе пещеры Кененбай нами измерены загрязняющие вещества в атмосферном воздухе (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты измерения атмосферного воздуха в районе пещеры Кененбай

Анализируемое вещество	Средняя концентрация вещества $C_{ср}$ , мг/м <sup>3</sup>			ПДК, мг/м <sup>3</sup>
	№ 01. Пещера Кененбай (внутри пещерного зала)	№ 02. Пещера Кененбай (в привходовой части)	№ 03. Вблизи с пещерой Кененбай (на поверхности)	
Углеводороды по метану	8,05	8,58	17,5	50,00
Монооксид углерода	1,025	0,887	0,802	5,00
Азота диоксид	0,00786	0,00659	0,00949	0,0850
Диоксид серы	0,0137	0,00148	0,0141	0,500
Метилмеркаптан	1,10e <sup>-5</sup>	1,18e <sup>-5</sup>	1,17e <sup>-5</sup>	5,00e <sup>-5</sup>
Сероводород	0,00230	0,00239	0,00207	0,00800
Углеводороды C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,148	0,168	0,217	1,00
Углеводороды (по гексану)	6,33	7,19	9,02	60,0
Оксид азота	0,0160	0,0272	0,00199	0,400
Зола	0,0281	0,0266	0,0269	0,300
Сажа	0,0141	0,0140	0,041	0,150
Пыль промышленная	0,0380	0,0407	0,0412	0,500
Фенол	5,29e <sup>-4</sup>	5,57e <sup>-4</sup>	4,85e <sup>-5</sup>	0,0100
Формальдегид	0,00	0,00	0,00	0,0350
Свинец и соединения	6,26e <sup>-5</sup>	5,87e <sup>-4</sup>	5,78e <sup>-4</sup>	0,00100

Измерения проводились в трех точках: внутри пещерного зала, у поверхности карстовой воронки и на поверхности возле пещеры. Определялись максимально разовые концентрации 22.05.2017 г. (см. таблицу 1). По данным таблицы 1 видно, что все загрязняющие вещества находятся в пределах нормы.

Замерен уровень радиации в пещере Кененбай. Дозиметр показывал уровень мощности индивидуального эквивалента дозы Нp(10) (МЭД) непрерывного и импульсного рентгеновского и гамма-излучения от 0,03 до 0,11 мкЗв/ч. При современной норме 20 мкР/ч и допустимом значении 30 мкР/ч в пещере находиться не опасно. Превышения радиационного фона не обнаружено. Естественным фоном является 0,1–0,2 мкЗв/ч.

Пещера Кененбай является интересным природным образованием и достойна статуса геологического памятника природы.

*Пещера Карлыгаиш* расположена в северо-восточной части возвышенности, в 890 м юго-восточнее пещеры Кененбай. Вход в пещеру представляет собой прямоугольно вытянутый в плане



а



б

Рисунок 4 – Пещера Карлыгаш:  
а – вход в пещеру (вид снаружи); б – в пещерном зале (фото К. М. Ахмеденова)

провал в гипсах (рисунок 4,а). Входной провальный колодец имеет глубину 3,5 м, длину 8 м, ширину 6 м. Пещера представлена крупной нисходящей мешкообразной полостью и вскрыта процессами гравитации. Пещера коррозионно-разрывного типа. Она развита в южном направлении и заложена в толще светло-серых, средне- и крупнозернистых гипсов, имеющих небольшое (20°) падение на восток. Подземный зал крупный: длина – 12,4 м, ширина – 9 м, высота – до 6 м. От основания привходового провала в глубь пещерного зала уходит конус выноса, состоящий из грубообломочного гипсового материала вперемешку с привнесёнными рыхлыми супесчаными отложениями и растительными остатками (см. рисунок 4,б). Местами на стенах пещеры наблюдаются белесые коры вторичной кристаллизации гипса (рисунок 5, а). Привходовые гипсы на поверхности сильно выветрены, сглажены, со старыми следами карстового процесса (сглаженные карровые борозды и желоба) (см. рисунок 5,б).



а



б

Рисунок 5 – Свод пещеры Карлыгаш: а – вторичная гипсовая кора;  
б – сглаженные карровые борозды и желоба (фото К. М. Ахмеденова)

Похоже, что полость вскрылась давно. В основании средней части восточной стены по периметру пещерного зала расположен переуглублённый открытый горизонтальный слепозаканчивающийся карстовый канал с ровными супесчаными увлажнёнными отложениями тальвега, длиной около 2 м, шириной до 1,5 м и высотой 0,35 м. В ней нами обнаружен череп молодого сайгака (*Saiga tatarica*). Свод зала относительно ровный, уплощённый, наклонный, а в дальней части пещеры округлый и более высокий. Пещера хорошо освещается дневным светом и плохо прогревается. Следов посещения людьми не отмечено. Местного названия пещера не имела. На момент обнаружения и обследования в пещере отмечено гнездование деревенских ласточек (*Hirundo rustica*), за что и получила своё название Карлыгаш (казах. «ласточка»).

В привходовой части под гипсовой плитой нами наблюдались на полу необычные положительные грунтовые образования (корки-слепок с ледяных сталагмитов) сезонного характера. Среди других отложений пещеры необходимо отметить многолетние скопления птичьего помёта, под теми скальными полками и нишами в своде пещеры, где располагаются небольшие 15–20 см диаметром гнёзда птиц, сделанные из сухих веточек степной растительности. Кучи птичьего помёта имеют в среднем размеры до 10–20 см высоты и 20–30 см ширины в основании.

В центральной части зала пещеры установлено крупное гнёздо птицы диаметром около 50–60 см, сделанное из сухих веточек степной растительности. Также отмечено изобилие перьев, костей животных, остатков военных ракет. Можно предположить, что данная пещера некоторое время служила убежищем для хищной птицы.

В зимнее время накапливает холод (так называемый «холодовой мешок»). Снежно-ледовых образования не обнаружено. Температура воздуха в пещерной полости составляет в среднем +14,0°C. Относительная влажность воздуха под землей достигает 90,0%. Учитывая довольно крупные размеры входного отверстия, влажность воздуха в пещере можно считать довольно высокой. Для сравнения были сняты показания температуры и влажности воздуха у входа в пещеру, а также у поверхности подземной полости. Так, эти показатели в июле составили +19,0°C и 78,0 %, а также +30,0°C и 65,0 % соответственно.

Нами также были измерены загрязняющие вещества в атмосферном воздухе пещерного зала, в привходовой части и на поверхности. Определялись максимально разовые концентрации 23.05.2017 г. Результаты замеров приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерения атмосферного воздуха в районе пещеры Карлыгаш

Анализируемое вещество	Средняя концентрация вещества $C_{ср}$ , мг/м <sup>3</sup>			ПДК, мг/м <sup>3</sup>
	№ 01. Пещера Карлыгаш (внутри пещерного зала)	№ 02. Пещера Карлыгаш (в привходовой части)	№ 03. Вблизи с пещерой Карлыгаш (на поверхности)	
Углеводороды по метану	13,43	8,97	14,45	50,00
Монооксид углерода	1,14	1,003	0,874	5,00
Диоксид азота	0,00917	0,00726	0,00768	0,0850
Диоксид серы	0,1904	0,0168	0,0493	0,500
Метилмеркаптан	1,50e <sup>-5</sup>	1,32e <sup>-5</sup>	1,25e <sup>-5</sup>	5,00e <sup>-5</sup>
Сероводород	0,00268	0,00251	0,00200	0,00800
Углеводороды C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,193	0,135	0,116	1,00
Углеводороды (по гексану)	7,87	5,69	4,90	60,0
Оксид азота	0,00580	0,0130	0,0195	0,400
Зола	0,0311	0,0347	0,0298	0,300
Сажа	0,0155	0,0153	0,0158	0,150
Пыль промышленная	0,0470	0,0455	0,0426	0,500
Фенол	4,54e <sup>-4</sup>	3,74e <sup>-4</sup>	5,13e <sup>-4</sup>	0,0100
Формальдегид	0,00	0,00	0,00	0,0350
Свинец и соединения	7,67e <sup>-5</sup>	1,03e <sup>-5</sup>	1,21e <sup>-5</sup>	0,00100

Согласно данным таблицы 2, все загрязняющие вещества находятся в пределах нормы.

Провели замеры уровня радиации в пещере Карлыгаш. Дозиметр показывал уровень мощности индивидуального эквивалента дозы Нp(10) (МЭД) непрерывного и импульсного рентгеновского и гамма-излучения от 0,03 до 0,10 мкЗв/ч. При современной норме 20 мкР/ч и допустимом значении – 30 мкР/ч в пещере находиться не опасно. Превышения радиационного фона не обнаружено. Естественным фоном является 0,1–0,2 мкЗв/ч.

Благодаря большим размерам арочного входа и расположению его на склоне южной экспозиции пещерный зал хорошо освещается в дневное время.

Район отличается определённой стабильностью рельефа, что, скорее всего, связано с особенностями его солянокупольной тектоники и гидрогеологии в настоящее время.

**Заключение.** В соответствии с температурным режимом пещеры подразделяются на теплые и холодные. В первых средняя температура воздуха выше, а во вторых ниже, чем среднегодовая на поверхности (+8,4°C). Холодных пещер не обнаружено. Изученные пещеры теплые. Они подразделяются (для теплого времени года) на пещеры с температурой воздуха ниже, чем на поверхности (в данное время), и одинаковой температурой с поверхностью. Температура, соответствующая поверхности, нами в пещерах не отмечена. В изученных полостях термометры показали от +14,0 до +14,5 °С при температуре на поверхности от +21,0 до +30,0 °С. Здесь также наблюдается четкая зависимость понижения температуры от привходовых частей к пещерному залу. Разница температур составляет от +3,5 до +5,0 °С.

В конце мая в обеих пещерах снежно-ледовых образований не обнаружено, хотя в литературе [2, 3, 7] имеются указания на то, что до конца мая в пещерах Бешоки лежит снег.

В пещерах Кененбай и Карлыгаш загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и превышения радиационного фона не установлено.

В целом все обследованные пещеры находятся в прекрасном экологическом состоянии благодаря удалённости, труднодоступности и малой известности возвышенности Бешоки. В то же время считаем необходимым создание на возвышенности Бешоки особо охраняемой природной территории. Предпосылкой для этого являются уникальные карстовые ландшафты с высокой степенью биологического разнообразия. Герпетологи экспедиции, сотрудники Института экологии Волжского бассейна РАН А. Г. Бакиев и Р. Г. Горелов в мае 2017 года отметили обитание на территории возвышенности Бешоки редкого для Казахстана каспийского полоза (*Hierophis caspius* Gmelin, 1789), подтвердив проведенные ранее исследования [15]. Каспийский или желтобрюхий полоз внесен в Красную книгу Казахстана.

Известно, что у большинства карстовых ландшафтов, имеющих статус ООПТ, географическая привязка имеет точечную (обычно это вход в пещеру), а не площадную форму. Считаем, что при отнесении к объектам охраны региональные власти должны руководствоваться рабочими документами Конвенции о биологическом разнообразии, где указано, что минимальная площадь ООПТ должна составлять 17% от площади региона. С учетом того, что возвышенность Бешоки имеет площадь 35 км<sup>2</sup>, то как минимум на площади 6 км<sup>2</sup> можно организовать особо охраняемую природную территорию. Это ООПТ будет способствовать сохранению пещер и других карстовых форм рельефа территории, а также выживанию краснокнижного вида – желтобрюхого полоза (*Hierophis caspius* Gmelin, 1789). При формировании ООПТ карстовых ландшафтов возвышенности Бешоки необходимо правильно оценивать размеры и проводить границы охранной зоны (на поверхности), не нарушая целостности его подземного компонента.

Необходимо инициировать подготовку естественно-научного обоснования создания ООПТ определенного статуса для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия возвышенности Бешоки.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан № 4036/ГФ4 «Анализ социально-экономической значимости ландшафтов солянокупольного происхождения для Республики Казахстан».*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Головачёв И.В. Карст и пещеры возвышенности Биш-чохо // Геология, география и глобальная энергия. – 2010. – № 2. – С. 87-98.
- [2] Головачёв И.В. Морфология и генезис пещер возвышенности Биш-чохо // Астраханские краеведческие чтения: сборник статей / Под ред. А. А. Курапова. – Астрахань, 2010. – Вып. II. – С. 9-15.
- [3] Головачёв И.В. О результатах карстологических исследований на возвышенности Биш-чохо // Астраханские краеведческие чтения: сборник статей / Под ред. А. А. Курапова. – Астрахань, 2010. – Вып. II. – С. 16–21.
- [4] Головачёв И.В. Пещеры возвышенности Биш-чохо // Спелеология и спелестология: развитие и взаимодействие наук: сборник мат-лов Международной научно-практической конференции. – Набережные Челны: Изд-во НГПИ, 2010. – С. 22–24.
- [5] Головачев И.В. Карст и пещеры Северного Прикаспия. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2010. – 215 с.

- [6] Головачев И.В. Пещеры Северного Прикаспия // Комплексное использование и охрана подземных пространств: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию юбилею науч. и туристско-экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летию со дня рожд. В.С. Лукина. – Пермь, 2014. – С. 14-25.
- [7] Головачев И.В. Пещера Кененбай // «Шежіре тунған күт мекен». Материалы междунар. научно-практ. конференции, посвященной 215-летию образования Букеевской Орды, 175-летию открытия школы Жангир хана. –Уральск, 2016. – С. 65-71.
- [8] Ауэрбах И.Б. Гора Богдо. Исследования, произведённые по поручению Императорского Русского географического общества в 1854 году. – Санкт-Петербург, 1871. – С. 67-68.
- [9] Ралль Ю.М. Древняя степь «Бесь-Чохо» в Волжско-Уральских песках // Природа. – 1935. – № 4. – С. 55-60.
- [10] Ахмеденов К.М. Пещеры и поверхностные карстовые формы Западного Казахстана // Ивановские чтения-2015: Материалы областной научно-практ. конф. – Уральск: РИЦ ЗКГУ им. М. Утемисова, 2015. – С. 14-21.
- [11] Ахмеденов К.М., Рамазанов С.К., Киндербаева Д.А. Ландшафты Западного Казахстана: очерки об объектах природного наследия. – М.: Издательство «Перо», 2015. – 250 с.
- [12] Ахмеденов К.М., Жумагалиева Ж.Н. Пещеры на возвышенности Бешоки // Вопросы географии и геоэкологии. – 2017. – № 1. – С. 23-33.
- [13] Дублянский В.Н., Илюхин В.В. Путешествия под землей. – М.: ФиС, 1981. – 107 с.
- [14] Берсенёв Ю.И. Карст Дальнего Востока. – М.: Наука, 1989. – 79 с.
- [15] Островских С.В., Пестов М.В., Шапошников А.В. К вопросу о распространении каспийского полоза *Hierophis caspius* (Gmelin, 1789) в Волго-Уральском междуречье // Герпетологические исследования в Казахстане и сопредельных странах: Сборник научных статей. – Алматы, 2010. – С. 252-254.

## REFERENCES

- [1] Golovachev I.V. Karst and caves of the elevation Bish-chokho // Geology, geography and global energy. 2010. N 2. P. 87-98 (in Russian).
- [2] Golovachev I.V. Morphology and genesis of caves of the elevation Bish-chokho // Regional Astrakhan Scientific Conference: collection of articles. Astrakhan, 2010. Vol. II. P. 9-15 (in Russian).
- [3] Golovachev I.V. About the results of karsts studies on Bish-choho elevation // Regional Astrakhan Scientific Conference: collection of articles. Astrakhan, 2010. Vol. II. P. 16-21 (in Russian).
- [4] Golovachev I.V. Caves of the elevation Bish-chokho // Speleology and speleostology: development and interaction of Sciences: collection of materials of the International scientific-practical conference. Naberezhnye Chelny: Publishing House of NSPI, 2010. P. 22-24 (in Russian).
- [5] Golovachev I.V. Karst and the cave of the North Caspian region. Astrakhan: Publishing house "Astrakhan university", 2010. 215 p. (in Russian).
- [6] Golovachev I.V. Caves of the North Caspian region // Complex use and protection of underground spaces: Intern. scientific-practical conference devoted to the 100th anniversary of scientific and tourist-excursion activity in the Kungur Ice Cave and the 100th anniversary of birth of V. S. Lukin, Perm, 2014. P. 14-25 (in Russian).
- [7] Golovachev I.V. Cave Kenenbay // «Motherland with a rich history». Materials of the international scientific-practical conference devoted to the 215th anniversary of the establishment of Bokey Ordasy: The 175th anniversary of the opening of the Zhangir Khan school. Uralsk, 2016. P. 65-71 (in Russian).
- [8] Auerbach I.B. The Mount Bogdo. Studies made at the request of the Imperial Russian Geographical Society in 1854. St. Petersburg, 1871. P. 67-68 (in Russian).
- [9] Rall Yu.M. Ancient steppe "Bish-chokho" in the Volga-Ural sands // Nature. 1935. N 4. P. 55-60 (in Russian).
- [10] Akhmedenov K.M. Caves and surface karst forms of Western Kazakhstan // 2015 Ivanov Scientific Conference: Proceedings of the Regional Scientific and practical conference. Uralsk: M. Utemisova WKSU Publishing center, 2015. P. 14-21 (in Russian).
- [11] Akhmedenov K.M., Ramazanov S.K., Kinderbayeva D.A. Landscapes of West Kazakhstan: essays on natural heritage sites. M.: «Pero» Publishing House, 2015. 250 p. (in Russian).
- [12] Akhmedenov K.M., Zhumagaliyeva Zh.N. The caves on the Besshoki raising // Issues of Geography and Geocology. 2017. N 1. P. 23-33 (in Russian).
- [13] Dublyansky V.N., Ilyukhin V.V. Underground traveling. M.: FiS, 1981. 107 p. (in Russian).
- [14] Bersenyov Yu.I. Karst of the Far East. M.: Science, 1989. 79 p. (in Russian).
- [15] Ostrovskikh S.V., Pestov M.V. Shaposhnikov A.V. On a question of Caspian Racer the *Hierophis caspius* (Gmelin, 1789) distribution in between of Volga and Ural Rivers // Herpetological Researches in Kazakhstan and adjacent countries. Collection of scientific papers. Almaty, 2010. P. 252-254 (in Russian).

**К. М. Ахмеденов**

Г.ғ.к., қауымдастырылған профессор, ғылым және халықаралық байланыстар жөніндегі проректор  
(Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал, Қазақстан)

### **БЕСШОҚЫ ҚЫРАТЫНДАҒЫ КАРСТ ЖӘНЕ ҮНГІРЛЕР БОЙЫНША ЖАҢА МӘЛІМЕТТЕР**

**Аннотация.** Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық техникалық университетінің кешенді ғылыми-зерттеу экспедициялар шеңберінде Бесшоқы қыратында жүргізілген карстологиялық және спелеологиялық зерттеулер нәтижелері келтірілген. Жұмыста зерттелген Кененбай, Қарылғаш үңгірлерінің және Ойық карсттық құдығының морфометрикалық көрсеткіштері келтірілген. Зерттелген үңгірлердің шөгінділері сырттан келген эолдық құмдар және ірікесекті гипстік қалдықтар басым болуымен ерекшеленеді. Ең қызықты үңгірлік шөгінділер ішінде маусымдық құрылымдар – Қарылғаш үңгіріндегі грунттық шөгінділер белгіленген. Мақалада меншікті далалық зерттеулер негізінде Бесшоқы қыратында орналасқан екі карст үңгірлерінің микроклиматының, радиациялық жағдайының мінездемесі мен атмосфералық ауанын жағдайы келтірілген. Қазақстан Республикасы Атырау облысының Бесшоқы қыратының алқабы ерекше қорғалатын табиғи аймақ ұйымдастыруға ұсынылады.

**Түйін сөздер:** жер бедерінің карсттық пішіндері, тұзды күмбездері, Бесшоқы, табиғи үңгірлер, құламалы құдықтар, микроклимат, ауаны талдау, ерекше қорғалатын табиғи аймақтар.

**K. M. Akhmedenov**

Candidate of geographical sciences, associate professor, Vice-Rector for science and international relations  
(West Kazakhstan agrarian technical university named after Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan)

### **NEW DATA ABOUT BESSHOKI RAISING KARSTS AND CAVES**

**Abstract.** The results of karstological and speleological studies carried out on the Besshoki raising during the complex scientific research expeditions of the West Kazakhstan agrarian technical university named after Zhangir khan are presented. Morphometric indices of the found caves Kenenbay, Karlygash and a karst well Oyik are given in the work. For the sediments of the investigated caves, the prevalence of introduced eolian sands and the abundance of coarse clastic gypsum material is typical. Of the most interesting cave deposits, there are seasonal formations - soil molds in the cave Karlygash. In the article, the characteristics of the microclimate, the radiation background and the state of atmospheric air of two karst caves located on the Besshoki raising are given on the basis of their own field observations. The area of the Besshoki raising of the Atyrau region of the Republic of Kazakhstan is recommended for the creation of a specially protected natural area.

**Key words:** karst of relief, salt domes, Besshoki, natural caves, failure wells, microclimate, air analysis, specially protected natural areas.

А. С. Сафаров<sup>1</sup>, Дж. Я. Касумов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>К.г.н., ведущий научный сотрудник

(Институт географии им. академика Г. А. Алиева НАНА, Баку, Азербайджан)

<sup>2</sup>Младший научный сотрудник (Институт географии им. академика Г. А. Алиева НАНА, Баку, Азербайджан)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ГРЯЗЕВУЛКАНИЗМ ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕКУРИНСКОЙ ВПАДИНЫ)

**Аннотация.** Исследуемая территория расположена на юго-востоке Азербайджана. На севере она граничит с Гобустаном (известен во всем мире своими наскальными рисунками), на юге – с северным крылом Буроварского антиклинория Талыша, на юго-западе – с Араксинской межгорной поперечной впадиной, на востоке продолжается под водами Каспийского моря, сливаясь с Южно-Каспийской впадиной. Анализируются грязевые вулканы и их влияние на экологическую среду этой территории средствами ГИС-технологии и анализа космических снимков.

**Ключевые слова:** брекчия, ГИС, грифон, грязевой вулкан, жидкая фаза, сальза, твердая фаза.

**Введение.** Первые упоминания о грязевых вулканах принадлежат Гомеру ("Одиссея"), Страбону ("География"), Плинию старшему ("Естественная история").

Грязевые вулканы Абшеронского полуострова и Каспийского моря описаны известными путешественниками: Абду-л-Хасан аль-Масуди (X в.), Абу Хамид ал-Гарнатч (1080–1170), Шамс ад-Дин Димашки (1256–1324) и др.

Рельеф Нижнекуринской впадины относительно скуден наличием разнообразия форм, но значителен развитыми на ней грязевыми вулканами с их грифонами, сальзами, сопками, чем не могут похвастаться многие страны, и что придает ему своего рода уникальность.

Вначале пройдемся по ряду разрабатываемых и разработанных вопросов грязевулканизма (генезис, связь с газонефтеносными проявлениями, периодичность извержения, продукты деятельности и др.), у истоков которых стояли такие исследователи, как Г. В. Абих (1939), И. М. Губкин (1934), С. А. Ковалевский (1947), П. П. Абдусин (1948) и далее наши соотечественники: А. А. Якубов (1948), А. А. Якубов, А. А. Ализаде, М. М. Зейналов (1971), Ф. Г. Дадашев (1963), М. М. Зейналов (1960), Ад. Алиев, З. А. Буният-заде (1969), Ад. Алиев (1999), Ф. Г. Дадашев (1963), М. М. Зейналов (1960), Рахманов (1987) и др. Затем более подробно остановимся на экологической стороне. Мы попытаемся осветить те соответствующие признаки грязевулканической деятельности, которые как положительно, так и отрицательно влияют на экологические условия окружающих грязевые вулканы и грязепроявления территорий.

Основопологающим понятием генезиса грязевого вулканизма большинство исследователей этого явления считают высказанную академиком И. М. Губкиным в 30-х годах XX века мысль: «Диapiroвая структура, нефтяное месторождение и грязевой вулкан – это триединая сущность единого целостного процесса геологического развития области погружения и опускания Кавказского хребта». Как говорится, понятливей не скажешь.

**Объект исследования и методика.** Согласно схеме геоморфологического районирования территории Азербайджанской Республики исследуемая территория охватывает Ленгезиско-Алятский и Хараминский геоморфологические районы, входящие в Юго-Восточный Ширванский и Джейранчель-Аджиноурский предгорные подобласти (рисунок 1).

Первичными источниками при исследовании явились "Атлас грязевых вулканов мира" [7], топографические карты масштабa 1:100 000, космические снимки Landsat-8 OLI, Google.

**Содержание работы.** На исследуемой территории насчитывается 33 грязевых вулкана, расположенных или на вершинах, или на склонах антиклинальных возвышенностей. Ниже мы охарактеризуем наиболее значительные из них.

На территории наблюдается закономерное пространственное расположение грязевулканических нефтепроявлений, в соответствии с чем объекты с диатомовыми комплексами в нефтях

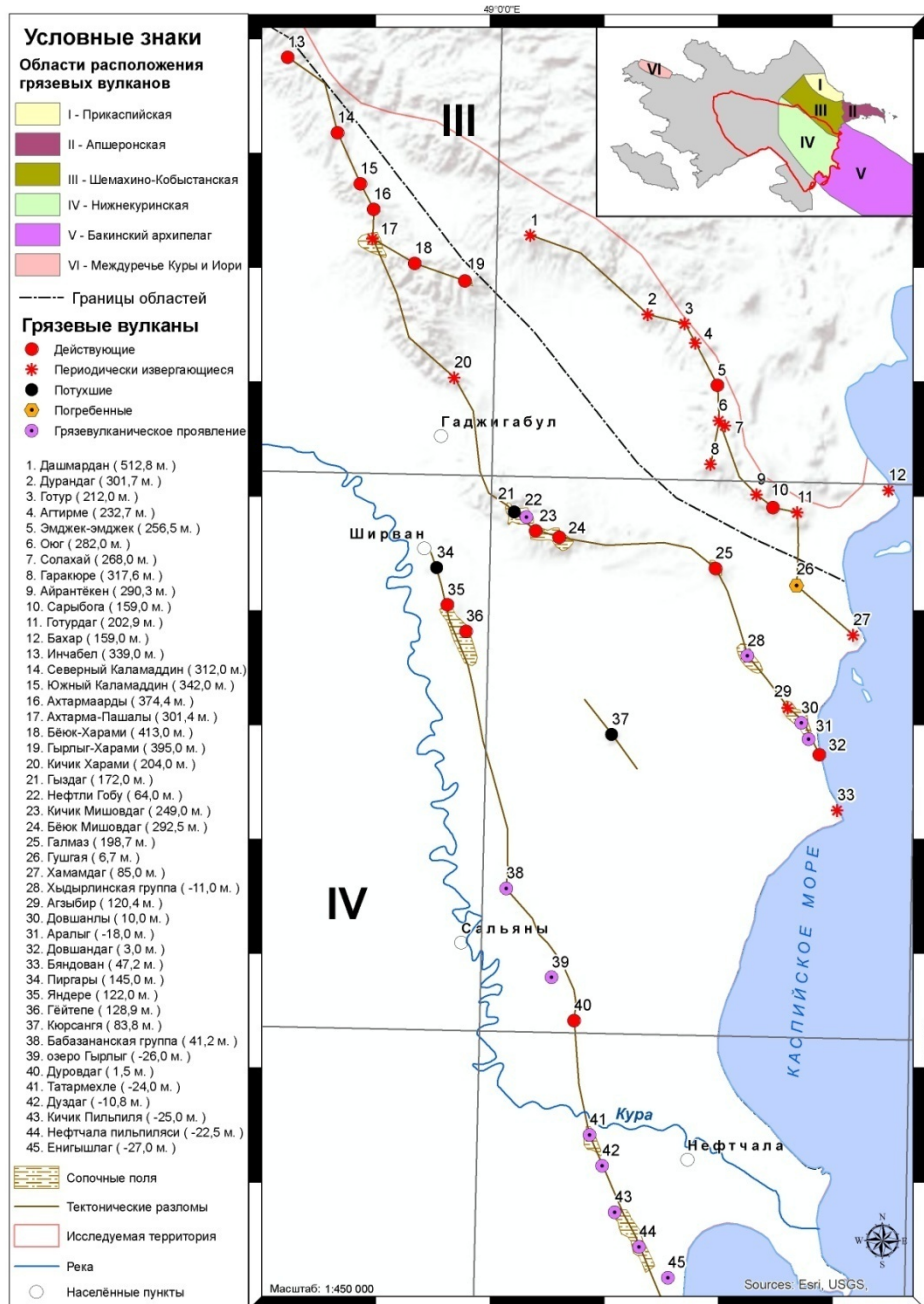


Рисунок 1 – Карта грязевых вулканов Нижнекуринской впадины и окружающих территорий

обособляются в зоне сопряжения Нижнекуринского и Шамаха-Гобустанского прогибов. Исследования показывают, что питающий грязевые вулканы нефтяной очаг находится в основном в диатомовом комплексе этой территории.

Сопоставление изотопных исследований газов грязевых вулканов и нефтегазовых месторождений показало, что изотопы гелия в газах составляют  $2,8-30,0 \cdot 10^{-8}$ , что находится в соответствии с газами нефтегазовых месторождений. Изотопный состав углеводородов метана колеблется от 61 до 36%.

Мезозойский и палеоген-миоценовый комплекс Нижнекуринской депрессии перекрыт мощными (до 6 км) плиоцен-четвертичными отложениями. Малое число естественных нефтегазопоявлений и наличие значительных нефтегазовых скоплений в резервуарах плиоцен-четвертичного комплекса свидетельствуют о хорошей сохранности углеводородов и низкой дегазации отложений.



Изотопный состав водорода и кислорода вод грязевых вулканов отличается от пластовых вод нефтегазовых месторождений. Воды грязевых вулканов представлены 4 генетическими типами: гидрокарбонатно-натриевые, хлоридно-кальциевые, хлормагниевые и сульфатно-натриевые. Так, на грязевом вулкане Хамамдаг имеются все 4 типа вод. Наиболее минерализованные и метаморфизированные воды характерны для вулканов исследуемой территории.

При каждом крупном извержении грязевых вулканов выносятся огромное количество (иногда до и более 1 млн м<sup>3</sup>) грязевулканической брекчии. Она, изливаясь, занимает большие площади. В одних случаях брекчия жидкая, в других – вязкая с включениями твердых пород, которые представлены мелкообломочными (пески, песчаники, алевролиты), карбонатными (известняки, доломиты, сидериты) породами с редкими включениями глин, мергелей, гравелитов, конгломератов, туфов, туфопесчаников, туфоалевролитов, туффитов, как, например, на грязевом вулкане Калмас.

Обогащенная минеральными солями, органическими соединениями, микроэлементами сопочная брекчия благотворно влияет на человеческий организм, что было известно довольно давно. Вулканические грязи нефтегазоносной территории, формируясь на глубине, постоянно изливаются на поверхность земли, характеризуясь экологической чистотой, содержа в себе такие лечебные полезные ингредиенты, как йод, бор, бром, марганец, литий, ванадий, медь, железо и др. Органические вещества представлены битумом, смолами, асфальтенами, гумидными кислотами. Сопочная грязь также богата наличием бактерицидных веществ, используемых в лечебных целях. Все это отличает эти грязи от наземных лечебных грязей – иловых, торфяных, сапропелевых.

Высокие бальнеологические свойства вулканических грязей успешно используются при лечении болезней опорно-двигательного аппарата, суставов, позвоночника, периферической нервной системы, кожи, желудочно-кишечного тракта, сахарного диабета, при атеросклерозе, в гинекологии, урологии и косметологии, что практикуется более чем в 15 медицинских учреждениях Азербайджана.

Следует отметить, что в республике разработан новый метод, названный «сухим» грязелечением, осуществляемый трансдермальным воздействием наночастиц грязи на кожные рецепторы и центральную нервную систему.

**Краткая характеристика грязевых вулканов Нижнекуруинской впадины (рисунок 2).** Грязевой вулкан Хамамдаг расположен на берегу Каспийского моря. Относительная высота его достигает 85 м. Имеет чашеобразный кратер размером 400х250 м. Покров брекчии равен 2,69 км<sup>2</sup>, мощность составляет от 30 до 100 м. Имеет 38 сопков и грифонов, из них 34 активные, 2 в покое. Извергался в 1938, 1947, 1967, 1984 и 1996 годах.

Грязевой вулкан Ахтарма-Пашалы расположен в 17 км от г. Гаджигабула и в 90 км от г. Баку. Платообразная возвышенность достигает 300 м относительной высоты. Покров брекчии до 15,3 км<sup>2</sup> мощностью от 100 до 600 м. Имеет три группы сопков и грифонов. Извергался в 1948, 1962, 1969, 1982, 1986 и 2013 годах.

Грязевой вулкан Ахтармаарды расположен в 22 км от озера Гджигабул и в 3,5 км северо-восточнее предыдущего вулкана. Относительная высота вулкана составляет 150 м. Покров брекчии достигает 12,7 км<sup>2</sup>. Извергался в 1990 г.

Грязевой вулкан Бююк (Большой) Мишовдаг расположен в 9,5 км от ж.-д. станции. Абсолютная высота 297,4 м. Относительная высота 70 м. Покров брекчии составляет 18 км<sup>2</sup>. Мощность покрова вместе с покровом Малого Мишовдага колеблется от 30 до 150 м. Имеет несколько грифонов и сальз, слабо выделяющих газ с запахом сероводорода.

Грязевой вулкан Калмас находится в 15 км от ж.-д. ст. Алят. Относительная высота его 175 м. Покров брекчии составляет 5,04 км<sup>2</sup>, мощность 45–350 м. Имеет 2 грифона и озеро на кальдере.

Грязевой вулкан Агзыбир расположен в 13 км юго-западнее ст. Алят–Пристань. Относительная высота достигает 135 м. Покров брекчии составляет 2,97 км<sup>2</sup>. Мощность покрова 80 м. Здесь имеются 20 сопков и грифонов. Извергался в 1964, 1978, 2002 годах.

Грязевой вулкан Бяндован находится в 80 км юго-западнее г.Баку, на берегу Каспийского моря. Относительная высота равна 67 м. Покров брекчии составляет 1,19 км<sup>2</sup>, мощность – 35 м. Имеет 65 действующих сопков, грифонов и сальз. Извергался в 1932 и 1989 годах.

Грязевой вулкан Пиргары (потухший) расположен в 1 км от города Ширван. Относительная высота 6,41 км<sup>2</sup>. Средняя мощность достигает 50 м.

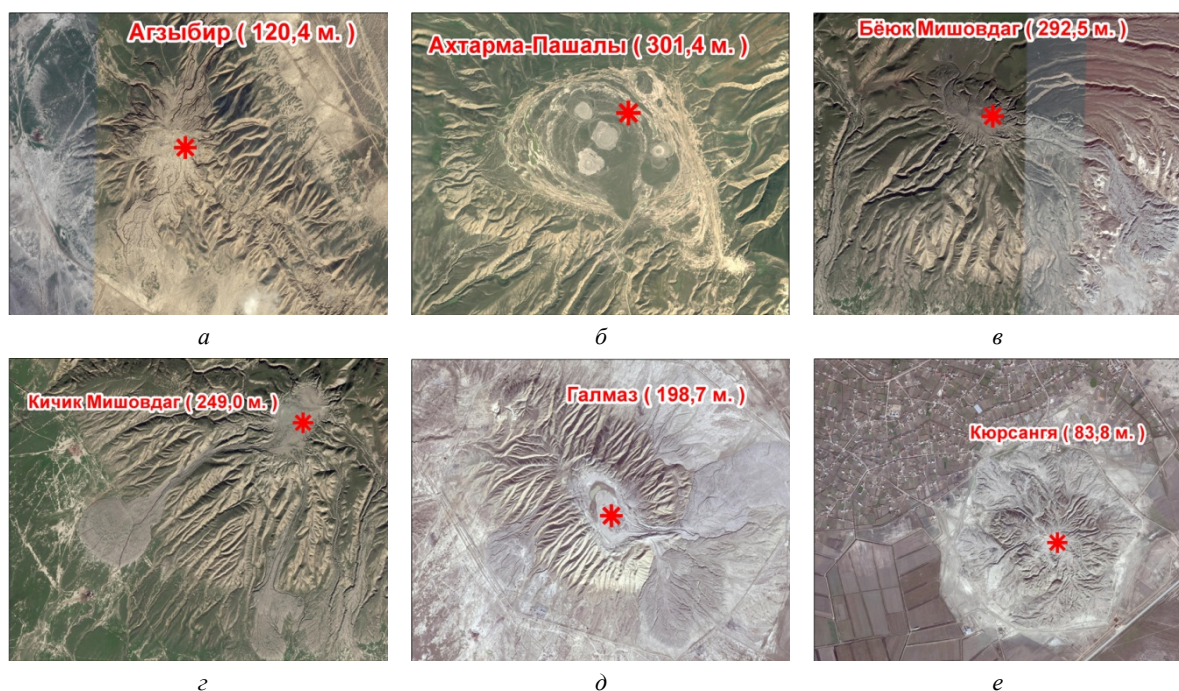


Рисунок 2 – Грязевые вулканы на космическом снимке Google:  
 а – Агзыбир; б – Ахтарма-Пашалы; в – Бёюк Мишовдаг; г – Кичик Мишовдаг; д – Галмаз; е – Кюрсангя

Грязевой вулкан Кюрсангя представляет собой крупный потухший вулкан с относительной высотой 104 м, резко выделяющийся на фоне Сальянской равнины. Расположен в 32 км юго-западнее ж.-д. ст. Алят. Покров брекчии составляет 2,91 км<sup>2</sup>. Последний раз извергался в 1965 году [7].

Все грязевулканические структуры Нижнекуринской впадины промышленно нефтегазоносны. Площади развития грязевых вулканов Каламадын, Мишовдаг, Калмас, Кюрсанги, Кюровдаг и Нефтчала Пильпилясы давно находятся в разработке. Нефтегазоносными являются продуктивная толща (балаханский век), а также акчагыл-апшеронские отложения. Перспективны эоценовые отложения.

Нефтегазопроявления при бурении были получены на площадях Бяндован, Дуздаг, Хиллы и др.

Все территории развития грязевулканизма экологически как благоприятны, так и неблагоприятны. В этом отношении они не отличаются от других процессов, структур, форм и т.д., ибо все в этом мире самопротиворечиво. Например, грязевулканизм своей деятельностью отрицательно влияет на сельское хозяйство, что отчетливо наблюдается на территории Юго-Восточной Ширвани, где он привел в непригодность значительные площади зимних пастбищ. На сильно засоленных продуктах лавы, при аридном климате, травянистая растительность очень долго не произрастает. Во время весеннего и осеннего сезонов выпадающие в незначительном количестве дожди вымывают соли из продуктов лавы, которые выносятся на окружающие территории, засоляя их.

На интенсивно расчлененных склонах грязевых вулканов в основном произрастают полынь, шведка и другие ксерофиты. Здесь растительный покров слабо развит, а на кратерах он отсутствует.

В 2003 г. на исследуемой территории был создан Ширванский национальный парк с целью охраны занесенных в «Красную книгу» джейранов, которых в настоящее время насчитывается около пяти тысячи голов. Парк занимает территорию в 54 373,5 га. Расположенный в юго-восточной части его заповедник охватывает территорию в 25 761 га. Естественно, что здесь грязевых вулканов нет, за исключением Бяндована и Дуровдага.

Как известно, активная деятельность грязевых вулканов контролируется новейшими и современными тектоническими движениями, примером чего является синхронное понижения уровня Каспийского моря и произошедшие на Юго-Восточном Кавказе катастрофические землетрясения, что еще раз свидетельствует о наличии связи между этими событиями. Извержения грязевых вулканов, имевшие место в 1857–1870 годах, совпали с произошедшими в 1856, 1859, 1869 и

1872 года на Нижнекуринской впадине катастрофическими землетрясениями. Разрушительное землетрясение в 1902 году также совпало по времени с извержениями грязевых вулканов.

Активная деятельность грязевых вулканов (Калмас, Кюрсанги, Хамамдаг, Хыдырлы Боздаг, Бяндован, Дуровдаг и др.) в северо-восточной части Нижнекуринской впадины (Ленгезбизский, Каламадынский, Большой и Малый Хараминские хребты, Алятская, Большая и Малая Мишовдагские, Бабазананская, Кюровдагская гряды и др.) сыграла и играет значительную роль в формировании основного фона рельефа и вообще экогеоморфологических условий на этих территориях. Высокая степень минерализации и неустойчивость к физико-химическим процессам грязевулканической брекчии обусловили развитие на покрытых ею территориях линейной эрозии, интенсивной денудации, солончакования и плоскостного смыва. На склонах грязевых вулканов широко развиты густая овражная сеть, глинистый карст, образуя в совокупности рельеф типа бедленд.

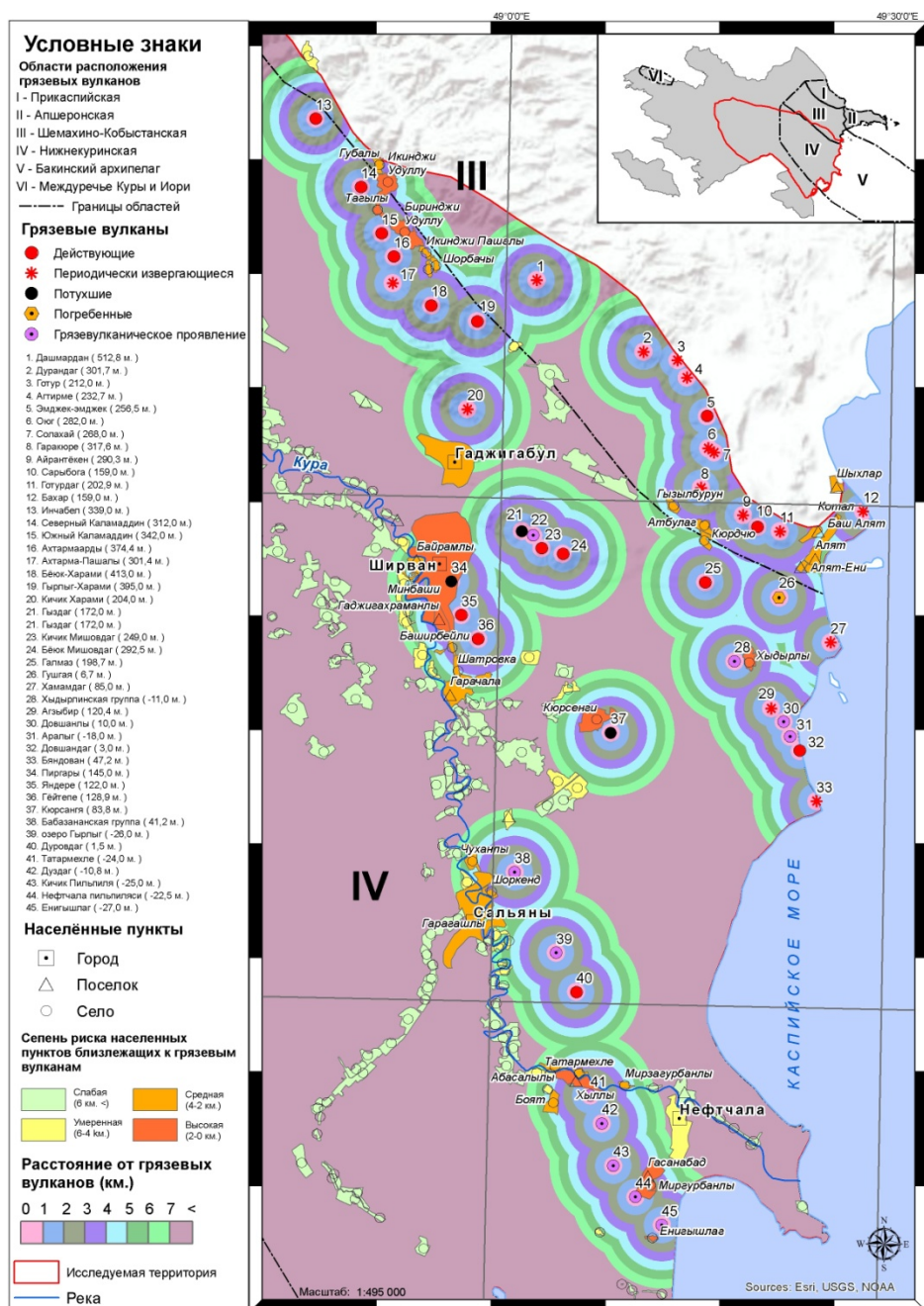


Рисунок 3 – Карта рисков для близлежащих к грязевым вулканам населенных пунктов Нижнекуринской впадины и окружающих территорий

Активные извержения грязевых вулканов создают экогеоморфологическую опасность, особенно для различных построек вблизи их. Во время исследования была предпринята попытка оценить степень риска деятельности грязевулканизма на Нижнекуринской впадине. С этой целью при помощи ArcGIS 10.2 программы было проанализировано расстояние между грязевыми вулканами и населенными пунктами (рисунок 3). Степень риска при прямом или косвенном влиянии деятельности грязевулканизма на близлежащие населенные пункты оценивается по шкале 8 баллов, что позволило нам выделить на этой основе четыре такие степени: слабая (1–2 балла), умеренная (3–4 балла), средняя (5–6 баллов) и высокая (7–8 баллов). Слабая степень риска возникает при расположении населенных пунктов от грязевых вулканов на расстоянии 6 км, умеренная – 4 км, средняя больше – 2 км и высокая – до 2 км (см. таблицу).

Степень риска близлежащих к грязевым вулканам населенных пунктов

Расстояние от грязевых вулканов, км	Степень риска	Число населенных пунктов				Численность населения (2009 г.)
		город	поселок	село	общее	
6 <	Общая (1–2 бала)	0	5	115	120	181 434
6–4	Умеренная (3–4 бала)	1	1	22	24	43 502
4–2	Средняя (5–6 баллов)	2	7	17	26	103 411
2–0	Высокая (7–8 баллов)	1	3	7	11	99 298
Сумма		4	16	161	181	427 645

ГИС-анализ показал, что 19 населенных пунктов (2 города, 7 поселков, 10 селений) общей численностью населения свыше 150 тыс. в связи с близким расположением к активным и периодически извергающимся грязевым вулканам наиболее подвержены риску.

На участках нефтепромысловых зон (Кюрсангя и др.) и участков карьеров (вблизи Мишовдага) распространены процессы плоскостной и линейной эрозии, гравитационные (в основном опасные) просадки, заболачивания и др.

Грязевулканические проявления сопровождаются грязеводовыделениями с пленками нефти и обильным выделением нефти. Радиационный фон на этих загрязненных территориях повышен.

Все приведенное не благоприятствует созданию на территориях развития грязевулканизма удовлетворительных экологических условий. Однако грязевулканические грязи используются при лечении множества заболеваний. Особо следует отметить новый метод лечения – «сухое» грязелечение, который впервые был разработан у нас в республике. Это является одним из экологических плюсов. Второй экологический плюс, как ни странно, относится к добыче нефти на разрабатываемых площадях ряда грязевых вулканов. Нефть является одним из самых значительных богатств на земном шаре. Обилие нефти создает благоприятные условия жизни для человека. Материальный достаток и здоровье – самые необходимые насущности человека, чему и могут поспособствовать отмеченные экологические плюсы.

Отдельно хочется коснуться эстетической стороны грязевулканизма. Если следовать критериям оценки эстетики рельефа (Рельеф среды жизни человека, 2002), то грязевые вулканы, сальзы, грифоны, сопки отвечают следующим требованиям: уникальность внешнего вида; обозреваемость (виден издали или только с определенной точки); стабильность или подвижность; изобразительность (фотогеничность); визуальный эффект (впечатление); эмоциональное восприятие; этносоциальная значимость объекта (мировая достопримечательность).

**Заключение.** Таким образом, отметим следующее:

1. Генезис грязевых вулканов никакой связи с генезисом магматических вулканов не имеет.
2. Грязевые вулканы, как правило, расположены на сводах или крыльях антиклинальных поднятий.
3. Грязевая деятельность берет начало с олигоцена, проявляясь в среднем и позднем миоцене, продолжаясь по настоящее время.
4. Продуктами извержения грязевых вулканов являются в основном осадочные породы.
5. Присутствие грязевых вулканов – прямой признак наличия залежей нефти и газа в благоприятных структурах.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абдусин П.П. Грязевые вулканы Крымско-Кавказской геологической провинции. Петрограф. исследования. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 192 с.
- [2] Абих Г.В. О появившемся на Каспийском море острове и материалы к познанию вулканов Каспийской области // Труды Института геологии. – Баку: Издательство АзФан ССР, 1939. – Т. 12. – С. 21-22.
- [3] Алиев Ад.А. Грязевые вулканы как источник информации о нефтегазоносности больших глубин // Труды Института геологии Академии наук Азербайджана. – Баку, 1999. – № 27. – С. 50-63.
- [4] Алиев Ад.А., Буният-заде З.А. Грязевые вулканы прикуринской нефтегазоносной области. – Баку: Элм, 1969. – 142 с.
- [5] Алиев Ад.А., Гулиев И.С., Рахманов Р.Р. Количественная оценка грязевулканических процессов в Азербайджане // Известия НАН Азербайджана. Науки о Земле. – Баку, 2008. – № 2. – С. 17-28.
- [6] Алиев Ад.А., Гулиев И.С., Рахманов Р.Р. Каталог извержений грязевых вулканов Азербайджана (1810–2007 гг.). – Баку: Нафта-Пресс, 2009. – 110 с.
- [7] Атлас грязевых вулканов мира. – Баку: Нафта-Пресс, 2015. – 322 с.
- [8] Губкин И.М. Тектоника юго-восточной части Кавказа в связи с нефтегазоносностью этой области. – М.; Л.: Горгенфтеиздат, 1934. – 52 с.
- [9] Дадашев Ф.Г. Углеводородные газы грязевых вулканов Азербайджана. – Баку: Азернешр, 1963. – 66 с.
- [10] Зейналов М.М. Грязевые вулканы Южного Кобыстана и их связь с газонефтяными месторождениями. – Баку: Азернешр, 1960. – 144 с.
- [11] Ковалевский С.А. Грязевые вулканы Южного Прикаспия (Азербайджан и Туркмения). – Баку: Азгоспотехиздат, 1940. – 132 с.
- [12] Рахманов Р.Р. Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании газонефтеносности недр. – М.: Наука, 1987. – 174 с.
- [13] Ширинов Н.Ш. Новейшая тектоника и развитие рельефа Куро-Араксинской депрессии. – Баку: Элм, 1975. – 188 с.

## REFERENCES

- [1] Abdusin P.P. Mud volcanoes of the Crimean-Caucasian geological province. The Petrograph. Research. M.; L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1948. 192 p. (in Russian).
- [2] Abikh G.V. About the island appeared on the Caspian Sea and materials for the knowledge of the volcanoes of the Caspian region // Proceedings of the Institute of Geology. Baku: Publishing House of AzFan SSR, 1939. Vol. 12. P. 21-22 (in Russian).
- [3] Aliyev Ad.A. Mud volcanoes as a source of information on the oil and gas potential of large depths // Proceedings of the Institute of Geology of the Academy of Sciences of Azerbaijan. Baku, 1999. N 27. P. 50-63 (in Russian).
- [4] Aliyev A.A., Bunyat-Zade A.A. Mud volcanoes of the Kura oil and gas region. Baku: Elm, 1969. 142 p. (in Russian).
- [5] Aliev Ad.A., Guliyev I.S., Rakhmanov R.R. Catalog of eruptions of mud volcanoes of Azerbaijan (1810–2007). Baku: Nafta-Press, 2009. 110 p. (in Russian).
- [6] Aliev Ad.A., Guliyev I.S., Rakhmanov R.R. Quantitative assessment of mud volcanic processes in Azerbaijan // Proceedings NAS of Azerbaijan, Earth Sciences. Baku, 2008. N 2. P. 17-28 (in Russian).
- [7] Atlas of the world mud volcanoes. Baku: Nafta-Press, 2015. 322 p. (in Russian).
- [8] Gubkin I.M. Tectonics of the southeastern part of the Caucasus in connection with the oil and gas potential of this region. M.; L.: Gorgeneftizdat, 1934. 52 p. (in Russian).
- [9] Dadashev F.G. Hydrocarbon gases of mud volcanoes in Azerbaijan. Baku: Azerneshr, 1963. 66 p. (in Russian).
- [10] Zeynalov M.M. Mud volcanoes of Southern Kobystan and their relationship with oil and gas fields. Baku: Azerneshr, 1960. 144 p. (in Russian).
- [11] Kovalevsky S.A. Mud volcanoes of the Southern Caspian (Azerbaijan and Turkmenistan). Baku: Azgospotekhizdat, 1940. 132 p. (in Russian).
- [12] Rahmanov R.R. Mud volcanoes and their significance in forecasting the gas-and-gas-bearing nature of the subsoil. M.: Nauka, 1987. 174 p. (in Russian).
- [13] Shirinov N.Sh. The newest tectonics and the development of the relief of the Kuro-Araz depression. Baku: Elm, 1975. 188 p. (in Russian).

**А. С. Сафаров<sup>1</sup>, Дж. Я. Касумов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Г.ғ.к., жетекші ғылыми қызметкер

(академик Г. А. Алиев атындағы ӘҰҒА География институты, Баку, Әзірбайжан)

<sup>2</sup> Кіші ғылыми қызметкер

(академик Г. А. Алиев атындағы ӘҰҒА География институты, Баку, Әзірбайжан)

**ӘЗЕРБАЙЖАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУМАҚТАРЫНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ  
ЛАЙ БАЛШЫҚТЫ ЖАНАРТАУЛАР  
(МЫСАЛЫНДА ТӨМЕНГІ КУРИНСК ОЙПАТЫ)**

**Аннотация.** Зерттелген аумақ Әзербайжанның оңтүстік-шығысында орналасқан. Солтүстігінде бұл Гобустанмен шектелген (дүниежүзіне жартасқа салынған суретімен танымал), оңтүстігінде – солтүстік қанатында Талыштың Буроварский антиклинориясы, оңтүстік-батысында Араксинский тауаралық көлденең ойпаты, шығысында Оңтүстік-Каспий ойпатымен біріге Каспий теңізі жерасты суымен жаласуда. Мақалада ГАЖ технологияларының құралдарымен осы аймақтарға лай балшықты жанартаулардың экологиялық ортаға оның әсерін және ғарыштық түсірілімдерді талдайды.

**Түйін сөздер:** брекчия, ГАЖ, грифон, лай балшықты жанартаулар, сұйықфаза, сальза, қатты фаза.

**A. S. Safarov<sup>1</sup>, J. Ya. Kasumov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ph.D., leading researcher

(Institute of Geography named after academician G. A. Aliyev of ANAS, Baku, Azerbaijan)

<sup>2</sup>Associate researcher

(Institute of Geography named after academician G. A. Aliyev of ANAS, Baku, Azerbaijan)

**ENVIRONMENTAL MUD VULCANISM OF THE AZERBAIJAN REPUBLIC  
(ON THE EXAMPLE OF THE LOWER KURA DEPRESSION)**

**Abstract.** The investigated territory is located in the south-east of Azerbaijan. In the north, it borders on Gobustan (known worldwide for its rock paintings), in the south-with the northern wing of the Burovar anticlinorium of Talysh, in the south-west with the Araz intermountain transverse basin, in the east it extends under the waters of the Caspian Sea, merging with the South Caspian basin. The article analyzes mud volcanoes and their impact on the ecological environment of this territory using GIS technology and analysis of satellite images.

**Key words:** breccia, GIS, griffin, mud volcano, liquid phase, salsa, solid phase.

УДК 332.1(476.5):631.1(476)

**И. В. Пилецкий**

К. техн. наук, доцент Витебской ордена «Знак Почета» государственной академии ветеринарной медицины (Витебск, Белоруссия)

## **АНТРОПОГЕННЫЙ ФАКТОР В ФОРМИРОВАНИИ КУЛЬТУРНЫХ ЛАНДШАФТОВ РЕГИОНА (на примере Белорусского Поозерья)**

**Аннотация.** Использование геоэкологического и историко-географического подходов к анализу особенностей заселения, хозяйственного освоения, закономерностей формирования и изменения структуры ландшафтов сельских территорий Белорусского Поозерья позволило установить, что современное состояние сложившихся ландшафтов является следствием результирующего воздействия природных факторов, земельных отношений, складывавшихся в государстве, численности трудоспособного населения территории. Для региона в историческое время выделено пять этапов трансформации природных ландшафтов, причем каждому из них соответствует свой аспект местности, выступающий носителем специфических взаимоотношений общества и природы в определенных социально-экономических условиях.

**Ключевые слова:** ландшафты, землеустройство, сельские территории, численность населения, общественное разделение труда, этап, форма хозяйствования.

**Введение.** В современных условиях существенному преобразованию подвергается вся структура землепользования, что неизбежно ведет к нарушению ландшафтных связей и к формированию культурных ландшафтов [10, 17, 24]. Поэтому проблема землеустройства и управления формированием культурных ландшафтов на современном этапе является весьма актуальной. Только в Белорусском Поозерье площадь измененных человеком ландшафтов составляет 1743 тыс. га, или 43% земельного фонда региона [14].

Замедленную саморегуляцию культурных ландшафтов, а в ряде случаев почти полное приостановление их восстановительных функций из-за нарушения естественных связей, попадания на дневную поверхность загрязняющих химических соединений можно преодолеть путем управления процессом формирования культурных ландшафтов [19, 28]. Познание специфики региональных структур культурных ландшафтов, общих закономерностей их функционирования, роли природных и технологических факторов в их становлении, а также выявление сущности пространственно-временной динамики и обоснование зон опосредованного влияния культурных ландшафтов на соседние территории являются базой для:

формирования новых подходов к созданию теоретических основ взаимодействия общества и природы;

конструирования геотехнических систем с заданными свойствами;

прогнозирования взаимосвязей самовосстановительного потенциала природы в условиях сильнейшего антропогенного пресса;

сбалансированного регулирования процессов использования и воспроизводства природных ресурсов.

Особую актуальность комплексные исследования приобретают в густонаселенных районах, где рост площади культурных ландшафтов настолько сильно обострил проблемы природопользования, что дальнейшее развитие производительных сил уже не может продолжаться без учета ландшафтно-экологических последствий [5, 26].

Возникающие в настоящий период в процессе активной деятельности человека культурные ландшафты значительно отличаются от исходных комплексов морфологическими параметрами, структурой, составом биоценозов, характером круговорота веществ, биологической продуктивностью и хозяйственной производительностью. Нарушение ландшафтных связей при участии человека даже на небольшом участке влечет за собой изменение сложившегося веками природного динамического равновесия и на прилегающих территориях [10, 15]. Удовлетворение постоянно возрастающих потребностей человека неизбежно ведет к возрастанию антропогенного влияния на сложившиеся в каждом регионе ландшафты [6].

Проводимые до сих пор исследования посвящены в основном анализу причин изменения ландшафтов во временном разрезе, классификации ландшафтов по различным признакам и в меньшей мере установлению закономерностей их исторического развития для конкретных условий [27, 12, 30, 31]. Поэтому целью работы стало исследование роли антропогенного фактора в формировании культурных ландшафтов сельской территории Белорусского Поозерья, установление закономерностей их развития, что позволит более эффективно управлять социально-экономическим развитием региона. Исходя из сказанного исследованные в работе вопросы формирования культурных ландшафтов, комплексного социально-экономического развития и землеустройства сельских территорий в системе управления земельными ресурсами региона имеют большую актуальность и важность для устойчивого развития Республики Беларусь.

**Материалы и методы исследования.** Теоретическим и методологическим обеспечением работы послужили труды отечественных и зарубежных ученых: географов, землеустроителей, экономистов, градостроителей, демографов по проблемам формирования культурных ландшафтов, социально-экономического развития сельских территорий, формирования систем расселения, землепользования и землеустройства. Задействован обширный статистический материал Национального статистического комитета Республики Беларусь и органов государственной статистики Витебской и Минской областей по учету недвижимости, состоянию и использованию земель, развитию сельского хозяйства, демографии, населению, социальной и экономической сферам села. Ретроспективный анализ в исследованиях проведен исходя из положения, что человек и природа находятся в единстве. В качестве способа, устанавливающего связи взаимодействия человека и природной среды, использован системный подход к анализу влияния комплекса взаимосвязанных и взаимозависимых факторов, определяющих формирование и функционирование культурных ландшафтов.

**Результаты и их обсуждение.** В Белорусском Поозерье, как и в Республике Беларусь, на современном этапе определяющее значение в формировании культурных ландшафтов имеют преобразования, связанные с сельскохозяйственным производством и землеустройством. Практика проектирования землеустройства и осуществления проектов землепользования свидетельствует о недостаточной разработанности вопросов управления формированием культурных ландшафтов в целом, в том числе и для отдельных регионов с учетом специфики природно-климатических и других условий. Это подтверждается негативными явлениями в использовании земли, например исключением из сельскохозяйственного оборота больших пахотных и кормовых площадей. И как следствие – существенный рост производственной и других нагрузок на используемые земли, что часто становится причиной их деградации.

Разрешение указанных вопросов возможно только путем проведения землеустроительных работ. Главными из них являются формирование культурных ландшафтов, организация рационального использования и охраны земель в системе комплексного развития сельских территорий, управление земельными ресурсами на местном и региональном уровнях. Эффективная мобилизация природных ресурсов любой сельской территории на формирование высокопродуктивных и экологически устойчивых культурных ландшафтов немыслима без знаний закономерностей и особенностей протекания ведущих природных факторов и процессов, направленности хозяйственной деятельности населения и социально-экономической эффективности использования земельных ресурсов.

Для проведения исследований было выдвинуто предположение о том, что в формировании культурных ландшафтов на каждом этапе развития общества определяющее значение имеют численность населения и уровень использования энергоресурсов. При этом под уровнем использо-



вания энергоресурсов понимается не только объем источников тепловой энергии, но и плодородие почв, которое в данных природно-климатических условиях обеспечивает возможность получения требуемого объема сельскохозяйственной продукции для населения и сырья для жизненно важных отраслей промышленности.

Всего для Белорусского Поозерья установлено пять этапов антропогенной трансформации природных ландшафтов.

*Первый этап* проявился случайным, односторонним и кратковременным воздействием человека на биоту ландшафтов, но она сама быстро восстанавливалась. Население было малочисленным и использовало грубо обработанные каменные топоры, резцы, скребки, скобели.

П. Г. Чигринов констатирует, что «в течение 9–5 тысячелетий до н.э., т.е. в эпоху мезолита, с юга, главным образом по бассейнам рек, происходило дальнейшее, полное заселение нынешней территории Беларуси» [29, с. 11]. После отступления 12 тыс. лет до н.э. Поозерского ледника заселение региона произошло в 5 тысячелетии до н.э. финно-угорскими племенами [7, 20]. Финно-угры занимались исключительно охотой, рыболовством и собирательством. Их малочисленность и характер практической деятельности не способствовали каким-либо заметным трансформациям компонентов природных ландшафтов. Продлился первый этап до начала 2 тысячелетия до н.э., когда проживавшие на территории племена стали осваивать производственные формы хозяйствования – скотоводство и земледелие.

*Второй этап* ознаменовался началом качественных изменений формирующих компонентов природных ландшафтов Белорусского Поозерья, появлением железных орудий труда и внедрением подсечного земледелия (1 тыс. н.э.). Этому способствовало расселение по территории Белорусского Поозерья из Среднего Поднепровья в начале 2-го тысячелетия до н.э. племен балтов – скотоводов и земледельцев. В силу своей хозяйственной специфики они осваивали долины рек, на водоразделах плакоров, высоких берегах рек и холмов возводили селища, культовые места и другие объекты, не вторгаясь в стоянки местных охотников и рыболовов [20]. Чересполосица между охотничье-рыболовными общинами древних финно-угров и пришлых балтов просуществовала тысячелетие. Со временем прогрессивная экономика скотоводов-земледельцев определила повсеместное распространение производящих форм хозяйствования, что, несомненно, повлияло на структуру природных комплексов, т.е. стали формироваться природно-антропогенные ландшафты. Однако их воздействие на природные ландшафты Белорусского Поозерья было весьма ограниченным и локальным вплоть до заселения территории региона славянскими племенами, пришедшего на последнюю четверть I тысячелетия н.э. [8].

С расселением восточных славян связан новый этап в формировании природно-антропогенных и появление антропогенно-природных ландшафтов, так как славяне уже владели развитым земледелием и опережали балтов. На основе лингвистических и археологических данных можно утверждать, что со славянами связано распространение в Белорусском Поозерье более эффективных приспособлений для вспахивания почвы – орал с полозом и с устроенными железными широколопастными подоральниками с плечиками и других видов орал [21].

*Третий этап* (конец I тыс. н.э. – XII в.) характеризуется возникновением временных полей, мелколиственных лесов и антропогенных лугов, охватывает период развития пашенного земледелия. В это время начинают осваиваться легкие «теплые» земли речных долин и песчаных равнин, на смену временным полям приходят долговременные полевые угодья. Восточные славяне уже при расселении по территории Белорусского Поозерья обладали различными типами почвообрабатывающих приспособлений. Эти отличия обусловлены обработкой разных типов почв, техникой и системой земледелия [3]. Ряд таких приспособлений широко применялся в лесостепных ландшафтах, откуда шло расселение славян на территорию Белорусского Поозерья. В качестве тягловой силы при работе с почвообрабатывающими орудиями использовалась лошадь. Заметную роль в структуре славянского земледелия играла подсечно-огневая система, но ее нельзя считать ведущей. Полевое пахотное земледелие у восточных славян было преобладающим. Даже в лесной области доминировала переложная система. На территории Белорусского Поозерья в IX–X вв. практиковалось двуполье [16].

Письменные источники в соответствии с археологическими материалами свидетельствуют о том, что восточнославянские племена в период своего расселения (VIII–X вв.) находились на заключительной стадии распада первобытнообщинного строя [3].

Становление феодальных отношений в Белорусском Поозерье ознаменовалось появлением в X веке военных дружин и зависимых крестьян. Развитие производительных сил к концу XII в., в частности распространение рабочих приспособлений, расширение пашенного земледелия и усложнение его систем, возникновение ремесленных производств и торговли, рост населения, зарождение городов, позволили формировать природно-антропогенные и антропогенно-природные ландшафты на новом уровне.

*Четвертый этап* состоит из двух временных периодов. *Первый период* (XIII – середина XVI вв.) установлен в связи с распространением трехпольного земледелия, расширением ареала и разнообразия природно-антропогенных и антропогенно-природных ландшафтов (пашни, усадебные земли, огороды, покосы, пастбища, селитьба и т.д.). Феодализация, активно преобразуя природные ландшафты, вынуждала работать крестьян на пределе их энергетических возможностей [9]. Постоянно повышались выплаты крестьян государству, феодалам, церкви.

Климатические условия были благоприятны для ведения земледелия в Белорусском Поозерье, однако аномальные природные явления, согласно летописям и другим источникам, часто прокатывались по территории региона, нанося огромные материальные потери населению, уносили тысячи жизней. За неурожаем следовали эпидемии чумы, оспы, тифа, гриппа и т.д. Ситуация усугублялась (конец XIII – начало XV в.) многочисленными опустошительными рейдами крестоносцев Тевтонского ордена. А с конца XV в. Белорусское Поозерье стало ареной постоянных военных действий и пограничных конфликтов между Великим Княжеством Литовским (ВКЛ) и Московским государством. Военные действия, а при перемирии пограничные конфликты сопровождалось уничтожением строений, посевов, хозяйственного инвентаря, животных, постоянной смертью или взятием в плен в качестве военных трофеев мирных жителей, в основном крестьян. Крестьян разоряли чужие армии и армия ВКЛ.

Войны требовали огромных экономических средств, расширения работ по ремонту старых и строительству новых укрепительных сооружений. Бесперывные опустошения Белорусского Поозерья войнами в течение XIV–XVI вв. стали одним из основных политических факторов, тормозивших не только развитие сельскохозяйственных ландшафтов, но и эволюцию сельскохозяйственной направленности региона. Дальнейшее разделение труда и рост товарно-денежных отношений способствовали росту количества местечек (аграрно-торговых селищ) и городов, а следовательно, природно-антропогенных и антропогенно-природных ландшафтов. В конце XVI века на территории Белорусского Поозерья насчитывалось 4 города (Браслав, Витебск, Орша, Полоцк) и около 50 селищ (подсчитано по карте М. Ф. Спиридонова, 1993).

Поднятие спроса и, как следствие, цен в государствах Западной Европы на зерно, меха, лесоматериалы и другие товары усилили антропогенные преобразования природных ландшафтов Белорусского Поозерья. Отмеченные обстоятельства в начале XVI в. вызвали реорганизацию феодалами своих естественно-потребительских хозяйств (бассейн Двины) в фольварки [22]. Основными землями в составе сельскохозяйственных ландшафтов региона были пашня и сенокос. Крестьяне продолжали отвоевывать земли, пригодные для сельского хозяйства, у леса. Освоение крестьянами лесных ландшафтов вело к увеличению общей площади сельскохозяйственных ландшафтов, расширению ареалов древних сел, возникновению новых селищ [21].

Растениеводство в крестьянских хозяйствах было ведущим. Урожайность зерновых культур сильно зависела от природных условий. Она была низкой (около 4 ц/га) и неустойчивой, зачастую случались неурожаи. Наряду с растениеводством в хозяйствах развивалось животноводство, оно обеспечивало хозяйство тягловой силой и органическими удобрениями, а население – продовольствием и сырьем [21]. Расширение освоения природных ландшафтов подтверждается дальнейшим углублением общественного разделения труда. Проявилось оно ростом количества и размеров городов и особенно местечек, укреплением товарно-денежных отношений, возрастающей ролью денежной ренты и увеличением выплат крестьянами.

Таким образом, преобразующее воздействие на природные ландшафты оказывали не только растениеводство, животноводство, птицеводство, но и строительство и ремонт замков, оборонительных сооружений, дорог и мостов.

*Второй временной период* (середина XVI–XVIII вв.) установлен в связи с проведением волочной аграрной реформы, приведшей к заметному преобразованию хозяйственной деятельностью

природных ландшафтов Белорусского Поозерья, устранением чересполосицы. Расширение фольварков за счет поглощения лесных ландшафтов сопровождалось ростом природно-антропогенных ландшафтов сельскохозяйственного назначения, где прочно входило в практику до конца XVI в. трехполье с принудительным севооборотом. На одном поле должны были сеять рожь, на втором – яровые, а третье находилось под паром. При этом не утратили своего значения лесная подсечная и переложная системы земледелия, особенно на впервые осваиваемых землях. В таких условиях сельскохозяйственные ландшафты давали урожайность в 3–4 ц/га [3]. Рост численности населения региона связан с увеличением количества продуктивных животных (коровы, овцы, свиньи, козы), ставших неотделимым элементом природно-антропогенного ландшафта.

Начавшийся в середине XVII в. экономический кризис изменил развитие сельскохозяйственных ландшафтов. Войны Речи Посполитой обернулись огромными социально-экономическими и экологическими потерями для Белорусского Поозерья. В ходе войн с Россией количество населения в воеводствах региона сократилось более чем на 50%. Северная война 1708–1717 гг. и последовавшая за ней эпидемия унесли жизни более 40% людей [13]. Из-за военных действий количество рабочих животных уменьшилось на 80%, пахотные земли сократились на 65% от их общего фонда [16]. Начавшийся после 1717 г. восстановительный период крестьянской земельной колонизации значительно затронул лесные и в меньшей степени природно-антропогенные ландшафты. Колонизация привела к росту количества новых населенных пунктов.

Разница в экономических показателях природно-антропогенных ландшафтов влияла на процесс их восстановления. Интенсивность преобразований ландшафтов определялась географическим расположением в них владений, степенью разрушений, качеством почв, близостью рынков сбыта сельскохозяйственной продукции и т.д. На активное формирование сельскохозяйственных ландшафтов в Белорусском Поозерье во второй половине XVIII в. указывают косвенные показатели:

- рост населения Беларуси с 1,5 млн чел. в 1717 г. до 3,6 млн в 1790 г. [13];
- устойчивый спрос городского населения на продукты питания, возникновение мануфактур, оживление деятельности промышленных предприятий в имениях, ремесла в городах вели к расширению спроса на сырье, производимого в природно-антропогенных ландшафтах;
- увеличение количества крестьянских хозяйств, рост общего количества рабочих животных, углубление имущественной дифференциации крестьян.

В то же время при фактическом приросте населения [11] и практически неизменном на протяжении двух с половиной столетий земельном фонде [23] средний земельный надел на одно хозяйство мало изменился. Объясняется это незначительным перекрытием к концу XVIII в. довоенной численности населения, разработкой ранее распаханых пустошей и ростом фонда приемных земель.

Несомненно, в ряде случаев благоприятные экономические условия (близость городского рынка, достаточный размер надела, развитость товарно-денежных отношений в регионе, плодородные почвы, необходимое количество рабочих животных в хозяйстве) создавали условия для внедрения более прогрессивных орудий труда при формировании сельскохозяйственных ландшафтов. Однако такие факты были единичны или носили локальный характер.

Вторым после земледелия важнейшим элементом, формирующим сельскохозяйственный ландшафт, является животноводство. Для крестьян оно не только основной источник тягловой силы, мясомолочных продуктов, шерсти, шкур, но и источник получения навоза – органического удобрения, без которого невозможно рациональное формирование природно-антропогенных ландшафтов [21]. Несмотря на определенный прирост поголовья тяглового и товарного скота в XVIII в., животноводство в Белорусском Поозерье развивалось слабо из-за высокого налогового пресса и отсутствия прочной кормовой базы. Учет развития рыночных связей, оживленности внешней торговли (основная масса белорусских товаров сплавлялась по Двине в Ригу и лишь незначительная часть по Днепру, Сожу и Бугу) преимущественно товарами сельского хозяйства и лесных промыслов позволяет судить о значительном хозяйственном воздействии на низменные природные ландшафты региона.

*Пятый этап* состоит из двух временных периодов. Первый период (начало XIX – первая половина XX в.) установлен в связи с формированием новых сельскохозяйственных ландшафтов

после вхождения Белорусского Поозерья в состав России и началом использования (во второй половине) сельскохозяйственной техники. Для периода характерны интенсификация природопользования, рост городов, расширение сети дорог и формирование примитивных гидротехнических ландшафтов.

Подключение Белорусского Поозерья в конце XVIII в. к общероссийской хозяйственной системе проявилось ростом пахотных земель, которые увеличились с 1795 по 1861 г. более чем на 12% [4]. В первой половине XIX в. нашел широкое применение многопольный севооборот, обозначился рост урожайности (с 4 до 5 ц/га). Расширение торговых связей и объемов торговли вынуждало увеличивать капитальные вложения в природно-антропогенные ландшафты, улучшать пути сообщения. Примером может служить строительство с 1797 по 1806 г. Березинского канала, соединившего бассейн Днепра и Западной Двины. Росла сеть почтовых и шоссейных дорог.

Заметную роль в формировании сельскохозяйственных ландшафтов того времени сыграл процесс устойчивого сокращения пахотных площадей крестьян при одновременном расширении помещичьих земель за счет первых. Сокращение крестьянского землепользования вынуждало все больше распахивать луга и пастбища их наделов. К середине XIX в. крестьянские надельные Витебской губернии были распаханы на 67%, под сенокосами и выпасами находилось 27%, панские фольварки имели 12 и 43% соответственно [3]. Прямым следствием роста природно-антропогенных ландшафтов региона и нарушения в их структуре благоприятных соотношений структуры земель явилась острая нехватка кормов для развития крестьянского животноводства [21].

Разбросанность крестьянских надельных участков сочеталась с дальнотельем и чересполосицей. Разработанные крестьянские надельные участки и сенокосы часто были расположены на расстоянии 10–20 и более верст от селения [2]. Такое землепользование противоречило интересам рационального использования сельских территорий, нарушало правильную обработку почвы, мешало интенсификации крестьянского хозяйства, улучшению продуктивности животных. В пахотные земли преобразовывались выпасы, сенокосы, суходолы, закустаренные земли, а следовательно, уменьшались площади выпаса животных.

Таким образом, Белорусское Поозерье постоянно имело аграрную специализацию. Ведущим направлением использования земель после включения региона в состав России осталось земледелие с уклоном на производство зерна.

На рубеже XIX–XX веков мировая капиталистическая система вступила в фазу империализма. Россия вошла в стадию империализма с рядом остатков феодализма. Экономике Белорусского Поозерья от предыдущей эпохи достались помещичье землевладение, которое тормозило эффективное использование антропогенно-природных ландшафтов, эксплуатация крестьян и аграрная направленность [1]. Накануне Первой мировой войны в сельскохозяйственных ландшафтах региона производилось около 60% национального дохода, в промышленности – около 15%.

Определенное оживление в формировании сельскохозяйственных ландшафтов Белорусского Поозерья внесла Столыпинская аграрная реформа. Реформа привела к разрушению сельской поземельной общины, созданию хуторов и отрубов, переселению безземельных и малоземельных крестьян в Сибирь и другие восточные регионы [20]. Рост крестьянского земельного фонда и хуторов улучшал агрокультуру. Заметно улучшилась техническая оснащенность крестьянских хозяйств. В подавляющем большинстве техника была представлена молотилками, веялками (99,5%), минимально – сеялками, косилками, конными граблями [25]. В целом крестьянские хозяйства с 1907–1913 гг. повысили ряд показателей: посевные площади возросли более чем на 7%, поголовье крупного рогатого скота – более чем 10%, свиней – 10%, овец – 2%; однако уровень 1900 г. достигнут не был [2].

Образование хуторов и отрубов обусловило раздробление земельных массивов и увеличение их контурности. При этом сельскохозяйственные ландшафты приобрели неоднородную пространственную структуру. Сложившаяся пространственно-функциональная структура природно-антропогенных ландшафтов Белорусского Поозерья сохранялась до проведения коллективизации сельского хозяйства. Создание колхозов и совхозов, концентрация и специализация сельскохозяйственного производства, рост энергозатрат и капитальных вложений в развитие сельскохозяйственных предприятий позволили выйти на новый уровень использования антропогенно-природных ландшафтов.

*Второй временной период* (вторая половина XX в. – настоящее время) установлен в связи с начавшимся коренным преобразованием в регионе природных и природно-антропогенных ландшафтов на основе гидротехнических мелиораций, созданием современных мелиоративных систем двойного регулирования, т.е. становлением сознательного и планомерного воздействия общества на природные ландшафты. По времени этап совпадает с 5 стадией антропогенеза, но у него есть одна важная особенность: развитие происходит в условиях устойчивого снижения численности сельского населения Белорусского Поозерья, как и Беларуси [21]. Эта особенность подчеркивает важность постоянного поиска собственных путей развития и взвешенного подхода к использованию сельскохозяйственных наработок передовых государств.

**Заключение.** Таким образом, исследование хозяйственной трансформации природных ландшафтов Белорусского Поозерья позволило нам сделать ряд важных выводов:

анализ многочисленных научных разработок антропогенеза, в том числе наши исследования Белорусского Поозерья (северо-запад Русской равнины), дают основание считать антропогенный фактор таким же универсальным источником развития современных ландшафтов, как и климатогенный, биогенный и тектогенный;

для региона в историческое время нами выделено пять этапов трансформации природных ландшафтов, причем каждому из них соответствуют свои пространственно-временные особенности, выступающие носителем специфических взаимоотношений общества и природы в определенных социальных условиях; их формирование уже шло с учетом положительного опыта хозяйственной деятельности экономически передовых государств;

современное состояние сложившихся ландшафтов региона является следствием результирующего действия природных факторов и процессов, экономических отношений, складывавшихся в государстве, численности трудоспособного населения территории;

для познания сути культурных ландшафтов сельских территорий, определения их места и роли в общественном развитии любого региона необходимо исследование проблемы периодизации антропогенеза на планетарном уровне (вытекает из двух предыдущих).

Учет выявленных закономерностей трансформации естественных ландшафтов Белорусского Поозерья позволит принимать научно обоснованные решения при разработке проектов землеустройства и землепользования, а также мероприятий по охране окружающей среды сельских территорий. Кроме того, можно объективно решать вопрос о целесообразности использования отдельных естественных земель в качестве элементов культурных ландшафтов. Результаты исследований используются Комитетом по сельскому хозяйству и продовольствию и Комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды Витебского облисполкома.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гісторыя Беларусі / Пад рэд. Новіка Я.К. – Мінск: Універсітэцкае, 2000. – Ч. 1. – С. 319-327.
- [2] Гісторыя сялянства Беларусі: у 3-х т. Гісторыя сялянства Беларусі ад рэформы 1861 г. да сакавіка 1917 г. / Абезгауз З.Е., Бейлькін Х.Ю., Бухавец А.Р. [і інш.]; пад рэд. В.П. Панюціча. – Мінск: Бел. навука, 2002. – Т. 2. – 552 с.
- [3] Гісторыя сялянства Беларусі: у 3-х т. Гісторыя сялянства Беларусі ад старажытнасці да 1861 г. / Анішчанка Я.К., Галенчанка Г.Я., Голубеу В.Ф. [і інш.]; пад рэд. В.І. Мясешкі [і інш.]. – Мінск: Беларуская навука, 1997. – Т. 1. – 431 с.
- [4] Документы по истории крестьянской общины 1861–1880 гг. / Составитель С.Д. Круглова. – М.: Изд-во АН СССР, 1980. – 437 с.
- [5] Евдокимов С.П. Географическое районирование: Избранные лекции. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2001. – 32 с.
- [6] Евдокимов С.П. Основы общей палеогеографии: Учебное пособие. – Смоленск: Изд-во Смоленского гуманитарного ун-та, 2005. – 136 с.
- [7] Ермаловіч М. Старажытная Беларусь. Полацкі і новагародскі перыяды. – Мінск: Маст. літ., 1990. – 366 с.
- [8] Загорюльский Э.М. Древняя история Белоруссии // Очерки этнической истории и материальной культуры до IX в. – Минск, 1977. – С. 83-90.
- [9] Зимин А.А. Холопы на Руси (с древнейших времен до конца XV в.). – М., 1973. – 280 с.
- [10] Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М., 1991. – 349 с.
- [11] Карпачев Е.М., Козловский П.Г. Динамика численности населения Белоруссии во второй половине XVII–XVIII в. // Ежегодник по аграрной истории Восточной Европы. – Л., 1972. – С. 92.
- [12] Климанова О.А., Колбовский Е.Ю. К вопросу о полимасштабности культурных ландшафтов: типология и картографирование на разных территориальных уровнях // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2015. – № 2. – С. 28-38.

- [13] Козловский П.Г. Крестьяне Белоруссии во второй половине XVII–XVIII Вв. (по материалам магнатских вотчин). – Минск, 1969. – С. 24-25.
- [14] Логинов В.Ф., Микуцкий В.С. Изменения экстремальных суточных температур Беларуси в условиях различной антропогенной нагрузки // Природные ресурсы. – 1997. – № 1. – С. 129-134.
- [15] Мамай И.И. Динамика и функционирование ландшафтов. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2005. – 137 с.
- [16] Мелешко В.И. Очерки аграрной истории Восточной Белоруссии (вторая половина XVII–XVIII вв.). – Минск: Наука и техника, 1975. – 246 с.
- [17] Мильков Ф.Н. Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1986. – 328 с.
- [18] Панютин В.П. Историография аграрной истории Беларуси 1861–1917 гг. – Минск: ГНУ «Институт истории НАН Беларуси», 2005. – 262 с.
- [19] Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Изд-во "Астрей-2000", 1999. – 610 с.
- [20] Пилецкий И.В. География Витебской области. – Витебск: Витебский гос. ун-т, 2001. – 161 с.
- [21] Пилецкий И.В. Культурные ландшафты сельских агломераций и оптимизация землепользования. – Витебск: Витебская гос. академия ветер. медицины, 2013. – 248 с.
- [22] Пичета В.И. Аграрная реформа Сигизмунда Августа в Литовско-Русском государстве. – М., 1958. – С. 36-82.
- [23] Похилевич Д.Л. Крестьяне Белоруссии и Литвы в XVII–XVIII вв. – Вильнюс: АН Литовской ССР, Ин-т истории, 1966. – С. 108-150.
- [24] Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. – М.: АН СССР, Ин-т географии, 1988. – 191 с.
- [25] Сельскохозяйственные машины и орудия в Европейской и Азиатской России в 1910 г. – СПб., 1913. – С. 18-19
- [26] Соболева Н.П., Языков Е.Г. Ландшафтоведение: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2010. – 175 с.
- [27] Солнцев Н.А. Учение о ландшафте. Избранные труды. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2001. – 384 с.
- [28] Чертко Н.К., Чертко Э.Н. Геохимия и экология химических элементов: справ. пособие. – Минск: Изд. центр Белорусского гос. ун-та, 2008. – 138 с.
- [29] Чигринов, П.Г. Белорусская история: науч.-попул. очерк. – Минск: Современная школа, 2010. – 928 с.
- [30] Ямашкин А.А., Новикова Л.А., Ямашкин С.А. Пространственная модель ландшафтов западных склонов Приволжской возвышенности // Вестник Удмуртского ун-та. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2015. – Т. 25, № 3. – С. 124-132.
- [31] Ямашкин А. А. Культурный ландшафт Мордовии (геоэкологические проблемы и ландшафтное планирование) / Науч. ред. и сост. А. А. Ямашкин. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2003. – 204 с.

#### REFERENCES

- [1] Gistoryja Belarusi / Pad rjed. Novika Ja.K. Minsk: Universitjeckae, 2000. Ch. 1. P. 319-327 (In Bel.).
- [2] Gistoryja sjaljanstva Belarusi: u 3-h t. Gistoryja sjaljanstva Belarusi ad rjeformy 1861 g. da sakavika 1917 g. / Abezgauz Z.E., Bej'kin H.Ju., Buhavec A.R. [i insh.]; pad rjed. V.P. Panjucicha. Minsk: Bel. navuka, 2002. Vol. 2. 552 p. (In Bel.).
- [3] Gistoryja sjaljanstva Belarusi: u 3-h t. Gistoryja sjaljanstva Belarusi ad starazhytnasci da 1861 g. /Anishhanka Ja.K., Galenchanka G.Ja., Golubeu V.F. [i insh.]; pad rjed. V.I. Mjaleshki [i insh.]. Minsk: Belaruskaja navuka, 1997. Vol. 1. 431 p. (In Bel.).
- [4] Dokumenty po istorii krest'janskoj obshhiny 1861–1880 gg. / Sostavitel' S.D. Kruglova. M.: Izd-vo AN SSSR, 1980. 437 p. (in Russian).
- [5] Evdokimov S.P. Geograficheskoe rajonirovanie: Izbrannye lekci. Saransk: Izd-vo Mordovskogo un-ta, 2001. 32 p. (in Russian).
- [6] Evdokimov S.P. Osnovy obshhej paleogeografii: Uchebnoe posobie. Smolensk: Izd-vo Smolenskogo gumanitarnogo un-ta, 2005. 136 p. (in Russian).
- [7] Ermalovich M. Starazhytnaja Belarus'. Polacki i novagorodski peryjady. Minsk: Mast. lit., 1990. 366 p. (In Bel.).
- [8] Zagorul'skij Je.M. Drevnjaja istorija Belorussii // Oчерки jetnicheskoj istorii i material'noj kul'tury do IX v. Minsk, 1977. P. 83-90 (in Russian).
- [9] Zimin A.A. Holopy na Rusi (s drevnejshih vremen do konca XV v.). M., 1973. 280 p. (in Russian).
- [10] Isachenko A.G. Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rajonirovanie. M., 1991. 349 p. (in Russian).
- [11] Karpachev E.M., Kozlovskij P.G. Dinamika chislennosti naselenija Belorussii vo vtoroj polovine XVII–XVIII v. // Ezhegodnik po agrarnoj istorii Vostochnoj Evro-py. L., 1972. P. 92 (in Russian).
- [12] Klimanova O.A., Kolbovskij E.Ju. K voprosu o polimasshtabnosti kul'turnyh landshaftov: tipologija i kartografirovanie na raznyh territorial'nyh urovnjah // Izvestija Rossijskoj akademii nauk. Serija geograficheskaja. 2015. N 2. P. 28-38 (in Russian).
- [13] Kozlovskij P.G. Krest'jane Belorussii vo vtoroj polovine XVII–XVIII Vv. (po materialam magnatskih votchin). Minsk, 1969. P. 24-25 (in Russian).
- [14] Loginov V.F., Mikuckij V.S. Izmenenija jekstremal'nyh sutochnyh temperatur Belarusi v uslovijah razlichnoj antropogennoj nagruzki // Prirodnye resursy. 1997. N 1. P. 129-134 (in Russian).
- [15] Mamaj I.I. Dinamika i funkcionirovanie landshaftov. M.: Izd- vo Moskovsko-go un-ta, 2005. 137 p. (in Russian).
- [16] Meleshko V.I. Oчерки agrarnoj istorii Vostochnoj Belorussii (vtoraja polovina XVII–XVIII vv.). Minsk: Nauka i tehnika, 1975. 246 p. (in Russian).
- [17] Mil'kov F.N. Fizicheskaja geografija: uchenie o landshafte i geograficheskaja zo-nal'nost'. Voronezh: Izd-vo Voronezhskogo un-ta, 1986. 328 p. (in Russian).

- [18] Panjutich V.P. Istoriografija agrarnoj istorii Belarusi 1861–1917 gg. Minsk: GNU «Institut istorii NAN Belarusi», 2005. 262 p. (in Russian).
- [19] Perel'man A.I., Kasimov N.S. Geohimija landshafta. M.: Izd-vo "Astreja-2000", 1999. 610 p. (in Russian).
- [20] Pileckij I.V. Geografija Vitebskoj oblasti. Vitebsk: Izd-vo Vitebskij gos. un-t, 2001. 161 p. (in Russian).
- [21] Pileckij I.V. Kul'turnye landshafty sel'skih aglomeracij i optimizacija zemlepol'zovanija. Vitebsk: Vitebskaja gos. akademija veter. mediciny, 2013. 248 p. (in Russian).
- [22] Picheta V.I. Agrarnaja reforma Sigizmunda Avgusta v Litovsko-Russkom gosudar-stve. M., 1958. P. 36-82 (in Russian).
- [23] Pohilevich D.L. Krest'jane Belorussii i Litvy v XVII–XVIII vv. Vil'njus: AN Litovskoj SSSR, In-t istorii, 1966. P. 108-150 (in Russian).
- [24] Preobrazhenskij B.C., Aleksandrova T.D., Kuprijanova T.P. Osnovy landshaftnogo analiza. M.: AN SSSR, In-t geografii, 1988. 191 p. (in Russian).
- [25] Sel'skohozjajstvennyye mashiny i orudija v Evropejskoj i Aziatskoj Rossii v 1910 g. SPb., 1913. P. 18-19 (in Russian).
- [26] Soboleva N.P., Jazikov E.G. Landshaftovedenie: uchebnoe posobie. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo un-ta, 2010. 175 p. (in Russian).
- [27] Solncev N.A. Uchenie o landshafte. Izbrannye trudy. M.: Izd-vo Moskovskogo un-ta, 2001. 384 p. (in Russian).
- [28] Chertko N.K., Chertko Je.N. Geohimija i jekologija himicheskikh jelementov: sprav. poso-bie. Minsk: Izd. centr Belorusskogo gos. un-ta, 2008. 138 p. (in Russian).
- [29] Chigrinov, P.G. Belorusskaja istorija: nauch.-popul. ocherk. Minsk: Sovremennaja shkola, 2010. 928 p. (in Russian).
- [30] Jamashkin A.A., Novikova L.A., Jamashkin S.A. Prostranstvennaja model' landshaf-tov zapadnyh sklonov Privol'zhskoj vovyshennosti // Vestnik Udmurtskogo un-ta. Serija «Biologija. Nauki o Zemle», 2015. Vol. 25, N 3. P. 124-132 (in Russian).
- [31] Jamashkin A. A. Kul'turnyj landshaft Mordovii (geojekologicheskie problemy i landshaftnoe planirovanie) / Nauch. red. i sost. A. A. Jamashkin. Saransk: Izd-vo Mordovskogo un-ta, 2003. 204 p. (in Russian).

### И. В. Пилецкий

Техника ғылымдарының кандидаты Витебск «Құрмет белгісі» орденінің мемлекеттік ветеринариялық медицина академиясының доценті (Витебск, Белорус)

### АЙМАҚТАҒЫ МӘДЕНИ ЛАНДШАФТТАРДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЫ (мысалында Белорус Поозерьясы)

**Аннотация.** Экономикасы дамыған мемлекеттердің ауылшаруашылық қызметіндегі оң тәжірибелерін есепке ала олар қалыптасты да және аймақтардағы еңбекке қабілетті халық санын, мемлекеттегі құралуын, жерге байланысты табиғи факторлар мен үрдістердің нәтижелі әсерінің салдарынан ландшафттардың құралуының қазіргі жағдайын бекітуге мүмкіндік берді Белорус Поозерья аумақтарындағы ауылдық ландшафттардың құрылымын өзгеру мен қалыптастыру заңдылықтарын, елді қоныстандыруды талдауға геоэкологиялық және тарихи-географиялық тәсілдерді қолданды. Аймақтарға табиғи ландшафттардың өзгеруі тарихи кезеңі бес кезеңге бөлінді, олардың әр қайсысы өзінің жергілікті аспектілеріне сәйкес, таратып шығатын белгілі бір әлеуметтік-экономикалық жағдайдағы табиғи және қоғамдық ерекше өзара қарым-қатынасы.

**Түйін сөздер:** ландшафттар, жерге орнаастыру, ауылдық аумақтар, халық саны, еңбектің қоғамдық бөлінуі, кезең, шаруашылық құрылымы.

### I. V. Piletski

Candidate of Technical Sciences, assistant professor Vitebsk  
State Academy of Veterinary Medicine awarded by Order "Badge of Honor"

### ANTHROPOGENIC FACTOR IN FORMING CULTURAL LANDSCAPES OF THE REGION (ON THE EXAMPLE OF THE BELARUSIAN LAKE REGION)

**Abstract.** The use of geo-ecological and historical-geographical approaches to the analysis of the features of settlement, economic development, the patterns of formation and change in the structure of the landscapes of the rural areas of the Belorussian Lake region (Poozerie) allowed to establish that the current state of the developed landscapes is a consequence of the resulting impact of natural factors and processes, land relations, Able-bodied population of the territory, and they were already formed taking into account the positive experience of agricultural activities of economically developed countries. For the region in historical time, five stages of the transformation of natural landscapes are singled out, each of which corresponds to its aspect of the terrain, which acts as the bearer of specific relationships between society and nature under certain socio-economic conditions.

**Keywords:** Landscapes, land management, rural areas, population size, social division of labor, stage, form of management.

М. А. Хуснитдинова<sup>1</sup>, И. Б. Скоринцева<sup>2</sup>, Т. А. Басова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Докторант PhD КазННТУ им. К. И. Сатпаева, лаборатория ландшафтоведения и проблем природопользования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>Д.г.н., доцент, руководитель лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>3</sup>К.б.н., ВНС лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

## ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАРУШЕННОСТИ ЛАНДШАФТОВ ПРИГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНСКО-КЫРГЫЗСКОГО СЕКТОРА

**Аннотация.** Раскрываются географические основы исследований сопредельных приграничных территорий Казахстана и Кыргызстана (казахстанско-кыргызского сектора). Значительное внимание уделено оценке антропогенной нарушенности ландшафтов в приграничной зоне. Оценка антропогенной нарушенности ландшафтов осуществлена с учетом природных составляющих ландшафтов и определения механизма их устойчивости к конкретным видам антропогенного воздействия. На сопредельных приграничных территориях Казахстана и Кыргызстана выявлены очаги экологического напряжения, вызванные антропогенным воздействием, требующие незамедлительных мер по их стабилизации. Разработана система совместных действий по нейтрализации негативных процессов в ландшафтах, вызванных антропогенным воздействием. Изложены природоохранные мероприятия по снижению антропогенных нагрузок в ландшафтах, позволяющие решать задачи по улучшению условий жизни и благосостояния населения, по организации рационального и экологически безопасного ведения хозяйствования, по расширению взаимовыгодных экономических связей в приграничной зоне. Были использованы картографический метод; метод дешифрирования космических снимков; ГИС-технологии, которые с применением статистического и математического методов позволили рассчитать показатели антропогенной нарушенности ландшафтов приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора.

**Ключевые слова:** антропогенная нарушенность, ландшафты, казахстанско-кыргызский сектор, приграничная территория, трансграничное природопользование

**Введение.** Территории, прилегающие к государственным границам, приграничные территории всегда были в сфере пристального внимания государств. После распада СССР в новых экономических условиях роль и значение приграничных территорий для Казахстана и Кыргызстана резко возросли. Многократно увеличилось внешнеэкономические связи и взаимодействие с приграничными территориями соседствующих государств. Это инициировало выполнение специальных научных исследований приграничных территорий с различных позиций: их экономической роли, взаимосвязи экологических проблем и др. Изучение приграничных территорий только одной страны обособлено от другой не дает полного представления о путях оптимизации природопользования и решения проблем устойчивого развития.

Авторами статьи выполнено научное исследование, целью которого являлся поиск решения проблем устойчивого развития сопредельных приграничных территорий Казахстана и Кыргызстана с учетом их трансграничности и специфики социально-экономического развития. В представленной статье наряду с традиционными исследованиями предпринята попытка анализа и оценки антропогенной нарушенности ландшафтов с новых позиций, на основе изучения региональных особенностей природно-территориальных комплексов в современных социально-экономических условиях. Значительное внимание уделено методическим вопросам оценки и тематическому картографированию приграничных территорий, разработки системы оценочных показателей, диагностирующих их нарушенность [1, 2]. В традиционном понятии научно-исследовательской школы «бывших советских государств» термин «ландшафт» рассматривается с позиций физико-географических особенностей приграничной территории (геологии, геоморфологии, почвы и растительности) [3].

Изучение закономерностей антропогенной трансформации ландшафтов в условиях приграничного природопользования позволяет решить систему задач по улучшению условий жизни населения, позитивно влиять на развитие согласованной межгосударственной политики в области экологии и экономического сотрудничества двух сопредельных государств [4].



В Казахстане и Кыргызстане в рамках перехода к устойчивому развитию республик взят курс на рост производства, основанный на экологических ограничениях, обусловленных необходимостью сохранения природно-ресурсного потенциала. В связи с этим оценка антропогенной нарушенности ландшафтов приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора является актуальной и необходимой для разработки перспективных планов трансграничного природопользования и выработки природоохранных предложений по регулированию природопользования с учетом интересов сопредельных государств.

**Методика исследований.** Основным методическим приемом при исследовании сопредельных приграничных территорий Казахстана и Кыргызстана стал картографический метод [3, 5, 6]. Антропогенная нарушенность ландшафтов исследована авторами статьи в рамках природных границ, с учетом устойчивости ландшафтов к различным видам антропогенного воздействия. Комплексный показатель антропогенной нарушенности ландшафтов оценивался по набору показателей, сгруппированных по системе параметров, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Система параметров для определения комплексного показателя антропогенной нарушенности ландшафтов

Вид воздействия на ландшафт	Система параметров
Сельскохозяйственное (Af1)	a) степень распаханности (% от площади территории); степень воздействия выпаса скота на ландшафты пастбищного назначения (гол/100 га); b) степень ирригационного воздействия на ландшафты (км/км <sup>2</sup> )
Лесохозяйственное (Af2)	c) степень хозяйственного использования лесов (% вырубки от общей площади леса)
Промышленно-техногенное (Af3)	d) степень нарушенности территории вследствие разработки месторождений полезных ископаемых (% от площади территории).
Линейно-техногенное (Af4)	e) плотность дорожной сети (км на км <sup>2</sup> )
Селитебное (Af5)	j) количество населенных пунктов на единицу площади

При расчете комплексного показателя антропогенной нарушенности ландшафтов учитывались проявления антропогенно обусловленных процессов (таблица 2).

Таблица 2 – Система параметров антропогенно обусловленных процессов в ландшафтах

Антропогенно обусловленные процессы	Система параметров
Засоление почв (Ap1)	a) показатели увеличения площадей засоленных почв (% в год); b) площади выведенных из сельскохозяйственного оборота земель по причине их засоления (% от общей площади угодий)
Водная эрозия (Ap2)	c) увеличение площади эродированных почв (% в год); площади, выведенные из сельскохозяйственного оборота земель по причине повышенной эродированности (% от сельскохозяйственных угодий)
Ветровая эрозия (дефляция) (Ap3)	d) увеличение площади эродированных пахотных земель (% в год); e) увеличение площади деградированных пастбищ (% в год)

В целях оценки общей антропогенной нарушенности ландшафтов для каждого вида ландшафта рассчитывался общий балл нарушенности с учетом устойчивости:

$$Kan = Af1(1 + 2 + n) + Af2(1 + 2 + n) + Af3(1 + 2 + n) + Af4(1 + 2 + n) + \\ + Af5(1 + 2 + n) + Ap1(1 + 2 + n) + Ap2(1 + 2 + n) + Ap3(1 + 2 + n)$$

где  $Kan$  – степень антропогенной нарушенности;  $Af1$ ,  $Af2$  и т.д. – степень и вид антропогенного воздействия;  $1+2+\dots+n$  – число параметров (критериев) оценки конкретного вида антропогенного воздействия;  $Ap1$ ,  $Ap2$  и т.д. – степень и вид проявления антропогенно обусловленных процессов;  $1+2+\dots+n$  – число параметров (критериев) оценки конкретного антропогенно обусловленного процесса.

Общий уровень антропогенной нарушенности ландшафтов является кумулятивным показателем всех видов антропогенного воздействия [5]. Авторами выделены следующие степени нарушенности: практически ненарушенные ландшафты, максимально приближенные к фоновым ландшафтам; слабо нарушенные ландшафты характеризуются трансформацией растительного

покрова и слабыми нарушениями почвенного покрова; умеренно нарушенные ландшафты отличаются существенными изменениями в почвенно-растительном покрове, частичной перепланировкой рельефа; значительно нарушенные ландшафты характеризуются превышающими допустимыми антропогенными нагрузками, трансформацией почвенно-растительного покрова, перепланировкой рельефа и существенной потерей природно-ресурсного потенциала; сильно нарушенные ландшафты отмечаются глубокими изменениями всех составляющих природного комплекса, нарушениями механизма внутриландшафтных связей.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Площадь приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора составляет 164,1 тыс. км<sup>2</sup>, здесь проживает 2788,1 тыс. человек. Большая часть населения сконцентрирована на приграничной территории кыргызского сектора, занимающего 74,7 тыс. км<sup>2</sup>, где проживает 1555,5 тыс. человек. В административно-территориальном отношении приграничная территория с казахстанской стороны представлена 9 приграничными районами, с кыргызской стороны – 14 [4].

Ландшафтная структура сопредельных приграничных территорий Казахстана и Кыргызстана обусловлена палеогеографическими, геолого-геоморфологическими, орографическими, климатическими условиями, высотной поясностью и разнообразием почвенно-растительного покрова. Одним из основных факторов, обуславливающим пространственные различия ландшафтной структуры приграничной территории, является рельеф [5]. Особенности ландшафтной организации сопредельных приграничных территорий Казахстана и Кыргызстана отражены на рисунке 1.

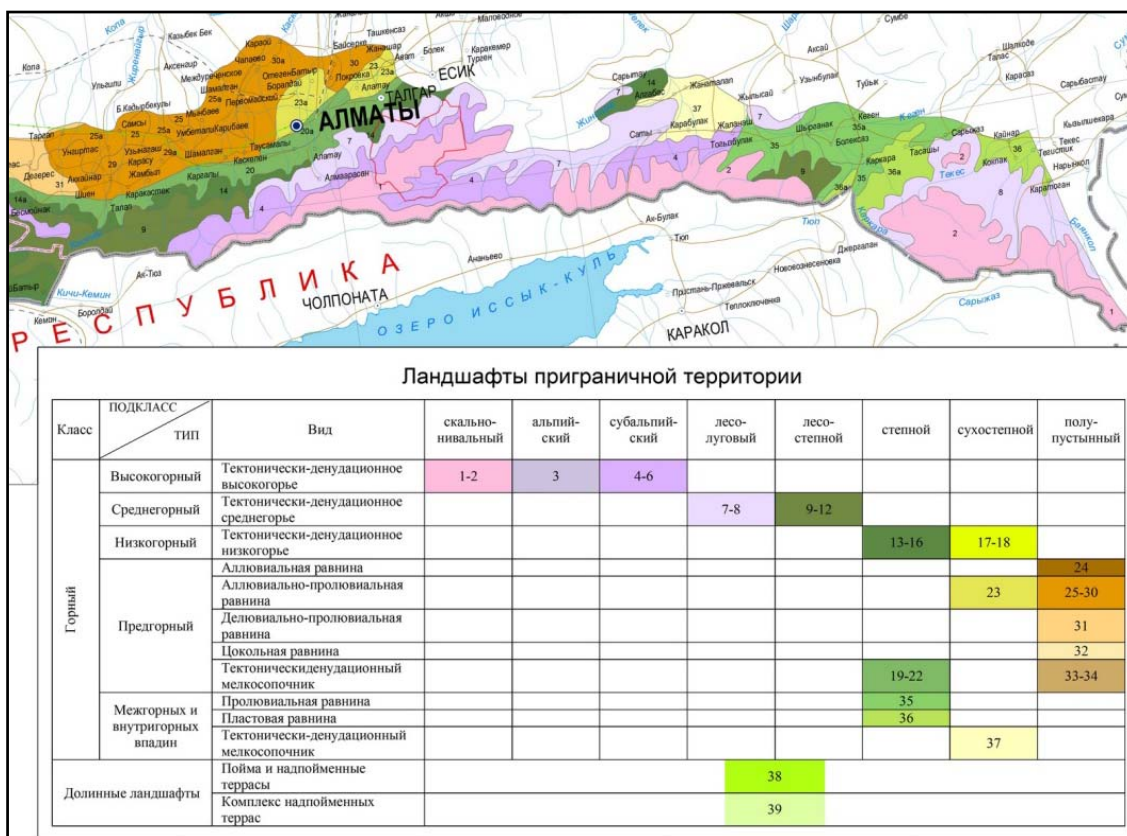


Рисунок 1 – Фрагмент ландшафтной карты приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора

Исследования показали, что в результате интенсивного природопользования природные комплексы приграничной территории претерпели существенную антропогенную трансформацию на площади 147,1 тыс. км<sup>2</sup> (89,6% от площади приграничной территории). Об этом свидетельствует значительная доля участия преобразованных природных комплексов в ландшафтной структуре приграничной территории. Больше всего подверглась антропогенному воздействию сопредельная приграничная территория Казахстана.

На сопредельных приграничных территориях выделены следующие виды антропогенного воздействия на ландшафты: сельскохозяйственное (пастбищное и агрогенное), лесохозяйственное, промышленно-техногенное, линейно-техногенное, селитебное и водохозяйственное. Оценена степень трансформации природно-территориальных комплексов при различных видах антропогенного воздействия (рисунок 2).

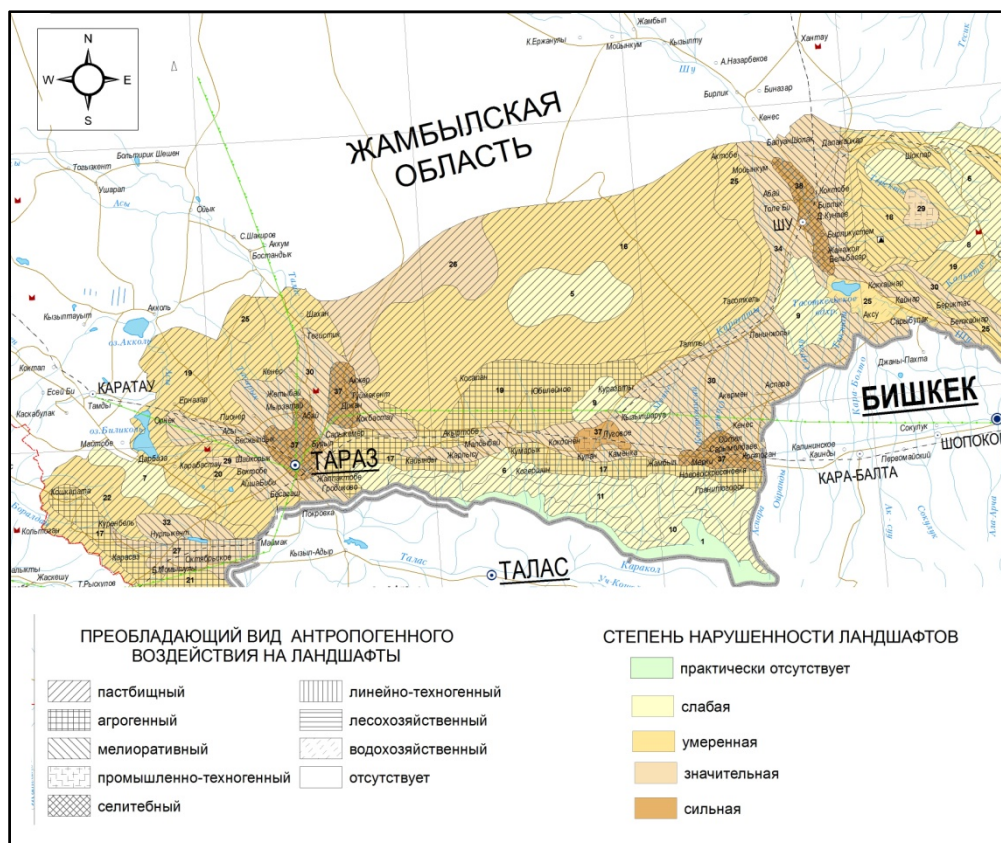


Рисунок 2 – Фрагмент карты антропогенной нарушенности ландшафтов приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора

Анализ хозяйственного использования ландшафтов приграничной территории показал, что на 73% их площади преобладающим видом антропогенного воздействия является сельскохозяйственный вид (пастбищный и агрогенный), приуроченный ко всем выделенным видам ландшафтов. Больше всего сельскохозяйственному воздействию подвержены ландшафты приграничной территории Кыргызстана, где доминирует пастбищный вид воздействия (76,3% от площади сельскохозяйственного вида воздействия).

Картографический анализ антропогенного воздействия на ландшафтную структуру приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора показал преобладание ландшафтов умеренной степени нарушенности, занимающих 39,7% приграничной территории, которые сконцентрированы в районах богарного и орошаемого земледелия. Ландшафты слабой степени нарушенности занимают 27,9% площади и характерны для гор и межгорных понижений на юго-западе, центральной части и на северо-востоке приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора. Ландшафты значительной (19,1% площади приграничной территории) и сильной (2,9%) степени нарушенности распространены в предгорных районах, где развиты ирригация и богарное земледелие, добыча полезных ископаемых, сконцентрированы промышленные предприятия. Следует отметить, что большие площади сильной степени нарушенности наблюдаются со стороны кыргызского сектора. Неизменные и близкие к естественному состоянию ландшафты составляют 10,4% площади региона исследования, распространены в гляциально-нивальном высотном поясе и на территориях с особым природоохранным режимом (рисунок 3).

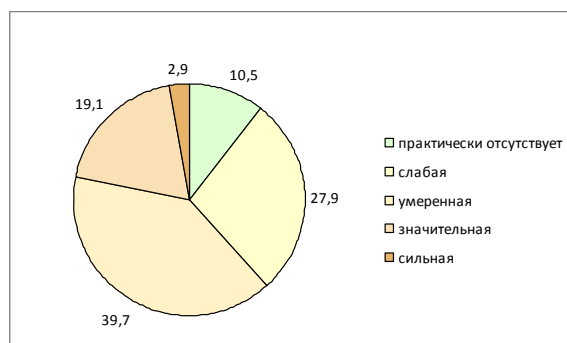


Рисунок 3 – Ранжирование ландшафтов по степени нарушенности в пределах приграничной территории Казахстана, %

Всесторонний анализ ландшафтно-экологического состояния приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора позволил выделить группу территорий, представляющих собой очаги экологической напряженности при различных видах воздействия (таблица 3).

Таблица 3 – Очаги экологической опасности на приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора

Очаги экологической опасности	Источники воздействия	Особенности проявления экологической опасности
<i>Казахстанский приграничный сектор</i>		
1. Кара-Балтинско-Шуское междуречье (трансграничное загрязнение рек Кара-Балта, Аксу, Токташ)	Промышленные предприятия, урановые хвостохранилища приграничной территории Кыргызстана, забор водных ресурсов на массивы орошения, сброс коллекторно-дренажных вод	Загрязнение поверхностных и подземных вод, повышенная минерализация вод, опустынивание пойменной растительности, загрязнение почв
2. Экосистема озера Бийликколь (историческое загрязнение)	Сбросы неочищенных вод в течение 20-летнего периода с предприятий «Химпром» и завода «Двойной суперфосфат»	Гибель фауны и флоры, загрязнение вод и донных отложений сульфатами, фторидами
3. Таразский ПТК и прилегающая территория	ТОО «Восточное рудоуправление», ТОО «Казфосфат», ТОО «Таразский металлургический завод», «Завод строительных конструкций», Кожкомбинат, ТЭЦ, ГРЭС, сточные воды, промышленные и бытовые отходы предприятий	Загрязнения почв, поверхностных и подземных вод. Снижение биоразнообразия, потеря плодородия почв, деградация сельскохозяйственных угодий
4. Долина рек Кичи-Кемин (историческое загрязнение трансграничного характера)	Прорыв в 1963 г. дамбы Ак-Тюзского хвостохранилища (Кыргызстан) с выносом в долину реки Кичи-Кемин отходов, содержащих повышенные концентрации тория и тяжелых металлов, в виде радиоактивного селя, составляющего 60% объема хвостохранилища	Загрязнение донных отложений, подземных и поверхностных вод, почв и растительности токсичными и радиоактивными элементами
<i>Кыргызский приграничный сектор</i>		
5. Кара-Балтинское, Ак-Тюзское, Буурдинское хвостохранилища (трансграничная проблема)	Токсичные и радиоактивные отходы, промышленные стоки Орловского химико-металлургического завода, Кара-Балтинского горнорудного комбината, Кара-Балтинский, Буурдинский и Ак-Тюзский рудники	Превышения радиационного гамма-фона, загрязнение атмосферного воздуха, почвенного покрова, подземных и поверхностных вод
6. Загрязнение вод р. Ала-Арча (приток трансграничной р. Шу)	Сброс промышленно-хозяйственных сточных и канализационных вод и отходов	Загрязнение поверхностных вод нефтепродуктами, БПК <sub>5</sub> , аммонийным и нитритным азотом, медью до 5–6 ПДК
7. Города Токмак, Кара-Балта и прилегающие к ним территории	Хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды, промышленные и бытовые отходы, отходы Кара-Балтинского горнорудного комбината	Загрязнение поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, засоление почв

Оценка степени нарушенности ландшафтов и выявление очагов экологического напряжения, вызванных антропогенным воздействием на приграничных территориях Казахстана и Кыргызстана, позволили разработать комплекс природоохранных мероприятий, которые способствуют устойчивому трансграничному природопользованию. Среди них: мероприятия по устойчивому трансграничному природопользованию в казахстанско-кыргызском секторе; мероприятия по предотвращению деградации почвенно-растительного покрова земель сельскохозяйственного использования; противодефляционные мероприятия; мероприятия по предотвращению засоления почв; мероприятия по предотвращению деградации пойменных и лесных природно-территориальных комплексов; мероприятия по предотвращению загрязнения поверхностных и подземных вод; мероприятия по минимизации воздействия промышленного освоения на природную среду; мероприятия по восстановлению биоразнообразия; мероприятия по восстановлению режима функционирования особо охраняемых природных территорий и созданию трансграничного природно-заповедного каркаса.

Природоохранные мероприятия и их сущность раскрыты по видам ландшафтов, выделенных на карте приграничных территорий с учетом видов их современного использования и степени нарушенности (рисунок 4).



Рисунок 4 – Фрагмент карты природоохранных мероприятий на приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора

**Заключение.** Проведенное исследование основывалось на результатах многолетних изучений ландшафтов приграничных территорий Казахстана, ведущих факторов их структурной дифференциации, динамики, основных закономерностей формирования, особенностей реакций природных комплексов на антропогенное воздействие. Существенное внимание уделялось разномасштабному ландшафтному картографированию. Авторы статьи стоят на позициях преимущества ландшафтного подхода к анализу и оценке антропогенной нарушенности приграничных территорий перед множеством других подходов. Результаты исследования, изложенные в статье,

показали, что оценка антропогенной нарушенности ландшафтов сопредельных приграничных территорий, а также разработанные природоохранные мероприятия по снижению антропогенных нарушений в ландшафтах приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора позволяют разработать типологию национальных структур природопользования. Основой для разработки данной типологии являются картографические модели: ландшафтная карта, отражающая ландшафтное разнообразие и структуру ландшафтов; карта антропогенной нарушенности ландшафтов, показывающая характер и степень антропогенной нарушенности ландшафтов в приграничной зоне Казахстана и Кыргызстана. Разработанные природоохранные мероприятия по снижению антропогенных нарушений и стабилизации экологического напряжения в ландшафтах хозяйственного использования позволят решать задачи по улучшению условий жизни и благосостояния населения, организации рационального и экологически безопасного ведения хозяйствования, расширению взаимовыгодных экономических связей в приграничной зоне Казахстана и Кыргызстана.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бакланов П.Я., Тулохонов А.К. Приграничные и трансграничные территории Азиатской России и сопредельных стран: проблемы и предпосылки устойчивого развития. Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Байкальский ин-т природопользования [и др.]. Интеграционные проекты СО РАН. – Вып. 23. – Новосибирск: СО РАН, 2010. – С. 13-47.
- [2] Гельдыева Г.В., Басова Т.А., Скоринцева И.Б. и др. Ландшафтно-экологические проблемы природопользования приграничных территорий Республики Казахстан. – Алматы, 2011. – С. 188-322.
- [3] Божко Л.Л. Теоретико-методологические основы исследования процессов экономического развития приграничных территорий: Автореф. дис. ... докт. эконом. наук. – Екатеринбург, 2011. – 30 с.
- [4] Bateman I.J., Jones A.P., Lovett A.A., Lake I.R., Day B.H. Applying geographical information systems (GIS) to environmental and resource economics // Environmental and Resource Economics. – 2002. – Vol. 22, issue 1. P. 219-269.
- [5] Бакланов П.Я., Ганзей С.С., Качур А.Н. Разработка программ природопользования для приграничных регионов // Современные проблемы географии и природопользования. – Барнаул, 2001. – № 5/6. – С. 23-28.
- [6] Anderson J., Wever E. Borders, Border Regions and Economic Integration: One World, Ready or Not // Journal of Borderlands Studies. – 2003. – Vol. 18. – P. 27-38.

#### REFERENCES

- [1] Baklanov P.Ya., Tulokhonov A.K. Border and cross-border territories of Asian Russia and neighboring countries: issues and preconditions for sustainable development. Integration projects. Vol. 23. Novosibirsk, 2010. P. 13-47 (in Russian).
- [2] Geldyeva G.V., Basova T.A., Skorintseva I.B. Landscape-ecological problems of nature management in the border areas of the Republic of Kazakhstan. Almaty, 2011. P. 119-322 (in Russian).
- [3] Bozhko L.L. Theoretical and methodological bases of research of border areas: Author's abstract. dis. ... doct. economy. sciences. Ekaterinburg, 2011. P. 110-211 (in Russian).
- [4] Bateman I.J., Jones A.P., Lovett A.A., Lake I.R., Day B.H. Applying geographical information systems (GIS) to environmental and resource economics // Environmental and Resource Economics. 2002. Vol. 22, issue 1. P. 219-269.
- [5] Baklanov P.Ya., Ganzei S.S., Kachur A.N. Development of programs of nature management for border regions // Modern Problems of Geography and Nature Management. Barnaul, 2001. N 5/6. P. 23-28 (in Russian).
- [6] Anderson J., Wever E. Borders, Border Regions and Economic Integration: One World, Ready or Not // Journal of Borderlands Studies. 2003. Vol. 18. P. 27-38.

**М. А. Хуснитдинова<sup>1</sup>, И. Б. Скоринцева<sup>2</sup>, Т. А. Басова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Қ. И. Сәтпаев ат. ҚазҰЗТУ PhD докторанты, ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясы (География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Г.ғ.д., доцент, ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының жетекшісі (География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>3</sup>Б.ғ.к., ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының ЖҒҚ (География институты, Алматы, Қазақстан)

#### ҚАЗАҚСТАН-ҚЫРҒЫЗСТАН СЕКТОРЫНЫҢ ШЕКАРА ШЕКТЕС АУМАҒЫНДАҒЫ ЛАНДШАФТТАРДЫҢ АНТРОПОГЕНДІК БҰЗЫЛУЫН БАҒАЛАУ

**Аннотация.** Мақалада Қазақстан және Қырғызстанның іргелес (қазақстан-қырғызстан секторы) шекара шектес аумағын зерттеудің географиялық негіздері қарастырылған. Ерекше көңіл шекара маңы зонасындағы антропогендік бұзылымдарды бағалауға бөлінеді. Ландшафттардың антропогендік бұзылымдары ландшафттарды құрайтын табиғи түзілістер есебінде және олардың нақты антропогендік әсер түрлерін тұрақтандыру механизмдерін анықтауда жүреді. Қазақстан және Қырғызстанның іргелес шекара шектес аумақтарында

антропогендік әсерден туған, оларды тұрақтандыру бойынша шұғыл шараны қажетсінетін экологиялық қауіп ошақтары айқындалған. Антропогендік әсерден өрбіген негативті үрдістерді жою мақсатында бірлескен іс-әрекеттер жүйесі құрылған. Ландшафттарға антропогендік жүктемені төмендететін, халықтың өмір сүру деңгейін және әл-ауқатын жақсарту бойынша міндеттерді шешуге, шаруашылықты экологиялық қауіпсіз және тиімді жүргізуді ұйымдастыру бойынша, Қазақстан және Қырғызстан шекара маңы зонасында өзара тиімді экономикалық байланыстарды кеңейту бойынша табиғатты қорғау іс-шаралары жасалынды. Берілген зерттеуде төмендегілер қолданылды: картографиялық әдіс; ғарыштық түсірімдерді шифрден шығару әдісі; ГАЖ-технологиялар; олар статистикалық және математикалық әдістерді қолданумен қазақстан-қырғызстан секторы шекара шектес аумағындағы ландшафттардың антропогендік бұзылым көрсеткіштерін есептеуге септігін тигізді.

**Түйін сөздер:** антропогендік бұзылым, ландшафттар, қазақстан-қырғызстан секторы, шекара шектес аумақ, трансшекаралық табиғат пайдалану.

**M. A. Khusnitdinova<sup>1</sup>, I. B. Skorintseva<sup>2</sup>, T. A. Bassova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>PhD Kazakh National Research Technical University After K. I. Satpayev, Laboratory of Landscape Science and Nature management Problems (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup>Doctor of Geographical Sciences, Assistant professor, Chair of Laboratory of Landscape Science and Nature management Problems (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>3</sup>Candidate of Biological Sciences Leading Researcher of Laboratory of Landscape Science and Nature management Problems (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

#### **THE ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC DISTURBANCE OF LANDSCAPES IN THE BORDER AREA OF KAZAKHSTAN AND KYRGYZSTAN**

**Abstract.** The article describes geographical bases of research of the neighboring border territories of Kazakhstan and Kyrgyzstan (Kazakh-Kyrgyz sector). Considerable attention is paid to the assessment of anthropogenic disturbance of the landscapes in the border zone. Assessment of anthropogenic disturbance of the landscapes is carried out taking into account the natural components of the landscapes and the determination of the mechanism of their resistance to specific types of anthropogenic impact. Hot spots of environmental stress caused by anthropogenic impact and requiring immediate measures to stabilize them, are revealed in the neighboring border areas of Kazakhstan and Kyrgyzstan. A system of joint actions to neutralize the negative processes in the landscapes caused by anthropogenic impact, is worked out. Environmental protection measures to reduce anthropogenic pressure in landscapes are developed for addressing the tasks of improving the living conditions and welfare of the population, of organizing a rational and environmentally friendly economic management, of expanding mutually beneficial economic ties in the border zone of Kazakhstan and Kyrgyzstan. The following methods were used in this study: a cartographic method; method of interpretation of satellite images; GIS technology, which with the use of statistical and mathematical methods allowed to calculate the indices of anthropogenic disturbance of the landscapes of the border area of the Kazakh-Kyrgyz sector.

**Keywords:** anthropogenic disturbance, landscape, Kazakh-Kyrgyz sector, border area, transboundary nature management.

УДК 551.4:528.94:911.5:504.5

**И. И. Алимаев<sup>1</sup>, И. Б. Скоринцева<sup>2</sup>, Т. А. Басова<sup>3</sup>, В. С. Крылова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Д.с.-х.н., проф., главный научный сотрудник (Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства, Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>Д.г.н., доц., руководитель лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>3</sup>К.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>4</sup>К.г.н., старший научный сотрудник лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

## УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПАСТБИЩНЫМИ РЕСУРСАМИ КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

**Аннотация.** Для повышения продуктивности пастбищ и обеспечения устойчивого (сбалансированного) пастбищного животноводства Республики Казахстан разработаны методологические и методические основы управления пастбищными ресурсами с использованием современных ГИС-технологий. Создана серия тематических карт на территорию Казахстана, включающая карты: кормовых пастбищных ресурсов; обводнения пастбищ, породного размещения животных на пастбищах; земель запаса как реального кормового ресурса; нагрузки выпаса сельскохозяйственных животных на пастбища, на основе которых возможно эффективное использование пастбищных угодий и решение фундаментальных научных проблем в области управления животноводством.

**Ключевые слова:** пастбища, кормовые ресурсы, земли запаса, пастбищная нагрузка, обводнение пастбищ.

**Введение.** Правительством Республики Казахстан большое внимание уделяется проблемам животноводства. 20 февраля 2017 года был принят Закон «О пастбищах». Он регулирует общественные отношения, связанные с рациональным использованием пастбищ, и направлен на улучшение состояния пастбищ и их инфраструктуры, предотвращение процессов их деградации. Документ позволяет создать благоприятные условия для занятия животноводством в стране, что должно обеспечить население качественной и доступной по цене животноводческой продукцией.

Благоприятные природно-климатические условия и значительные площади пастбищных угодий Казахстана являются источником насыщения внутреннего рынка продукцией животноводства (мяса, молока, шерсти) и реализации ее на экспорт. Согласно статистическим данным площадь опустыненных и деградированных сельскохозяйственных угодий составляет около 15% территории республики. Из 186,5 млн га пастбищ (на 01.01.2017 год) сильной степени деградации подвержено около 27,1 млн га пастбищных угодий [1]. Следует особо отметить, что Казахстан занимает одно из ведущих мест в мире (пятое место) по размерам пастбищ и первое место по отношению пастбищной площади к численности поголовья сельскохозяйственных животных. В настоящее время в республике насчитывается 42,2 млн га круглогодичных пастбищ. Большая их часть сконцентрирована на юге и западе страны, в долинах рек Иле, Сырдария и Жайык, а также на участках увлажненных песчаных массивов пустынной зоны. Большой проблемой является отсутствие налаженной системы отгонно-пастбищного животноводства. Эта система позволяет эффективно использовать пастбища, улучшить ситуацию с менее затратной для фермерских хозяйств кормовой базой и дает толчок для роста численности поголовья скота и продуктивности сельскохозяйственных животных.



Первостепенной задачей, которая стоит перед Казахстаном, является проведение инвентаризации экологического состояния пастбищных угодий в животноводческих районах, которая позволит выработать адресные предложения по вводу в оборот новых пастбищных земель. В настоящее время информацию о состоянии пастбищных угодий мира получают с применением дистанционных методов, позволяющих своевременно иметь полный объем информации о состоянии пастбищных экосистем. Следует отметить, что космическому зондированию пастбищных земель как методу оперативного и масштабного мониторинга сельскохозяйственных угодий нет альтернативы.

Рациональное использование, сохранение и восстановление пастбищных угодий Казахстана является в настоящее время актуальной и сложной задачей, решение которой возможно на основе современных ГИС-технологий. Географические информационные системы дают возможность сельскохозяйственным формированиям республики, управленческим сельскохозяйственным структурам и др. эффективно использовать информацию, заложенную в атрибутивных таблицах базы данных, картографических моделях для управления пастбищными ресурсами.

**Цель исследования.** Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства МСХ РК совместно с Институтом географии МОН РК изучал пастбищные территории Казахстана. Целью исследований – разработка методологических и методических основ управления пастбищными ресурсами с использованием ГИС-технологий для повышения продуктивности пастбищ, обеспечения устойчивого (сбалансированного) пастбищного животноводства и создание картографических моделей по пастбищным ресурсам Казахстана.

**Материалы и методы исследований.** Методологической основой исследования является синтез системного и ГИС-технологического подходов, включающих комплекс ведущих принципов и методов землепользования и землеустройства, пастбищных агроландшафтов, рационального природопользования и социально-экономического развития. Основным способом выполнения поставленных задач по проекту явилось использование методов и методологии географической и сельскохозяйственной наук. Исследование осуществлялось на новой методической основе с применением современных ГИС-технологий. Впервые изучение базировалось на региональных и локальных характеристиках пастбищных ресурсов Казахстана с использованием данных дистанционного зондирования и космических снимков (рисунок 1).



Рисунок 1 – ДЗЗ и космические снимки в исследовании пастбищных ресурсов

Методы дистанционной оценки состояния пастбищных ресурсов предусматривали следующие этапы:

1. Сбор картографической информации и формирование базы данных с указанием типов пастбищ, основных растительных сообществ, сезонной урожайности, кормозапаса и др. На этом этапе выделялись спорные участки контуров типов пастбищ для проведения ДЗЗ исследований и полевых выездов для уточнения контуров выделов и типов пастбищ.
2. Изучение растительного покрова с помощью наземных исследований.
3. Тестирование методов прямой оценки продуктивности пастбищ (полевые выезды на тестовых участках, калибровка спутниковых данных на измеренные величины проективного покрытия, расчеты продуктивности естественной растительности).

В ходе исследования были использованы космические снимки различного разрешения. Критерии выбора спутниковых данных были сформулированы для решения конкретных задач по картированию кормовых ресурсов. В исследовании использовались спутниковые данные Landsat (разрешение 30 м) и Terra/MODIS (разрешение 250 м).

Картографический метод является ведущим методом тематического картографирования пастбищных ресурсов Казахстана. На его основе была составлена серия карт по пастбищным ресурсам республики в масштабе 1:1 500 000.

**Результаты исследований.** Впервые на территорию Казахстана создана серия специализированных карт по пастбищным ресурсам с использованием современных ГИС-технологий, карты: кормовых пастбищных ресурсов; обводнения пастбищ, породного размещения животных на пастбищах; использования пастбищ на землях запаса как реального кормового ресурса; нагрузки выпаса сельскохозяйственных животных.

1. Создана карта кормовых ресурсов Казахстана (рисунок 2). Картографирование кормовых угодий в масштабе 1:1 500 000 осуществлялось в программном продукте ArcGIS 10.2 путем экспертного дешифрирования полных покрытий космическими снимками Landsat и MODIS 2014–2016 гг. Все выделенные кормовые ресурсы систематизированы по составу растительности и экологическим уровням. Типы кормовых ресурсов объединяются в группы типов на основании одинаковых или систематически близких преобладающих видов растений, группы типов – в классы типов по сходству растительности. Каждый из выделенных типов кормовых ресурсов сопровождается краткой характеристикой: где этот тип встречается (административная единица), в каких условиях находится (зоны, почвы, рельеф), урожайность, качество в кормовом отношении и др.

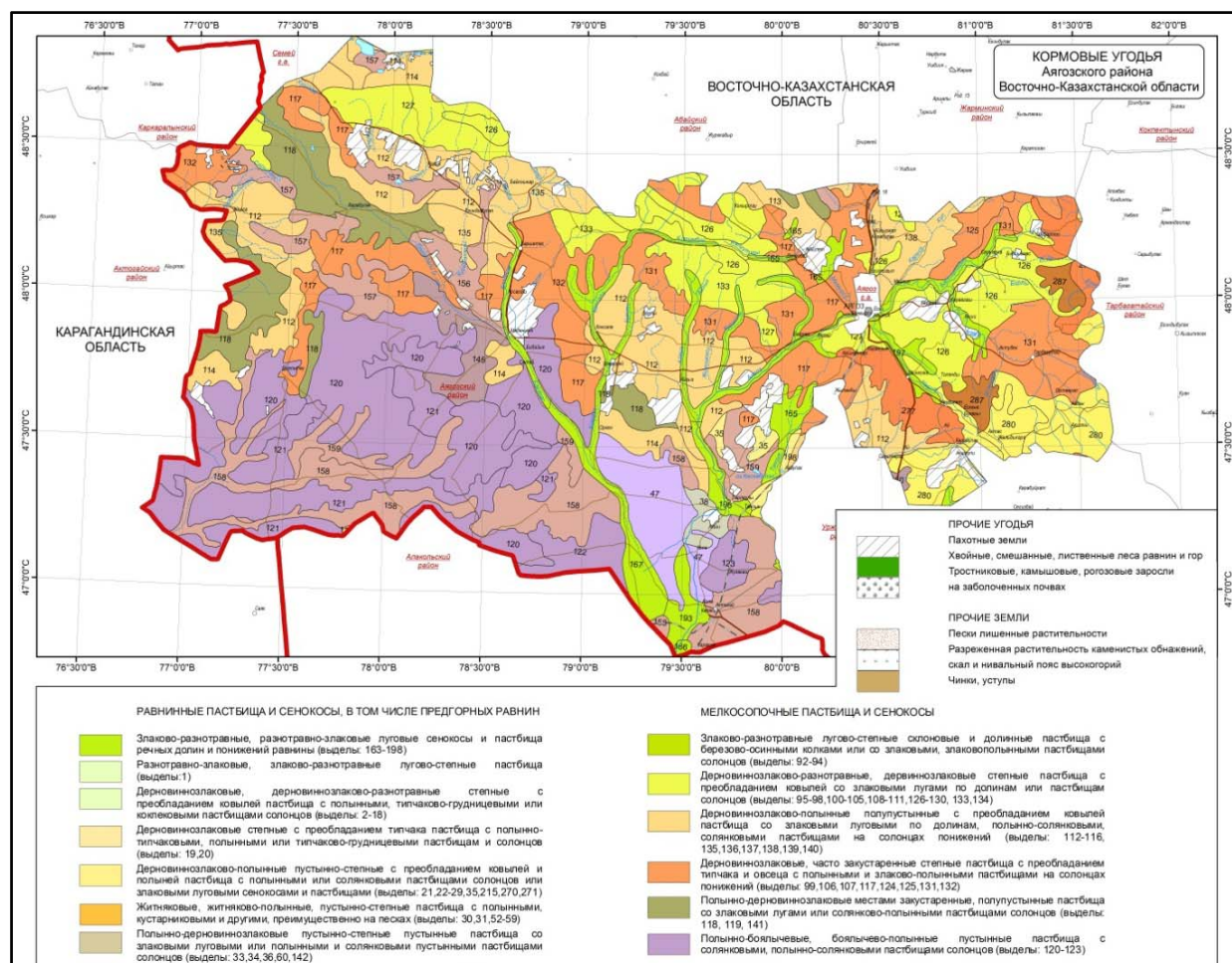


Рисунок 2 – Фрагмент карты кормовых ресурсов Казахстана (Восточно-Казахстанская область, Аягоский район)

2. Создана карта обводнения пастбищ Казахстана в программном продукте ArcGIS 10.2 путем оцифровки колодцев и скважин с топографических карт масштаба 1:200 000. В ходе составления карты использовались также материалы обследования пастбищных колодцев и скважин, проведенного КазНИИ водного хозяйства МСХ РК в 2015–2017 годах; данные инвентаризации колодцев на землях сельскохозяйственного назначения, полученные РГП «ГИСХАГИ» РК в 2010–2016 годах; результаты Института гидрогеологии и геоэкологии за 2010–2016 годы (рисунок 3).

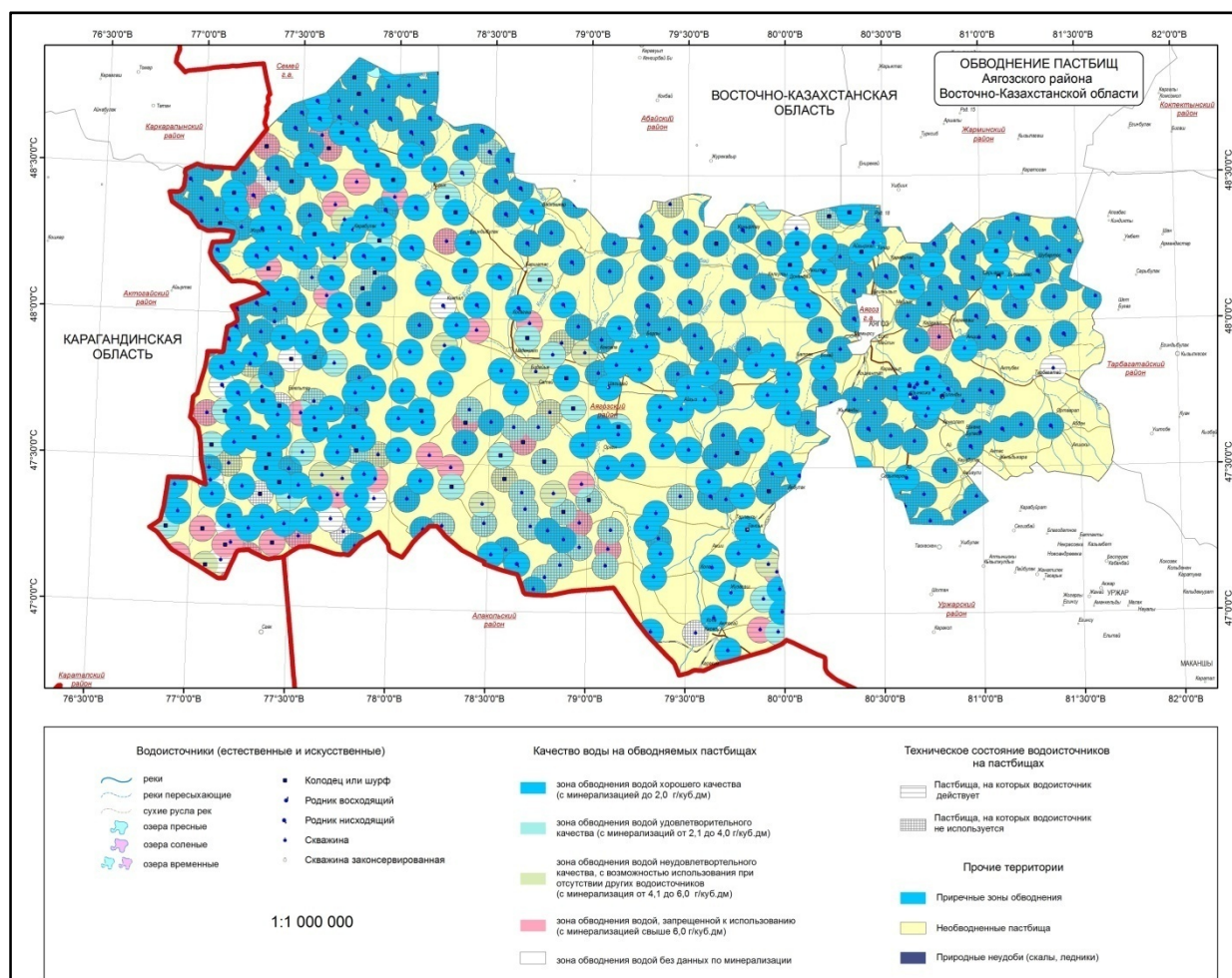


Рисунок 3 – Фрагмент карты обводнения пастбищ Казахстана (Восточно-Казахстанская область, Аягозский район)

В Казахстане насчитывается 186,5 млн га пастбищных угодий, из них 105,4 млн га (56,5%) обводнено. Значительные площади обводняемых пастбищ сконцентрированы в Восточно-Казахстанской (12,7 млн га), Карагандинской (19,9 млн га) и Алматинской (10,6 млн га) областях (рисунок 4) [1].

Обводнены пастбища за счет поверхностных и подземных вод. Основными источниками водоснабжения пастбищных участков хозяйств являются подземные воды, вскрываемые шахтными колодцами и водозаборными скважинами. 1986–1988 годы были «пиком» экстенсивного развития обводнения пастбищ Казахстана. В послереформенный период за счет снижения поголовья скота и нагрузок в районах, где основным источником водоснабжения были подземные воды, шахтные и трубчатые колодцы не использовались и во многих случаях были разрушены.

На основе оценки обводнительных сооружений пастбищ по состоянию качества в них воды (фондовые материалы Института гидрогеологии и геоэкологии им. У. А. Ахмедсафина) выделено пять категорий их состояния, которые подразделяются по минерализации воды, также определены площади обводнения пастбищ в радиусе 5 км от нахождения действующих обводнительных сооружений.

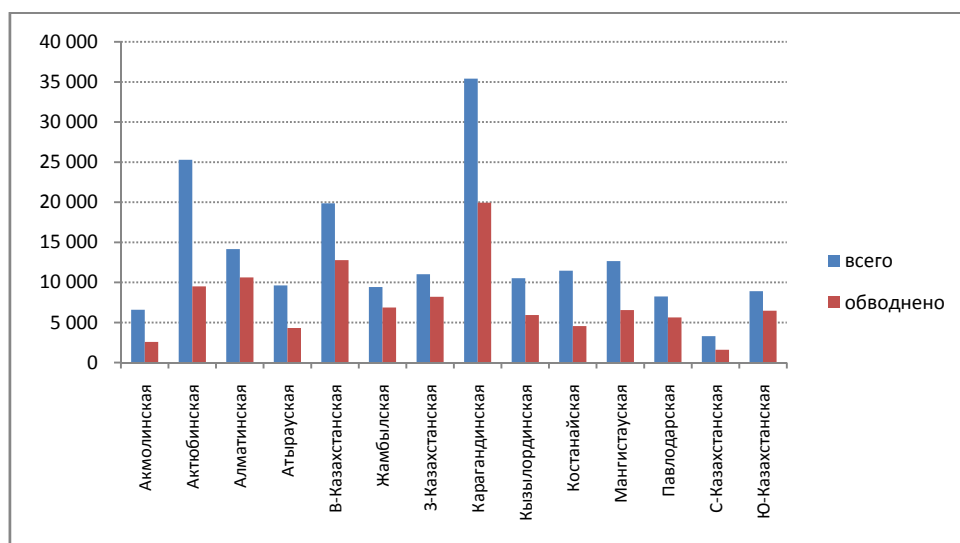


Рисунок 4 – Площади обводнения пастбищ в разрезе административных областей Казахстана, тыс. га

За последние 20 лет площади обводнения пастбищ сократились в 2,5 раза. Уменьшение площадей обводненных пастбищ привело к резкому росту нагрузок на пастбища у действующих водных источников (рисунок 5).



Рисунок 5 – Сбитость пастбищ вокруг обводнительных сооружений в Западно-Казахстанской области

Примером неудовлетворительного состояния обводнения пастбищ служат результаты обследования, проведенного РГП «ГИСХАГИ» РК по инвентаризации обводнительных сооружений на пастбищах Казахстана. Они показали, что из 44 660 обследованных обводнительных сооружений не требуют реконструкции только 6282 (14% от всех обводнительных сооружений по инвентаризации), это указывает на неудовлетворительное их состояние.

3. Составлена карта земель запаса Казахстана, которая является основой развития отгонно-пастбищного животноводства (рисунок 6). На основе этой картографической модели рассчитан кормовой запас пастбищ на землях запаса в разрезе области, района, сельского округа.

Проведено ранжирование пастбищ запаса по среднегодовой урожайности (воздушной сухой массы), в основу расчета урожайности пастбищной растительности была положена составленная нами карта кормовых ресурсов Казахстана.

В структуре земель запаса преобладают сельскохозяйственные угодья, которые составляют 82,6% от площади всех земель запаса, где пастбища занимают 94,5% площади (76,8 млн га) и являются резервом для развития отгонно-пастбищного животноводства (таблица 1).

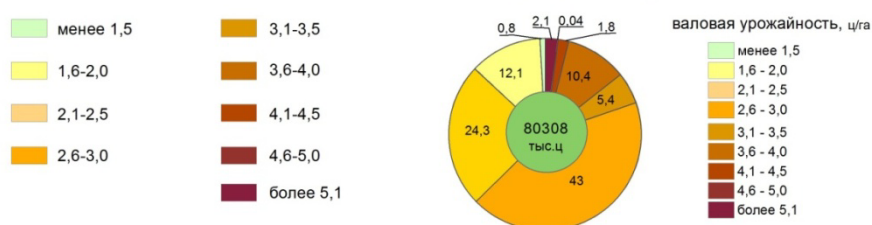
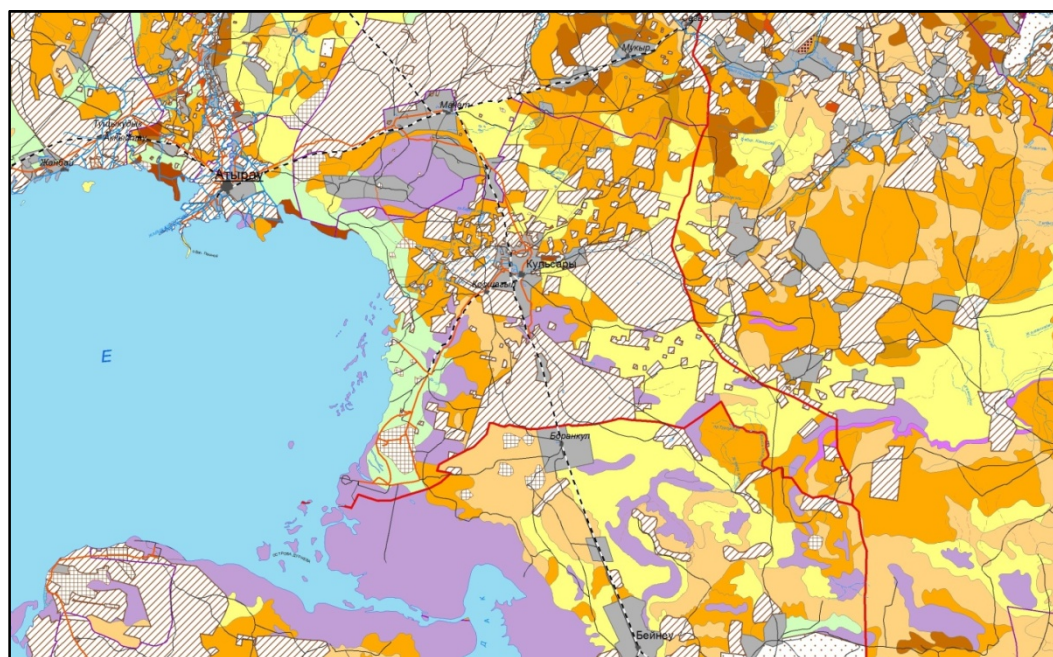


Рисунок 6 – Фрагмент карты земель запаса Казахстана (Мангистауская область)

Таблица 1 – Состав сельскохозяйственных угодий земель запаса по областям на 1 ноября 2016 года, тыс. га

Область	Всего земель	В том числе						
		сельхоз-угодья	из них					
			пашня	мн. насаждения	залежь	сенокосы	пастбища	огороды
Акмолинская	1 122,8	946,9	–	1,2	121,2	35,3	789,2	–
Актюбинская	14 119,0	11 836,0	–	0,3	246,8	275,4	11 313,4	0,2
Алматинская	7 126,2	4 421,9	–	2,4	32,9	207,3	4 178,7	0,7
Атырауская	6 346,3	5 045,8	–	0,1	2,9	76,5	4 966,3	–
В-Казахстанская	10 389,5	8 701,2	–	2,5	137,7	487,4	8 070,1	3,5
Жамбылская	1 936,2	1 493,1	41,2	1,2	0,2	118,0	1 332,5	–
З-Казахстанская	4 775,2	4 307,5	–	0,6	631,2	537,6	3 138,0	0,1
Карагандинская	16 664,3	15 183,0	–	0,1	155,7	136,7	14 889,8	0,3
Кызылординская	11 845,7	9 112,5	–	1,0	17,2	62,6	9 029,9	1,8
Костанайская	5 793,1	5 344,6	–	1,2	98,3	122,1	5 122,0	1,0
Мангистауская	9 503,3	7 139,2	–	–	–	0,3	7 138,9	–
Павлодарская	4 526,2	4 125,0	–	0,7	683,7	117,5	3 321,8	1,3
С-Казахстанская	1 039,8	827,7	–	1,2	103,8	8,9	712,6	1,2
Ю-Казахстанская	3 179,6	2 835,3	–	0,1	32,3	14,6	2 788,3	–
Всего	98 368,2	81 320,7	41,2	13,6	2 263,9	2 200,2	76 791,5	10,1

Картографический анализ площадей пастбищ, сосредоточенных на землях запаса Казахстана, и расчет их кормозапаса показали, что на данных землях формируется 233,2 млн ц воздушно-сухого пастбищного корма, что позволяет дополнительно выпасать около 370 тыс. усл. голов скота (в пересчете на крупный рогатый скот).

4. Впервые на территорию Казахстана *составлена карта породного районирования сельскохозяйственных животных с использованием современных ГИС-технологий* (рисунок 7).

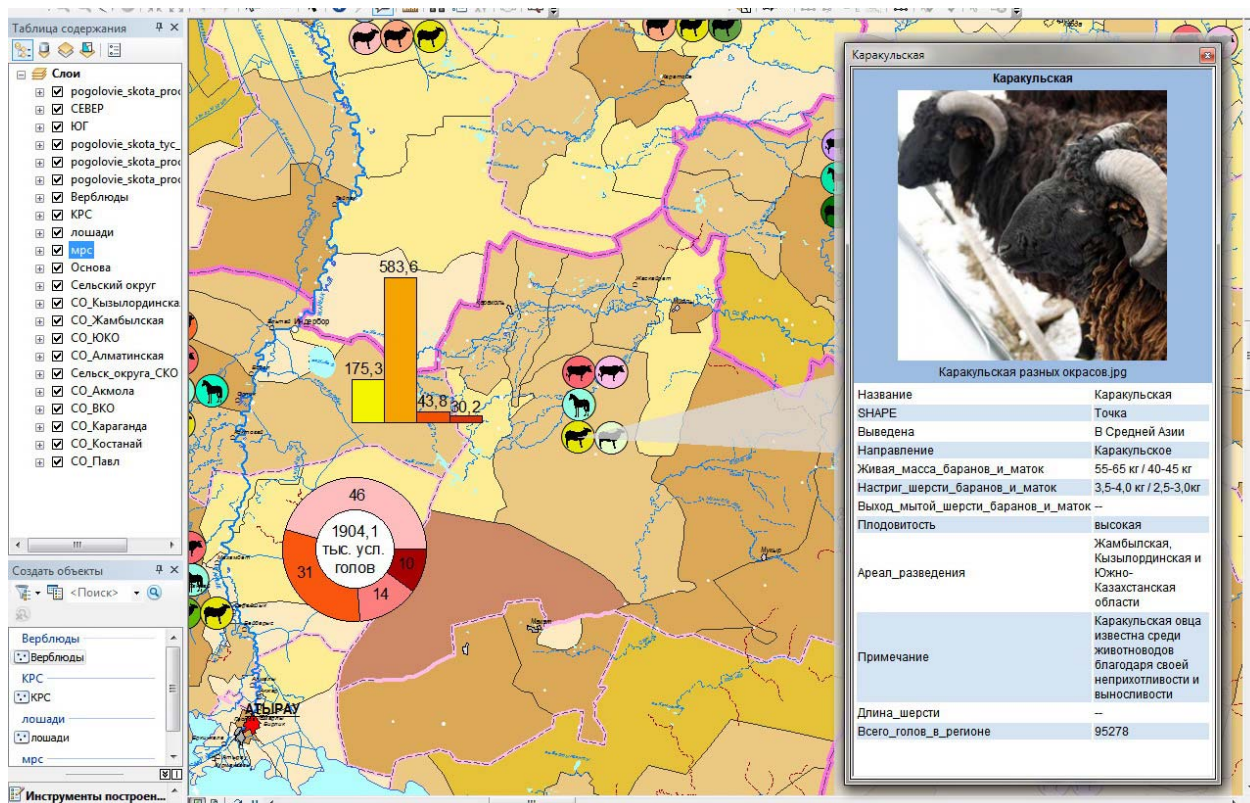


Рисунок 7 – Фрагмент карты породного районирования сельскохозяйственных животных Казахстана

Атрибутивные таблицы к карте отражают следующие показатели:

- площадь сельских округов в разрезе областей;
- численность поголовья скота (в переводе на условные головы, овец) в среднем за 2010–2016 годы в разрезе сельских округов областей;
- породное районирование сельскохозяйственных животных и их распространение по территории областей в разрезе административных районов).

Исследования по породному районированию сельскохозяйственных животных в Казахстане показали, что во всех категориях хозяйств насчитывается 6513 тыс. голов крупного рогатого скота, из которых поголовье племенного скота составляет 5,2% от численности всего поголовья КРС; 18 184 тыс. голов овец и коз (6,1% племенного скота); 2259 тыс. голов лошадей (4,2% племенного скота).

5. Для Республики Казахстан *создана карта нагрузки сельскохозяйственных животных на пастбища* (рисунок 8), которая разработана на основе карты кормовых ресурсов, разновременных космических снимков, результатов наземных полевых обследований пастбищных территорий, фондовых и опубликованных тематических картографических материалов.

Эта карта объективно отражает пространственное распределение и структуру пастбищных угодий, особенности их трансформации, среднюю урожайность за пастбищный сезон, допустимые нагрузки сельскохозяйственных животных на фоновые и деградированные пастбища и может служить базовой основой при составлении прикладных и прогнозных карт для планирования и управления пастбищными экосистемами республики.



Таблица 2 – Фрагмент легенды к карте нагрузки сельскохозяйственных животных на пастбища Казахстана

№ на карте	Пастбища	Допустимые нагрузки на пастбища (усл. голов овец /100 га) фоновые /деградированные
А. ПАСТБИЩА РАВНИН (отдел)		
<i>Лесостепной (зональный тип)</i>		
Глинистые равнины (подотдел)		
<i>Комплексные лугово-злаковые с участием лиственных лесов на черноземах выщелоченных и серых лесных почвах (класс)</i>		
Г р у п п а п а с т б и щ		
1	Луговые злаково-разнотравные, солонечниково-типчаковые на лугово-черноземных почвах и солонцах лугово-степных со значительным участием березово-осиновых лесов, местами заболоченных на серых лесных почвах	$\frac{105}{75}$
<i>Красноковыльно-богаторазнотравные с участием колочных лесов преимущественно на черноземах обыкновенных, лугово-черноземных почвах и солодах</i>		
Г р у п п а п а с т б и щ		
2	Красноковыльно-морковниково-богаторазнотравные, лугово-злаковые на черноземах обыкновенных и лугово-черноземных почвах со значительным участием луговых западин и березово-осиновых колок на солодах	$\frac{98}{74}$
3	Комплексные ковыльно-полынные, грудницево-типчаковые на черноземах обыкновенных солонцеватых, солонцах степных с участием ивовых лугов и болотистых западин	$\frac{95}{68}$

Для пастбищ засушливых степей на темно-каштановых почвах в связи с усилением аридности климата отмечается снижение допустимой нагрузки. Ковыльно-типчаковые, дерновиннозлаковые пастбища могут вмещать 45–50 голов овец на 100 га.

В степной зоне, на севере Актыубинской и в центральной части Костанайской и Акмолинской областей, доминируют ковыльно-типчаковые, ксерофитнодерновиннозлаковые пастбища с участием ксерофитного разнотравья. Рекомендуемая допустимая нагрузка при выпасе восстановленных пастбищ составляет 50–55 голов овец на 100 га и не более 30–35 голов овец на умеренно нарушенных.

Пастбища мелкосопочников степной зоны распространены в Акмолинской, Павлодарской и Карагандинской областях, представлены дерновиннозлаково-петрофитноразнотравными сообществами с допустимой нагрузкой при выпасе 50–60 овец на 100 га на восстановленных пастбищах и не более 30–40 голов овец на умеренно деградированных.

Пастбища мелкосопочников в полупустынной зоне распространены главным образом в Карагандинской, Восточно-Казахстанской и Актыубинской областях. Представлены дерновиннозлаково-петрофитноразнотравно-кустарниковыми и дерновиннозлаково-полынными пастбищами. Рекомендуемые нагрузки выпасаемого скота в данных ландшафтно-экологических условиях – 35–45 голов овец на 100 га на фоновых пастбищах и 25–30 голов на умеренно нарушенных.

Пастбища пустынной зоны занимают центральную и южную часть Казахстана. На севере пустынной зоны на аккумулятивных равнинах преобладают полынно-эфемеровые, белоземельно-полынные и биоргуновые пастбища с рекомендуемыми нагрузками сельскохозяйственных животных от 35 до 45 голов овец на 100 га на фоновых и слабо нарушенных территориях и от 25 до 30 голов овец на 100 га на деградированных пастбищах.

Пастбища эоловых равнин в северных пустынях представлены псаммофитнополынно-еркековыми, псаммофитнокустарниковыми, жузгуново-еркеково-полынными, которые нормально функционируют при нагрузке 35–40 гол овец на 100 га. На деградированных пастбищах нагрузка не должна превышать 25–30 голов овец на 100 га. На юге эоловых равнин доминируют белосаксаулово-паммофитнокустарниково-осоковые, жузгуново-терескеновые пастбища с допустимыми нагрузками 30–35 голов на 100 га восстановленных пастбищ и менее 25 голов на 100 га деградированных.



Горные и предгорные пастбища Казахстана распространены на востоке, юго-востоке и юге. Распределение растительности обусловлено широтной зональностью, спектром вертикальной поясности и экспозиционными различиями. Горно-луговые высокогорные ландшафты на Алтае характеризуются преобладанием пастбищ, представленных альпийскими низкотравнозлаковыми лугами с предельно допустимой нагрузкой 85–90 голов овец на 100 га на слабонарушенных и фоновых пастбищах и 60–65 голов на умеренно деградированных. Для высокогорных пастбищ Жетысу и Иле Алатау, образованных преимущественно кобрезиевыми сообществами, допустимая нагрузка на пастбища составляет 85–90 голов на 100 га слабонарушенных пастбищ.

Среднегорные ландшафты Казахстана характеризуются региональными особенностями распространения пастбищной растительности. Пастбища на Алтае образованы крупнотравными разнотравно-злаковыми сообществами, Жетысу и Иле Алатау – дерновиннозлаково-разнотравными с оптимальной нагрузкой не более 70–85 голов овец на 100 га. Среднегорная зона в пределах Каратау, Таласского и Угамского хребтов отличается преобладанием полынно-злаковых с кустарниками пастбищ с оптимальной для них нагрузкой 70–75 голов овец на 100 га на восстановленных пастбищах и 45–50 голов овец на деградированных.

Для низкогорных ландшафтов Казахстана отмечается значительное разнообразие пастбищ. Степные низкогорные ландшафты характеризуются доминированием дерновиннозлаково-петрофитноразнотравных с участием кустарников пастбищ. Предельно допустимая нагрузка на восстановленные территории составляет 60–75 голов овец на 100 га. На деградированных пастбищах нагрузка колеблется от 35 до 45 голов на 100 га. В полупустынных низкогорных ландшафтах преобладают дерновиннозлаковые, местами со значительным участием полыни пастбища с оптимальной нагрузкой на них 55–65 голов овец на 100 га.

Предгорные равнины отличаются фрагментарным распространением пастбищ. В степных предгорных ландшафтах дерновиннозлаково-ковыльно-разнотравные с кустарниками пастбища рекомендуются использовать с предельно допустимой нагрузкой 75–85 голов овец на 1 га на восстановленных пастбищах и 50–60 голов на деградированных. Полупустынные предгорные пастбища с преобладанием дерновиннозлаково-полынных, тырсовых сообществ рекомендуются к выпасу с нагрузкой 60–70 голов овец на 1 га слабонарушенных пастбищ. Нагрузка на пустынные предгорные пастбища колеблется от 60 до 65 голов овец.

**Заключение.** Рациональное использование, сохранение и восстановление пастбищных угодий Казахстана является актуальной и сложной задачей, решение которой возможно на основе современных ГИС-технологий. Полученные в ходе исследования результаты (оценочные и рекомендательные материалы) обеспечивают повышение уровня эффективности пастбищного животноводства Казахстана. Разработанные картографические модели с использованием современных ГИС-технологий в контексте обеспечения продовольственной безопасности дают возможность хозяйствующим субъектам, особенно фермерским хозяйствам, предприятиям среднего и малого бизнеса организовать рациональное ведение животноводства, обеспечить экологически безопасную сбалансированную структуру пастбищных угодий, устойчивость и доходность сельскохозяйственного производства, улучшить качество жизни и среды жизнедеятельности населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2015 год. Агентство Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами. – Астана, 2016. – 184 с.
- [2] Научно-методическое пособие по нагрузкам сельскохозяйственных животных на восстановленных и деградированных пастбищах Казахстана. Министерство сельского хозяйства РК. Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии. – Алматы, 2004. – 46 с.

#### REFERENCES

- [1] Consolidated analytical report on the status and use of the lands of the Republic of Kazakhstan for the year 2016. Agency of the Republic of Kazakhstan for Land Management. Astana, 2016. 184 p. (in Russian).
- [2] Scientific and methodical manual on loads of agricultural animals on the restored and degraded pastures of Kazakhstan. Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan. Scientific and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine. Almaty, 2004. 46 p. (in Russian).

И. И. Алимаев<sup>1</sup>, И. Б. Скоринцева<sup>2</sup>, Т. А. Басова<sup>3</sup>, В. С. Крылова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>А-ш.ғ.д., проф., бас ғылыми қызметкер

(Қазақ мал шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты және жемшөп өндірісі, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Г.ғ.д., доц., ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының меңгерушісі

(География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>3</sup>Б.ғ.к., ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының жетекші қызметкері

(География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>4</sup>Г.ғ.к., ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының аға қызметкері

(География институты, Алматы, Қазақстан)

### ГАЗ-ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУМЕН ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖАЙЫЛЫМ РЕСУРСТАРЫН ТҰРАҚТЫ БАСҚАРУ

**Аннотация.** Жайылымдардың өнімділігін арттыру және Қазақстан Республикасының тұрақты жайылымдық (үйлестірілген) мал шаруашылығын қамтамасыз ету мақсатында заманауи ГАЗ-технологияларын пайдаланумен жайылым ресурстарын тұрақты басқарудың әдістік және әдістемелік негіздері құрылды. Тақырыптық карталар тобы жасалды – жемшөп жайылым ресурстары; жайылымдарды суландыру; жайылымдарға тұқымдық малдарды орналастыру; нақты азық ресурсы саналатын қор жерлер; өріс жүктемесі, оның негізінде жайылым алқаптарын тиімді пайдалануға және мал шаруашылығын басқару облысында қолданбалы ғылыми мәселелерді шешуге, рентабельді ауыл шаруашылық құрылымдарды дамытуға және халықтың табыс деңгейін арттыруға септігін тигізеді.

**Түйін сөздер:** жайылым, жемшөп ресурстары, қор жерлер, жайылым жүктемесі, жайылымдарды суландыру.

I. I. Alimaev<sup>1</sup>, I. B. Skorintseva<sup>2</sup>, T. A. Bassova<sup>3</sup>, V. S. Krylova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>D.Sc., Prof., Chief researcher

(Kazakh scientific research institute of animal production and feed production, Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup>D.Sc., Head of the laboratory of landscape studies and problems of nature management

(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>3</sup>PhD, Principle research worker of laboratory of landscape studies and problems of nature management

(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>4</sup>PhD, Senior research worker of landscape studies and problems of nature management

(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

### SUSTAINABLE MANAGEMENT OF THE RESIDENTIAL RESOURCES OF KAZAKHSTAN WITH THE USE OF GIS TECHNOLOGIES

**Abstract.** To improve the productivity of pastures and ensure sustainable (balanced) pasture livestock in the Republic of Kazakhstan, methodological and methodological foundations for managing pasture resources using modern GIS technologies have been developed. A series of thematic maps – fodder pasture resources; flooding of pastures, pedigree accommodation of animals in pastures; reserve lands as a real feed resource; grazing loads, on the basis of which it is possible to effectively use rangeland and contribute to the solution of fundamental scientific problems in livestock management, contribute to the development of profitable agricultural formations and increase the income level of the population.

**Keywords:** pastures, fodder resources, reserve lands, pasture load, pasture watering.

А. У. Маканова<sup>1</sup>, А. А. Кудерин<sup>2</sup>, Г. Б. Алдажанова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Г.ғ.к., ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының аға ғылыми қызметкері  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Сәтпаев ат. ҚазҰЗТУ PhD докторанты, ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері  
лабораториясының кіші ғылыми қызметкері (География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>3</sup>Ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының кіші ғылыми қызметкері  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

## ҚЫЗЫЛОРДАНЫҢ ТАБИҒИ-АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ ЖҮЙЕСІН ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ БОЙЫНША ІС-ШАРАЛАР

**Аннотация.** Табиғат қорғауды тұрақтандырудың негізін ландшафттық-экологиялық ортаға тигізіп отырған, әсер ету деңгейіне байланысты шаруашылық әрекеттерге шектеу жүргізуді ұйымдастыру құрайды, онда табиғат қорғау шараларын тұрақтандырудың объектісі ретінде нақты шаруашылық әрекеттер жүйесі қарастырылады. Қызылорданың ТАЖ жерлерін пайдаланудың аумақтық талдауы ауыл шаруашылық маңыздағы жерлерді пайдалану және қорғау бойынша бірнеше кешенді ұсыныстарды құрастыруға мүмкіндік берді.

**Түйін сөздер:** табиғи-ауыл шаруашылық жүйе, табиғатты қорғау шаралары, табиғи ресурстар, агроландшафттар, жерді пайдалану, дефляция, су эрозиясы, деградация, топырақтардың тұздануы, мелиорация.

Табиғи-ауыл шаруашылық жүйелерін кешенді зерттеудің ажырамас бөлігі болып ауыл шаруашылық қолданыстағы жерлердің тұрақтылық механизмін, осы байланыстардың ландшафттар және ауыл шаруашылық түрлерінің әсері арасында әртүрлі типтердің өзара әрекеттері шеңберін анықтайтын табиғи факторлардың өзара біртекті қатынастарын анықтау саналады.

Қызылорданың ТАЖ аумағындағы ауыл шаруашылық әрекеттер - жер иелену, мелиорация және отарлы-жайылымдық мал шаруашылығы ауыл шаруашылық мақсаттағы жерлердің сапалық өзгерісіне әкеп соғады. Қызылорданың табиғи-ауыл шаруашылық жүйесіндегі жерлерді тиімді пайдаланудың негізін нақтыланған аумақтық жерге орналастыру және жерді пайдалану құрайды. Ұзақ уақыт бойы зерттелініп отырылған аумақта жердің деградациялану тенденциясының тұрақтылығы, оның ішінде ауыл шаруашылық алқаптар, сондай-ақ егістік аумақтарының азаюы байқалуда. Қызылорданың ТАЖ жер ресурстарының жағдайын талдау жерде болып жатқан негативті үрдістер мен құбылыстар жиегін анықтауға септігін тигізді, олар табиғи-ауыл шаруашылық жүйесінің потенциалын ғана төмендетпей, сонымен қатар басқа да табиғи ресурстардың сапасы мен санына әсерін тигізуде: сулы, орманды, өсімдік және мал шаруашылығы және т.б.

Ғылыми зерттеулер көзқарасы бойынша, жер ресурстарды пайдаланудың экономикалық тиімді және экологиялық қауіпсіз жолын қамтамасыз ететін жер пайдалану жүйесін құру қажет. Бұл аспекте жерге орналастырудың рөлі ұлғая түседі, оның негізі экологиялық, экономикалық және технологиялық дәлелденген, егіс алқаптарының биоклиматтық потенциалы, топырақ құнарлылығының өсуі есебінде, экологиялық тұрақты табиғи-ауыл шаруашылық жүйесін құру есебінде өнеркәсіпті қажетті өнім көлемімен қамтамасыз ете алатын, ауыл шаруашылық өндірістің шапшаң аумақтық ұйымдастыруын құрумен айқындалады [1, 2].

Қызылорданың ТАЖ аумағы әртүрлі деңгейде табиғи және антропогенді үрдістердің дамуына ұшыққан (дефляция, сулы эрозия, топырақтардың қайта тұздануы және т.б.). Ландшафттарға антропогенді салмақтың түсуі және табиғи ресурстарды тиімді пайдаланбау нәтижесінде қалыптасқан заманауи экологиялық мәселелер, әлбетте, табиғи-ауыл шаруашылық жүйесіндегі топырақ жамылғысының жағдайына септігін тигізгені анық. Экологиялық жағдайды ұшықтыру – зерттелініп алынған барлық табиғи зоналарындағы топырақ жамылғысының деградациялануына әкеп соқты. Топырақтардың өзіндік қалпына келуі мүлдем жойылды. Зерттелінген аумақтың жайылымдық мал шаруашылығы тәжірибелік тұрғыда кеңінен таралған. Жайылымдық әсер барысында аталған табиғи-ауыл шаруашылық жүйесінің экологиялық мәселелеріне мыналар жатады: жайылым экожүйелерінің табиғи-ресурстық потенциалының төмендеуі, ағаш кесу, дефляция және су эрозиясы. Қызылорданың ТАЖ аумағында қазіргі кезеңде жайылымдар мен ауыл шаруашылық

алқаптарды тиімді пайдалану, қорғау, топырақ деградациясын алдын алу және қалпына келтіру, эрозиялы және антропогенді-бұзылған жерлердің құнарлылығын қалпына келтіру үшін іс-шаралар талаптарын құру қажет.

Топырақты қорғайтын іс-шаралар жүйесі агротехникалық, агрохимиялық, агрофизикалық және арнайы әрекеттер қатынасынан және ішкі шаруашылығы бар ұйымдық аумақтың эрозияға қарсы әрекеттерінен тұрады. Агротехникалық амалдар топырақты қорғайтын іс-шаралар кешенінде жетекші орынға ие. Оларға топырақты қорғайтын ауыспалы егістерді құру, мәдени дақылдардың белдеулік орналасуы, буферлік зоналар, тұрақты текшелер, ағымдық және қосарлы егістер, кулистер, жабындау, эрозияға қарсы қайта өңдеу жұмыстары және т.б. жатады.

Агрохимиялық амалдар, ең алдымен бөктер мен эрозияға ұшыраған жерлерде барлық органикалық, кейбір минералдық (азот, фосфор, калий), сонымен қатар бактериалды тынайтқыштар, мелиорацияланатын қосымшалар мен микротынайтқыштар нормасының арттыруын қарастырады.

Топырақ қорғанысы ауыл шаруашылық өндірістің максималды қарқындылығы жағдайында жүргізілуі тиіс. Жер неғұрлым қарқынды түрде пайдаланылса, эрозияға қарсы іс-шаралар кешені соғұрлым бекем және сапалы орындалуы қажет.

Зерттелініп алынған табиғи-ауыл шаруашылық жүйесіндегі жер пайдаланудың заманауи жүйесі экологиялық дағдарыс тұрғысында қызмет етуде және ауыл шаруашылық өндірісін жүргізуде, жер ресурстарының тұрақты өнімділігіне және егілетін мәдениеттердің өнімділігін ұлғайтуға кепіл бере алатын жаңа бір амалдар тобын қажетсінеді. Табиғи-ауыл шаруашылық жүйесінің жер-ресурстық потенциалын қайта құру, сақтау және тұрақтандыру, көбінесе, жер қорғау іс-шараларын ұйымдастыру және жүргізу көмегімен қамтамасыз етіледі. Жер ресурстарының ауыл шаруашылық мақсатта белсенді игерілуі және Қызылорданың ТАЖ суармалы жерлерінде шөлденудің антропогенді үрдістерінің байқалуы нәтижесінде қайта тұздану үрдістері, жайылымдар деградациясы, ауыл шаруашылығы мәдениеттері өнімділігінің және ауыл шаруашылық өндіріс өнімдерінің жалпы шығарылымының (өсімдік және мал шаруашылығы) төмендеуі байқалады. Табиғи-ауыл шаруашылық жүйесінде табиғи экожүйелердің бұзылуы экологиялық тұрақтылықты және ауыл шаруашылық өндірісіндегі қалыпты жағдайды төмендетті. Ауыл шаруашылық өндіріс деңгейін және зерттелінген ауданның экономикалық құрылымын арттыру үшін бастапқы дәрежелі міндеттер қатарын шешу қажет:

- бұзылған экожүйелерді қайта қалпына келтіру мүмкіндігі және олардың релаксация уақыты;
- беткі суларының сапасын арттыру мүмкіндігі мен суармалы жер иеленуді тұрақты және тиімді жүргізу үшін қажетті су ресурстарының жеткілікті көлемінің босатылуы;
- жерлердің табиғи объект ретіндегі экологиялық құндылығын (экожүйелер құрамдастығы) бағалау және экологиялық зардаптары;
- іс-шаралар жүйесінің экологиялық тиімділігін бағалау;
- іс-шаралар жүйесінің әлеуметтік тиімділігін бағалау [3, 4].

Табиғи-ауыл шаруашылық жүйе аумағындағы ауыл шаруашылық мәдениеттерді мелиоративті игеру және өсіру технологиялары негативті құбылыстардың шығуына – қосалқы тұздану, жердің деградациялану деңгейіне алып келді. Егіс алқаптарын суару мақсатындағы жер игеру шаруашылығы кезінде топырақтардың тұздануы бірден бір шиеленген факторларға жатады, бұндай жағдайда тұз жинағыш үрдістер әлдеқайда белсенді сипатқа ие. Суармалы жерлер зонасының ықпалы үнемі ұлғаюда, ол өз кезегінде грунтты сулар деңгейінің өсуіне, минералдылық деңгейінің артуына, олардың ауыл шаруашылық егістер өнімділігінің жоюына және қайта қалпына келуінің төмендеуіне әкеп соғады. Қызылорда ТАЖ аумағында, әлсіз және өте қатты тұздану деңгейі бойынша 50% астам топырақтар тұздалған [5, 6]. Суармалы топырақтардың тұздануын болдырмау тұрғысындағы іс-шараларды жасау кезінде эрозияға қарсы және ағынды тұрақтандыратын іс-шаралардың қолдануын анықтау қажет. Топырақтан тұздарды жою үшін тұщы сумен көп дүркін шаю жұмыстары жүргізіледі, сор және сортаң топырақтарда гипстеу әдісін қолдану, сонымен қатар сор жиекті карбонаттармен араластыру кезінде үш қабатты жыртуды қолдану ұсынылған. Жерді мелиорациялаудың тиімді амалы болып тұздалған топырақтарда өсімдік жамылғысын себу саналады, олар өзіндік құрғақ массасының 20–50% астам тұздарын сіңіре алады. Айта кетерлік, суармалаудың дұрыс жүргізілмеуі топырақтың жылдам тұздануының негізгі факторына алып



1-сурет – Қызылорда табиғи-ауыл шаруашылық жүйесі аумағындағы топырақтардың тұздануы

келеді. Қызылорда ТАЖ барлық дерлік аумағында суармалаудың дұрыс жүргізілмеуі жағдайында топырақтардың тұздануы өрби түседі (1-сурет).

Топырақтың қайта тұздануын болдырмау және алдын алуын ескерту үшін кәріздерді орнықтыру қажет, суаруды қатаң түрде тек суарым нормалары бойынша іске асыру қажет, минералданған грунтты суларды кәріздік тораптарға өткізу қажет, суарымға жауын-шашын суларын пайдалану, орман алқаптарын құру қажет [5-8].

Агроландшафттарды белсенді эксплуатациялау, салмағы тым шексіз суарым нормаларын қолдану, экономикалық мақсаттың экологиялықтан айқын болуы суармалы жерлерде деструктивті үрдістердің дамуын ұшықтырды. Зерттелінген аумақта суармалы жерлер 239,9 мың га, олар теоретикалық тұрғыда ауыл шаруашылық қажеттіліктеріне жұмсалуды тиіс, бірақ оның тек 180,6 мың га пайдаланылады, әртүрлі себеппен (тұздану, су деңгейінің көтерілуі, батпақтану) – 59,4 мың га қолданысқа келмейді (Қазақстан Республикасы ауыл шаруашылығы министрлігінің су ресурстар бойынша Комитетінің деректері).

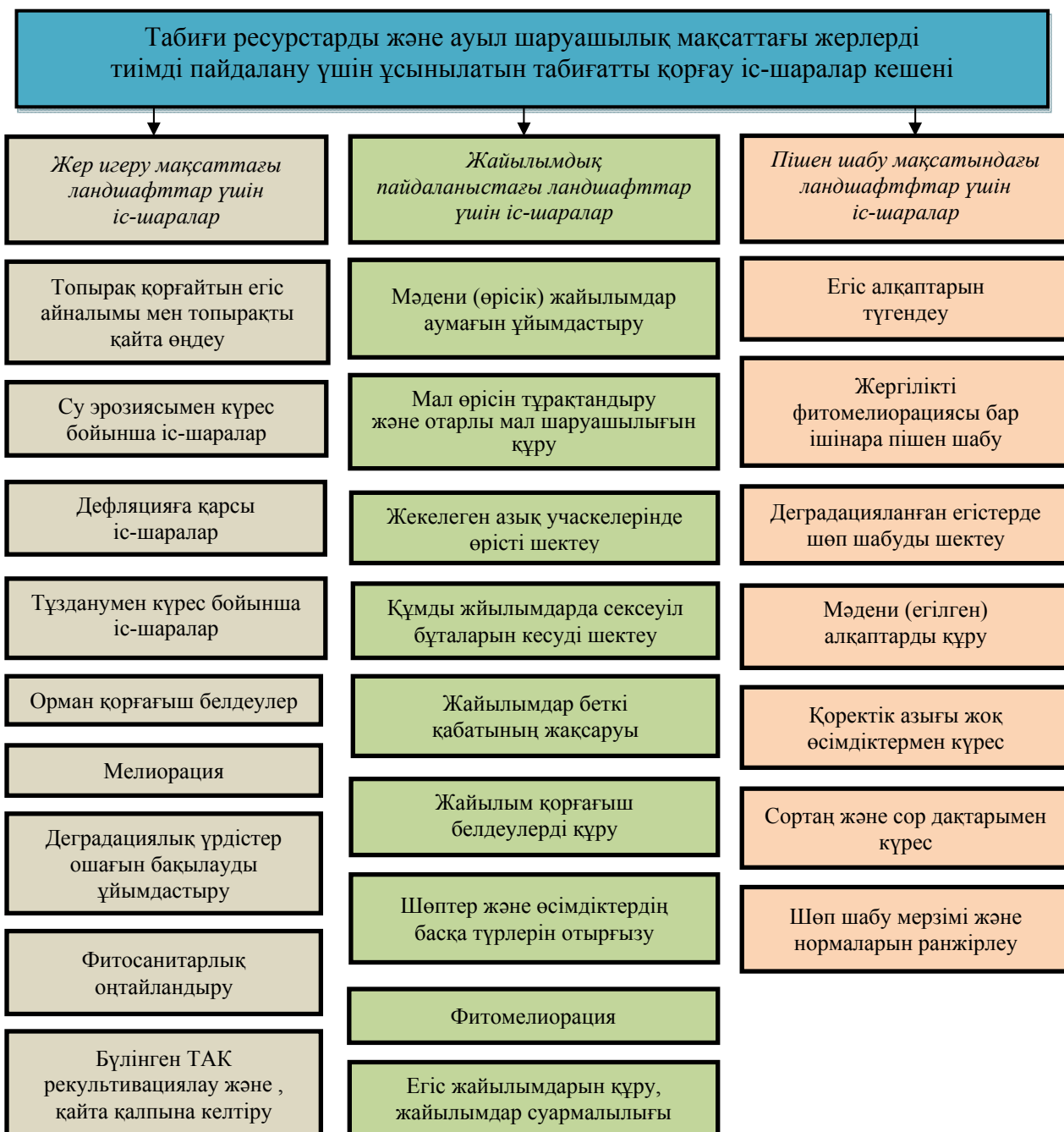
Қызылорданың ТАЖ ұйымдастыру-шаруашылық іс-шараларды кеңінен жүргізу қажет. Олар агротехникалық іс-шаралар жобалары мен сызбаларын құрудың әртүрлі деңгейлерінен (әкімшілік аудан, су жинағыш бассейн) жасақталуы тиіс; аймақта егіс айналымын дұрыс жайғастыру, екпе ағаштарын және гидротехникалық құрылымдарын үйлестіру негізінде эрозияға қарсы іс-шаралар элементтерін анықтау, оңтайлы үйлестіру және өзара тығыз орналастыру; жыртуға жарамды, шектеулі-жыртуға жарамды (жайылымдар мен шабындықтар мысалында) және климат, топырақ, рельеф есебінде және ауыл шаруашылық өндірісін дамыту мүмкіншіліктері есебінде өндеуге келмейтін (шабындыққа, қатаң тұрақтанған жайылымдар, ағаш өсіру аймағына) алқаптарды бөлу негізінде ландшафттарды пайдалануды ұйымдастыру; жобаланған іс-шараларды ендіруді қамтамасыз ету; жер иеленушілермен топырақты қорғау бойынша бақылауды іске асыру, жаңа технологияларды ендіру және арнайы техника автопаркін жаңғырту. Агротехникалық іс-шаралар топырақтардың су сіңіруін күшейтуді, жауын-шашын және еріген қар суларын жинауды, топырақтардың құнарлылығын ұлғайтуды, жел және су эрозиясына қарсы күресуді, топырақ микроклиматын жақсартуды қамтамасыз ету қажет. Топырақтардың жел эрозиясына қарсы тұру міндеттерін кешенді агротехникалық және агроландшафттық іс-шаралар жолымен шешеді. Ағаш егу шаруашылығы орман алқаптары жүйесін жобалауды және құруды өзіне қосады. Өрістер мен жайылымдарда мал айдауды қатаң түрде бақылау [8, 10, 11].

Аумақты ұйымдастыру бойынша іс-шараларды іске асыру және табиғи-ауыл шаруашылық жүйесінің жер алқаптары құрылымын, экологиялық оңтайландыру негізінде қайта қарау, ауыл шаруашылық жер пайдаланудың ландшафттармен және топырақты-климаттық жағдайлармен максималды сәйкестендірілуіне қол жеткізеді, жүйенің биологиялық өнімділік және биологиялық алуантүрліліктің қанағаттарлық жағдайында ұзақ функционалды тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Жер ресурстарын тиімді пайдалану және оларды қорғаудың негізгі бағыттары келесі ұзақ мерзімді мақсаттармен айқындалады:

ерекше қорғалатын және орташа тұрақтанған табиғи аумақтар жүйесін құру жолында экологиялық балансты қолдауға септігін тигізетін табиғи ортаны тұрақтандыру;  
келешекте жердің деградациялануын болдырмау;

тиімсіз шаруашылық іс әрекеттер және деградация нәтижесінен жойылған жер алқаптарының сапасы мен бастапқы жағдайын, қоршаған табиғи жағдайларға лайықты қайта қалпына келтіру; ресурсүнемді технологияларға және жерді шаруашылықты пайдалану жүйелеріне көшу [9, 10].

Аталған аумақтағы ауыл шаруашылық жерлердің экологиялық бұзылуының негізі себебі болып жер пайдаланудың үйлестірілмегендігі және табиғатты қорғау іс-шараларының әлсіз енуі саналады. Суармалылық кезінде табиғатты қорғау іс-шараларын ұйымдастыру қоршаған ортаны қорғаудың техникалық параметрлерін оңтайландырумен, суарым амалдарын жақсарту және олардың экологиялық бағасына байланысты. Табиғи – ауыл шаруашылық жүйесі үшін құрастырылған табиғатты қорғау іс-шаралары, заманауи жер саясаты жағдайында, ауыл шаруашылық мақсаттағы жерлерді тиімді пайдалануға бағытталған [9, 10] (2-сурет).



2-сурет – Ауыл шаруашылық мақсаттағы жерлерді тиімді пайдалану үшін ұсынылатын табиғатты қорғау іс-шаралар кешені

Соңғы он жылда зерттелінген аумақта агроклиматтық жағдайлардың төмендеуі табиғи жемшөп алқаптарының талшықтар мен ұсақ шөптермен өсуі нәтижесінде мәдени-техникалық жағдайларының нашарлауының белсенділігімен байланысты, ол өз кезегінде аталмыш алқаптар аумағының төмендеуіне әкеп соғады және пішендер сапасының өзгерісіне негативті әсер тигізеді, ірі сабақшалар, сортаң және улы өсімдіктердің пайда болуына себепші болады. Шамадан тыс мал өрісі нәтижесінде жұтаң өсімдіктерді жою, ағаштар мен бұталарды кесу, жер иеленуге жарамсыз жерлерді жырту, және табиғаттың тепе-теңдігін бұзатын басқа да шаруашылықтық іс-әрекеттер түрлері жел эрозиясының әрекетін, топырақтың беткі қабатының құрғақтылығын бірнеше рет күшейте түседі. Тұрақсыз және шамадан тыс мал өрісі (шектен тыс жүктеме), бұталы-ағаш өсімдіктердің жергілікті халықтың қажеттілігімен жойылуы жайылымдарда дефляциялық үрдістердің белсенділігін арттырады. Қызылорданың ТАЖ жайылымдарында тоқтаусыз және мөлшерленбеген ауыл шаруашылық малдардың көктемгі-жазғы-күзгі жайылымдардағы өрісі нәтижесінде, қысқа мерзім ішінде шабындықтарда жеуге жарамды өсімдік түрлерінің түсіп қалуы, өсімдік жамылғысының төмендеуі және сарқылуы, жайылымдардың мал азығына жарамсыз және сортаң шөптермен қапталу ахуалы қалыптасып отыр. Осы мәселені шешу үшін фитосанитарлы оңтайландыруды жүргізу қажет. Аталмыш іс-шара елді-мекендер аумағында, ірі ирригациялық тораптарда және суармалы массивтерде іске асыру керек. Аталған іс-шараның мәні – жер иелену жүйесіндегі өсімдіктерді зиянкестерден, аурулар мен сортаң арамшөптерден қорғауда айқындалады, бұл іс-шара ауыл шаруашылығы мәдениеті өнімділігін және алынған өнім сапасын шектейтін факторлар әрекеттерін жоюдағы маңызды буын болып саналады [12-14].

Қызылорданың ТАЖ жайылым алқаптарын тиімді және нәтижелі пайдалануды шешудің басым бағыттарының бірі болып ауыл шаруашылық малдардың барынша ұйғарынды жүктеме нормаларын жайылымдардың үстем түрлеріне анықтау саналады. Ауыл шаруашылық мақсаттағы ландшафттарға бірнеше сұрақтарды шешу көзделген:

- ауыл шаруашылық өндірісінің заманауи технологияларын қолдануға мүмкіндік бермейтін шаруа қожалықтарының бытыраңқылығы мен шағын көлемі;
- ауыл шаруашылығы мәдениеті өнімділігінің төмендеуіне жағдай тудыратын суландыру жүйесінің техникалық жағдайының нашарлануы;
- ауыл шаруашылық алқаптарының деградациялануы (тұздану, топырақ-өсімдік жамылғысының ластануы және тығыздануы, гумустың ысырылуы, су және жел эрозиясының дамуы, жайылымдардың алуантүрлілігінің жойылуы);
- шаруа қожалықтарындағы ауыл шаруашылық техниканың тозуы;
- ірі ауқымды селекциялық-тұқымдық жұмыстарды өткізумен айналысатын ортаның және ірі сауда өндірістерінің жеткіліксіз деңгейде дамымауы, ауыл шаруашылық малдарды теңгерімсіз азықтандыру және жайылым алқаптарын тиімсіз пайдалану;
- қолда бар көпшілік ветеринарлы-санитарлық объектілердің ҚР СЭЖ талаптарына сай келмеуі, елді мекендерді мал қорымдарымен қамтамасыздандырмау және т.б. [1, 13, 14].

Айта кетерлік, табиғи-ауыл шаруашылық жүйедегі жерлерді тиімді пайдалану жергілікті сипатқа ие және табиғи-аумақтық кешеннің ішкі ұйымдасуына, олардың табиғи тұрақтылығына және шаруашылық әрекеттер түріне ықпалдас келеді. Жер-ресурстық потенциалын қалпына келтіру, көбінесе жер қорғау бойынша іс-шараларды орындау және жүргізу жолымен қамтамасыз етіледі. Жерді тиімді пайдалану және топырақтардың құнарлылығын арттыру ауыл шаруашылық мәдениетінің алмасуы ғылыми дәлелденген болып саналады. Сонымен бірге, жерді жақсарту бойынша іс-шараларды өткізу қажет:

- себілетін мәдениеттерге минералды және әртүрлі органикалық тынайтқыштарды қолдану;
- егін алқаптары құрылымына көпжылдық өсімдіктерді пайдалану;
- ауыл шаруашылық мақсаттағы жерлердің агрохимиялық бақылауын жүргізуге жәрдемдесу [1, 2, 4].

Табиғи-ауыл шаруашылық жүйенің тиімді пайдалану стратегиясын анықтау үшін жергілікті және ауданаралық деңгейде картографиялық қамтамасыздандыруды жүргізу қажет. Табиғи-ауыл шаруашылық жүйені тиімді пайдалану бойынша шешімдерді қабылдаудың жетекші әдісі ретінде ауыл шаруашылықтағы табиғатты пайдалану карталарын қолдану. Осылайша, Қызылорданың ТАЖ ауыл шаруашылық мақсаттағы ландшафттарында негативті үрдістер зардаптарын болдыр-

мауға бағытталған табиғатты қорғаудың адрестік картографиялануы ауқымды ғылыми-тәжірибелік маңызға ие. Дәл осы ауыл шаруашылық мақсаттағы ландшафттарды кешенді қорғауға, өзара байланысты табиғи компоненттер жүйесі ретінде, ұсынылған табиғатты қорғау іс-шараларын оңтайлы пайдалану негізінде, адамның шаруашылық әрекеттерінің тікелей немесе жанама тигізген зардаптарын және олардың ауыл шаруашылық мақсаттағы жерлерге тигізетін залалдары мен негативті үрдістерін төмендетудің алдын ала қарастыру мүмкіндіктері ашылған.

Ауыл шаруашылығының табиғи кешендерге тигізетін жиынтық әсері (суармалы жер иелену және жайылымдық мал шаруашылығы) өсімдік пен мал шаруашылығы әсерінің әрбір факторларының үлесін, ауыл шаруашылықта негативті ықпалды ұшықтыратын табиғи үрдістердің дамуын, және олардың табиғи-ауыл шаруашылық жүйесіндегі жерлердің деграациялануына және экологиялық жағдайдың нашарлануына алып келетін қосалқы әсерінің жиналу мүмкіндігін есептеу қажет.

Көптеген уақыттар бойы Қызылорданың ТАЖ-де шаруашылық жүргізу мен жерді пайдалану ауыл шаруашылығы айналымында лайықсыз деңгейде дамыған, соның салдарынан ландшафттардың экологиялық жағдайында келеңсіз өзгерістер туындады, ол өз кезегінде жер қорының экологиялық жағдайын анықтайтын жағымсыз құбылыстар мен үрдістер қатарына алып келді. Табиғи-ауыл шаруашылық жүйеде экологиялық жағымсыз үрдістердің өрбуі бірнеше себептерге байланысты, олардың негізгілері боп төмендегілер саналады:

- Сырдарияның өзен ағыны режимінің өзгеруі және өзен суларының минералдануы;
- дефляциялы-қауіпті жер көлемдерінің өзгеруі;
- сор тақыршақтар көлемінің артуы және қосалқы тұздану үрдісі;
- эрозиялық үрдістердің қарқындалуы;
- су деңгейінің көтерілуі және батпақтану;
- ирригациялық коллекторлы-кәріздік тораптың саптан шығуы және тозуы;
- топырақтың физикалық және химиялық құрамы мен су-тұзды режимінің өзгеруі;
- жердің табиғи құнарлылығының азаюы;
- өсімдік қауымдастықтарында түр құрамының өзгеруі;
- жайылым және шабындық алқаптары өнімділігінің төмендеуі;
- өсімдіктердің сирек және эндемикалық түрлер санының азаюы [1, 4, 9, 10].

Жер ресурстарын қорғау мақсатында, шаруашылық әрекеттер, табиғи және басқа да жағдайлардың ерекшеліктері есебінде міндетті іс-шараларды қосатын мемлекеттік және жергілікті бағдарламалар жасалуда. Айта кетсек, Қызылорданың ТАЖ агроөндірістік саясаты ҚР саясатына ұқсас келеді, олар агроөндірістік кешендердің дамуы бойынша ұлттық бағдарламаларда көрініс тапты: «Қазақстан Республикасының Жер кодексі 2017 ж.», «Агробизнес-2020», Ұлттық бағдарламаларды орындау бойынша іс-шаралар жоспары «Ақпараттық Қазақстан – 2020» 2013–2017 жылдары, «Қазақстан Стратегиясы – 2050», 2007–2024 жж. ҚР тұрақты дамуға көшу концепциясы, 2020 жылға дейін ҚР аумақтық даму стратегиясы, 2016–2020 ж. Қызылорда облысының даму бағдарламасы және т.б.

Ауыл шаруашылықтағы табиғатты қорғау мәселелерін шешу, бізбен екі негізгі бағытта жасақталды:

- біріншіден, табиғи және шаруашылық жүйелер бөлімшесінде, олардың өзара байланысының әртүрлі нұсқаларында көрініс тапқан үрдістерді талдауда;
- екіншіден, үйлестірілген шаруашылықтағы табиғатты қорғауды дамыту стратегияларын орындаудың ғылыми қамтамасыздығы үшін қажетті ландшафтты-экологиялық зерттеулер саласы [1, 5, 7].

Ауыл шаруашылығын жүргізу кезінде, тұрақты табиғи-шаруашылық жүйесін құруға бағытталған табиғи зоналық ландшафттардың кеңістікті-уақытты жағдайын және олардың мелиорация әсері негізіндегі антропогендік модификациясын көрсететін сандық және сапалық сипаттамаларды алу қажет. Қызылорданың ТАЖ аумағына арналған мелиорация бағдарламалары, эрозия және дефляцияны ескертуге, азған және эрозияға ұшыраған топырақтардың құнарлылығын қалпына келтіруге бағытталған іс-шара кешендерін іске асыру бойынша техникo-экономикалық дәлелдемелерден тұру қажет. Дефляцияға қарсы іс-шаралар жүйесін нақты шаруашылық жағдайға сәйкес құру, ең алдымен, топыраққа, рельефті жетік зерттеу негіздеріне, ауыл шаруашылық алқаптарының сипатына және климатқа тіректенуі тиіс [1, 8, 10].



Қызылорда ТАЖ тұрақты дамуының негізі ретінде жерді тиімді пайдалануды ұйымдастыру, шөлденумен күресудің жергілікті экологиялық сызбалары негізінде ғана мүмкін болады. Зерттелініп алынған аумақтағы суармалы жер иелену зоналарының шөлденуімен күресудің жергілікті сызбасы ауданның ландшафттық-экологиялық тепе-теңдігін сақтауға, табиғи кешендер мен агроландшафттардың үйлесімді өзара қатынасын белгілеуге, қауіпті табиғи үрдістерді тұрақтандыруға, жергілікті халықтың өмір сапасын жақсартуға, Қызылорда облысының жалпы аумағының тұрақты дамуына және тұрақтылығын орнықтыруға арналған іс-шаралар кешенін құруға бағытталған. Шөлденудің жалпы тұрғысында дамып келе жатқан табиғи-ауыл шаруашылық жүйесі ландшафттарының динамикасы мен құрылымын зерттеуге, табиғатты қорғау мәселелерін шешу жолын іздестіруге және анықтауға, сондай-ақ жер иеленудің заманауи жүйесінің түбегейлі жаңа ландшафттық дәлелдемесін құруға бағытталған.

Жүргізілген зерттеулердің маңызды түйіндері болып төмендегілер саналады:

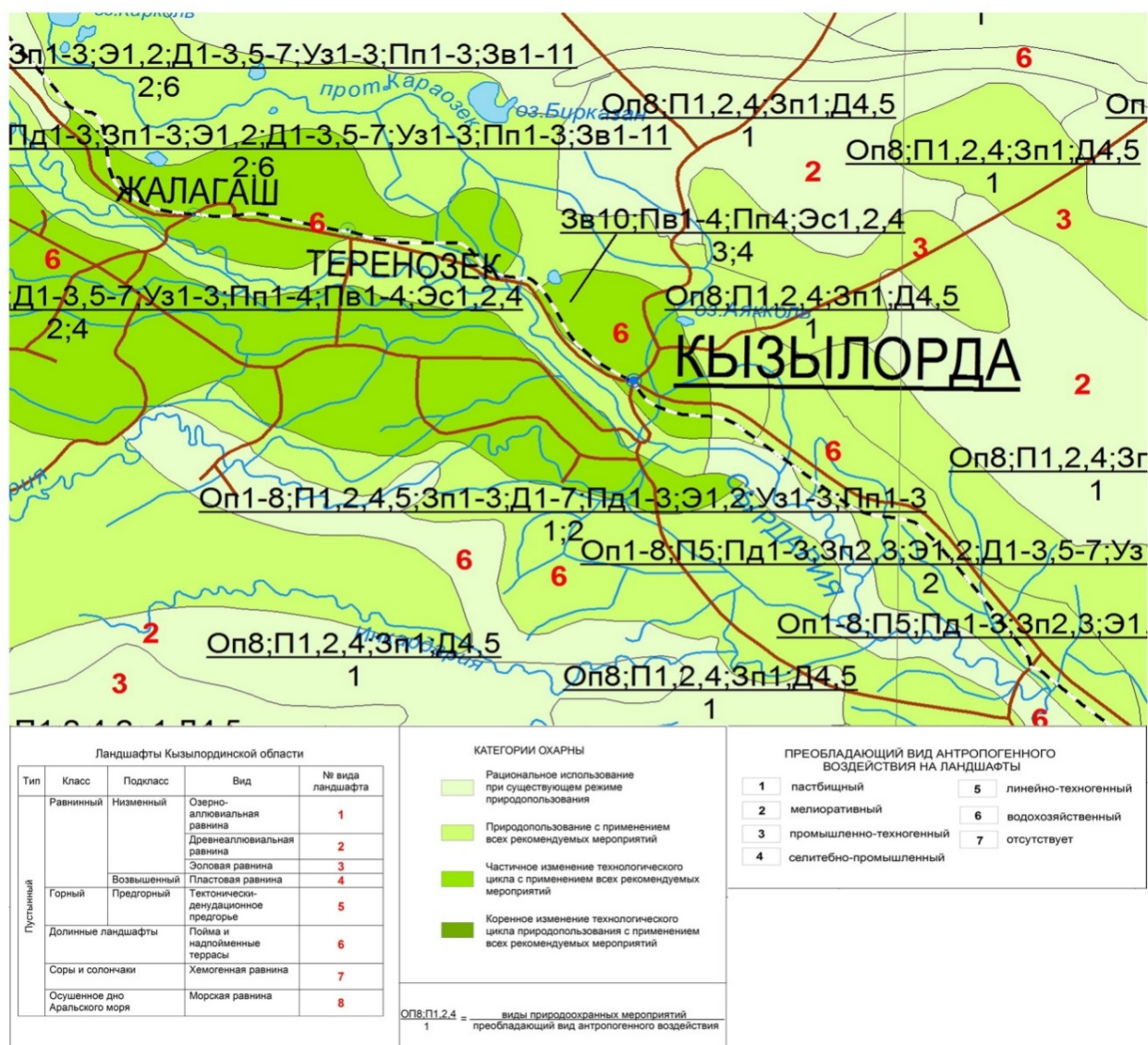
- Қызылорданың табиғи-шаруашылық жүйесінің тұрақты ландшафттық-экологиялық тепе-теңдігін сақтау және қалпына келтіру;
- су ресурстарын басқарудағы біріктірілген бағдарламаны ендіру;
- шөлденудің жалпы ортасында антропогендік трансформациялаудың көріністері мен шығу тегінің заңдылықтары;
- тиімсіз ылғал сыйымды мәдениеттердің тарихи, дәстүрлі мәдениеттермен алмасуы;
- егіс көлемінің құрылымын қайта зерттеу, ауыл шаруашылығы айналымынан өнімсіз суармалы жерлерді шығару, ылғал сыйымдылығы төмен мәдениеттерін арттыру;
- заманауи топырақ-су сіңіргіш технологияларды қолдану;
- антропогенді-өзгерген ландшафттарда егістік, шабындықтар, ормандар, елді мекендер аумағының оңтайлы өзара қатынасын сақтау және тұрақтандыру;
- ауыл шаруашылық жерлерін қорғау және тиімді пайдалану, топырақ құнарлылығын қалпына келтіру, жер пайдалануды регламенттеу және т.б. саласында барлық нормативті талаптарды сақтау және орнықтыру [1, 14-16].

Жерді қорғау бойынша іс-шаралар жүйесі үш бағыттан құралған: жерді сақтау, ол дегеніміз, оның сапалық көрсеткіштерінің нашарлануын болдырмау; жер сапасын қалпына келтіру (топырақ құнарлылығын қалпына келтіру арқылы); жердің жағдайын жақсарту (мелиорация арқылы). Қызылорданың ТАЖ пайдаланудың тиімділігін және қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша табиғатты қорғауда ұсынылған іс-шаралар кешені табиғи ортаны қалпында ұстауға септігін тигізеді. Тиімді пайдалану бойынша ұсыныстар, бір жағынан, өсімдік және мал шаруашылығы өнімдерін өндіруге және минималды шығындар есебінде максималды табыс алуына бағытталса, басқа жағынан – табиғатты пайдалану жүйесінде кемшіліктерді жоюға және табиғи ортаны сақтауға бағытталған, ол үшін қажет:

- ауыл шаруашылық өнеркәсіп аумақтарын ғылыми-тиянақты ұйымдастыру;
- ауыл шаруашылығы салаларының нәтижелігіне себепші болатын жерлерді және табиғи жемшөп алқаптарын өңдеудің әртүрлі әдістері мен амалдарын пайдалану;
- жер телімдерін, олардың осы немесе басқа жер категориясына жатуына байланысты және мақсаттылығына қарай падалану, ол дегеніміз жерге табиғи объект ретінде зиян тигізбелуі тиіс;
- ауыл шаруашылығының мүмкін болатын зиянды зардаптарын алдын алу немесе максималды азайту;
- жер ресурстарын қайта қалпына келтіру, сақтау және тиімді пайдалану [1-3, 10].

Табиғатты қорғауды тұрақтандырудың негізін ландшафттық-экологиялық ортаға тигізіп жатқан әсер деңгейін анықтау барысында шаруашылық әрекеттеріне шектеу қою жұмыстары құрау қажет, онда табиғатты қорғау шаруашылығын тұрақтандырудың объектісі ретінде шаруашылық қызметтердің нақты жүйелері алдына шығады.

Қызылорданың табиғи-ауыл шаруашылық жүйесінің табиғатты қорғау іс-шаралар картасы әртүрлі масштабтағы тақырыптық карталардың негізінде 1:1 000 000 масштабында құрастырылды: ландшафттық, топырақ, геоботаникалық, ландшафттардың антропогендік бұзылуы, сондай-ақ далалық зерттеулер нәтижесі, талданған статистикалық деректер және т.б. (3-сурет).



3-сурет – Қызылорданың табиғи-ауыл шаруашылық жүйесі аумағын пайдалану бойынша табиғатты қорғау іс-шараларының картасынан үзінді

Зерттелінген ауданда жерді пайдаланудың аумақтық талдауы бірқатар негізгі талаптар тобын құруға және Қызылорданың табиғи-ауыл шаруашылық жүйесінің тұрақты дамуы үшін табиғатты қорғау іс-шараларының приоритетті топтарын бөліп шығаруға мүмкіндік берді. Кестеде табиғатты қорғау іс-шаралар тізбегі мен олардың шартты белгілерінің үзіндісі көрсетілген.

Картада табиғатты қорғау іс-шаралары мен антропогендік әсердің басым түрлері әріптік және сандық индекстермен көрсетілген, оның ішінде, алымда табиғатты қорғау мәселелері белгіленсе, бөлімінде – антропогендік әсер белгіленген.

Жер ресурстарын тиімді пайдалану өзіне жер ресурстарын бағалау жолында, жан-жақты және нақты зерттеулерді, шаруашылық қызметтің негативті ықпалын болжамдауды, ұйғарынды жүктемені анықтауды, және қажетті жерді қорғау іс-шараларын жүргізуді қосатын ғылыми қамтамасыздықты құруды қажетсінеді.

Ұсынылған табиғатты қорғау іс-шаралары Қызылорданың табиғи-ауыл шаруашылық жүйесін тұрақтандыруға бағытталған, олардың әртүрлі шаруашылық әрекеттеріне төзеп беруін және ауданның экологиялық жағдайын жақсартуын қамтамасыз етеді.

«Қызылорданың табиғи-ауыл шаруашылық жүйесі аумағын тиімді пайдалану бойынша табиғатты қорғау іс-шаралары» картасына шартты белгілер (үзінді)

Картадағы белгілер	Белгілердің мағынасы
<i>Суармалы егістіктер жағдайын жақсарту</i>	
Оп 1	Ауыл шаруашылығы мәдениеттерін игеруде прогрессивті, ылғал-ресурс үнемдеу, тамшылатып суармалау технологияларын Қызылорданың табиғи-ауыл шаруашылық жүйесінің (Шиелі, Жалағаш, Қармақшы, Жаңақорған, Сырдария және Арал әкімшілік аудандары) суармалы жайлымдарына ендіру.
Оп 2	Жаңақорған-Шиелі, Тоғысқан, Қызылорданың және Қазалының сол жақ жағалауы мен Қызылорда, Қазалының оң жақ жағалауында суармалау-суландыру жүйелерін қайта жаңғыртуды жүргізу; суармалау жүйелерін гидротехникалық құрылымдармен қамтамасыз ету және олардың санын «нормативті-қажетті» деңгейге жеткізу (барлық аудандарда).
<i>Жайылымдық пайдаланудағы ландшафттардың жағдайын жақсарту</i>	
П 1	Мал өрісін жайылымдар түрлерінің, жайылымдар жүктемесінің экологиялық жағдайға әсерінің есебінен тұрақтандыруды іске асыру. Өрісті шектету және фитомелиорацияны жайылым өсімдіктерін егумен бірге қатты деградацияланған алқаптарда, оның ішінде, елді мекендер жайылымдары маңында – Қазалы, Әйтеке би, Жалағаш, Теренөзек және т.б жүргізу.
П 2	Ауыл шаруашылығы малдардың генетикалық потенциалын арттыру және тұқымдық базаны дамытуды іске асыру ұсыныстары қарастырылған; тұрақты азық базасын құру және жемшөп мәдениетіне берілген аймақтардың егіс өнімін ұлғайту мақсатында малдарды толыққанды және тұрақты қоректендіруді қамтамасыз ету.
<i>Дефляцияға қарсы іс-шаралар</i>	
Пд 1	Қозғалыстағы құмдарды фашиналармен, әртүрлі конструкциядағы төсеңіш қабықтармен, биодеструкторлармен және құм ұстағыш өсімдік түрлерін (жүзгін, таспашөп, сексеуіл және т.б.) отырғызу арқылы Кіші Борсық, Арал маңының Қарақұмы, Қызылқұм, автокөлік жолдары мен құбыр жолдарының құмды массивтеріндегі жайылымдары маңында бекітуді іске асыру.
Пд 2	Тұздардың желденуімен күресу үшін (Қазалы, Сырдария, Шиелі, Жаңақорған аудандары) галофитті өсімдіктерді (сарсазан, сораң, жыңғыл және т.б) отырғызу.
<i>Топырақтардың тұздануын болдырмау үшін іс-шаралар</i>	
Зп 1	Арал, Қазалы, Қармақшы, Жалағаш, Сырдария, Шиелі, Жаңақорған аудандары жайылымдарында су шаруашылық-эксплуатациялық іс-шаралар кешенін жүргізу (жоспарлы су пайдалану, су шығынын тиімді ұйымдастыру, артезиан ұңғымаларында су жинағыштарын құру, су ысырылуын және филтрациясын болдырмау).
Зп 2	Сор және сортаң дақтары 30% астам шабындықтарды жақсартылған жайылым алқаптар категориясына көшіруді ұсыну. Жекелеген біртекті аз тұздалған жерлер учаскелері бау-бақша мәдениетіне пайдалануға мүмкін (Қызылорда облысының Қазалы, Сырдария, Шиелі аудандары).
<i>Эрозияға қарсы іс-шаралар</i>	
Э 1	Аудандарда (Арал, Қазалы, Қармақшы, Жалағаш, Сырдария, Шиелі, Жаңақорған) эрозиялы-қауіпті жерлерге карталау және түгендеу жүргізу.
Э 2	Орманды мелиорациялау, эрозияға қарсы іс-шаралары (егіншілік жұмыстарын жүргізу орындарында суды тұрақтандыратын орман белдеулерін құру) (Арал, Қазалы, Қармақшы, Жалағаш, Сырдария, Шиелі, Жаңақорған).
<i>Жайылма және орманды табиғи-аумақтық кешендерінде деградацияны болдырмау бойынша іс-шаралар</i>	
Д 1	Орман қорғауын ұйымдастыру және қамтамасыз ету, Қызылорданың ТАЖ аумағында мемлекеттік орман қорындағы орман пайдалануын және басқаруын тұрақтандыру.
Д 2	Орманда (сексеуілдік және тоғайлық) өрт қаупін төмендету бойынша іс-шараларды құру (Арал және Қазалы аудандары).
<i>Жер асты және беткі сулардың ластануын болдырмау бойынша іс-шаралар</i>	
Зв 1	Суды қамтамасыз ететін және суды қорғайтын тиімді шараларды Қызылорданың табиғи-ауыл шаруашылық жүйесінің барлық аудандарында жетілдіруді ұсыну.
Зв 2	Сырдария және Арал өзендері суларының сапалық жағдайын бақылауды тұрақты іске асыру және сулардың ластану көздерін анықтау.
<i>Ауыз сумен жабдықтауды тұрақтандыру бойынша іс-шаралар</i>	
Пв 1	Ауыз сумен жабдықтау тораптарының даму қажеттілігін анықтау, Қызылорда облысының әрбір елді мекенінде су тартқыш, сутазартқыш және кәріздік құрылымдарды толықтай жаңғырту, түгендеу және паспорттау.
Пв 2	Су көздерінің елді мекендер халқына жету мақсатында Арал-Сарыбұлақ жиынтық су тартқышын қайта жаңдандыру және ілгері құрылысын жүргізу.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Гельдыева Г.В., Скоринцева И.Б., Будникова Т.И., Басова Т.А. Концепция изучения современного состояния природно-хозяйственных систем Приаралья // Вестник КазГУ. Сер. геогр. – 1998. – № 6. – С. 4-9.
- [2] Дьяконов К.Н., Абрамова Т.А., Покровский С.Г. Программа и методы изучения развития ландшафтов и природно-хозяйственных систем в условиях глобального изменения климата // Экологические и социально-экономические аспекты развития России в условиях глобальных изменений природной среды и климата. – М.: ГЕОС, 1997. – С. 36-43.
- [3] Ковалев Н.Г., Иванов Д.А. Адаптация сельскохозяйственного производства к природным условиям осушаемых агроландшафтов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 9-11.
- [4] Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Кенжалиева Б. Принципы создания экологической безопасной системы сельскохозяйственного производства // Поиск. – 2007. – № 4. – С. 155-159.
- [5] Абдрахимов В.З. Оперативное определение и оценка засоленных почв // Материалы Республиканской научно-практической конференции. – Ташкент, 2010. – С. 52-53.
- [6] Сейтказиев А.С., Винокуров Ю.И., Мадалиева Э.Б. Экологическое обоснование улучшения засоленных земель в аридной зоне Казахстана // Мир науки, культуры, образования. – 2008. – № 5(12). – С. 20-27.
- [7] Сейтказиев А.С. Почвенно-экологическая оценка засоленных земель // Труды междунардн. научн. конф. «Наука и образование – ведущий фактор стратегии Казахстан -2030». – Караганда, 2008. – Вып. 2. – С. 270-272.
- [8] Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: Гылым, 1997. – 358 с.
- [9] Клементова Е., Гейниге В. Оценка экологической устойчивости сельскохозяйственного ландшафта // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – № 5. – С. 33-34.
- [10] Гельдыева Г.В., Скоринцева И.Б., Будникова Т.И. Ландшафтно-экологический подход к оценке и анализу устойчивости природных систем долины р. Сырдарья в условиях опустынивания // Новые подходы и методы в изучении природных и природно-хозяйственных систем. – Алматы, 2000. – С. 143-148.
- [11] Айдаров И.П. Перспективы развития комплексных мелиораций в России. – М., 2004. – 63 с.
- [12] Бабаев А.Г., Залетаев В.С. К проблеме экологической оценки воздействия орошаемого земледелия на природную среду аридных зон в Центральной Азии // Аридные экосистемы. – 1996. – № 4. – С. 62-72.
- [13] Басова Т.А. Определение устойчивости пастбищных экосистем Приаралья // Геоботанические исследования в семиаридных и аридных регионах: современное состояние, проблемы и перспективы. – Алматы, 2001. – С. 25-29.
- [14] Гельдыева Г.В., Будникова Т.И. и др. Развитие ландшафтов Приаралья в условиях опустынивания. – Алма-Ата: Наука, 1993. – С. 116.
- [15] Гельдыева Г.В., Скоринцева И.Б., Будникова Т.И. и др. Исследование процессов опустынивания в природных комплексах дельты Сырдарьи // Экологические исследования и мониторинг в дельтах Аральского моря. – Париж, 1998. – С. 14-25 (на англ.).
- [16] Гельдыева Г.В., Будникова Т.И. Пространственно-временные аспекты функционирования природно-территориальных комплексов Приаралья // Вестник АН КазССР. – 1987. – № 3. – С. 55-62.

REFERENCES

- [1] Geldyeva G.V., Skorintseva I.B., Budnikova T.I., Bassova T.A. The concept of studying the current state of the natural and economic systems of the Aral Sea area // Messenger of KazNU. Geogr. ser. 1998. N 6. P. 4-9 (in Russian).
- [2] Dyakonov K.N., Abramova T.A., Pokrovsky S.G. Program and methods for studying the development of landscapes and natural-economic systems in the context of global climate change // Ecological and socio-economic aspects of Russia's development in the context of global changes in the natural environment and climate. M.: GEOS, 1997. P. 36-43 (in Russian).
- [3] Kovalev N.G., Ivanov D.A. Adaptation of agricultural production to the natural conditions of drained agro landscapes // Melioration and water management. 2004. N 4. P. 9-11 (in Russian).
- [4] Mustafayev J.S., Kozykееva A.T., Kenzhalyeva B. Principles for the creation of an ecological safe agricultural production system // Search. 2007. N 4. P. 155-159 (in Russian).
- [5] Abdrahimov V.Z. Operational definition and assessment of saline soils // Proceedings of the Republican Scientific and Practical Conference. Tashkent, 2010. P. 52-53 (in Russian).
- [6] Seytkaziev A.S., Vinokurov U.I., Madalyeva E.B. The ecological justification for the improvement of saline lands in the arid zone of Kazakhstan // World of Science, Culture, Education. 2008. N 5(12). P. 20-27 (in Russian).
- [7] Seytkaziev A.S. Soil-ecological assessment of saline lands. Scientific. Conf. "Science and education is the leading factor in the strategy of Kazakhstan 2030". Karaganda, 2008. P. 270-272 (in Russian).
- [8] Mustafayev J.S. Soil-ecological justification of land reclamation in Kazakhstan. Almaty: Gylym, 1997. 358 p. (in Russian).
- [9] Klementova E., Heiniga B. Evaluation of ecological sustainability of the agricultural landscape // Melioration and water management. 1995. N 5. P. 33-34 (in Russian).
- [10] Geldyeva G.V., Skorintseva I.B., Budnikova T.I. Landscape-ecological approach of assessment and analysis of the stability of natural systems of the valley of the river. Syrdarya in conditions of desertification // New approaches and methods in the study of natural and natural-economic systems. Almaty, 2000. P. 143-148 (in Russian).
- [11] Aidarov I. P. Prospects for the development of complex land reclamations in Russia. M., 2004. 63 p. (in Russian).
- [12] Babayev A.G., Zaletayev B.S. To the problem of ecological assessment of the impact of irrigated agriculture on the natural environment of arid zones in Central Asia // Arid ecosystems. 1996. N 4. P. 62-72 (in Russian).

[13] Bassova T.A. Determination of the stability of pastoral ecosystems of the Aral Sea area // Geobotanical studies in semiarid and arid regions: current state, problems and prospects. Almaty, 2001. P. 25-29 (in Russian).

[14] Geldyeva G.V., Budnikova T.I. and others. Development of landscapes of the Aral Sea in conditions of desertification. Alma-Ata: Gylym, 1993. P. 116 (in Russian).

[15] Geldyeva G.V., Skorintseva I.B., Budnikova T.I. and others. Investigation of the processes of desertification in natural complexes of the Syr Darya delta // Environmental studies and monitoring in the deltas of the Aral Sea. Paris, 1998. P. 14-25.

[16] Geldyeva G.V., Budnikova T.I. Spatio-temporal aspects of the functioning of the natural-territorial complexes of the Aral Sea area // Messenger of SA KazSSR. 1987. N 3. P. 55-62 (in Russian).

**А. У. Маканова<sup>1</sup>, А. А. Кудерин<sup>2</sup>, Г. Б. Алдажанова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>К.г.н., старший научный сотрудник лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>PhD докторант КазНТУ им. Сатпаева, младший научный сотрудник лаборатории ландшафтоведения  
и проблем природопользования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>3</sup>Младший научный сотрудник лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

### **МЕРОПРИЯТИЯ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ**

**Аннотация.** Основу природоохранного регулирования должно составлять введение ограничений хозяйственной деятельности на основе определения степени воздействия, которое она оказывает на ландшафтно-экологическую среду, где объектом регулирования природоохранной деятельности выступают конкретные системы хозяйственной деятельности. Территориальный анализ использования земель в Кызылординской ПСС позволил разработать ряд комплексных предложений по использованию и охране земель сельскохозяйственного назначения.

**Ключевые слова:** природно-сельскохозяйственная система, природоохранные мероприятия, природные ресурсы, агроландшафты, землепользование, дефляция, водная эрозия, деградация, засоление почв, мелиорация.

**A. U. Makanova<sup>1</sup>, A. A. Kuderin<sup>2</sup>, G. B. Aldazhanova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>C.g.s., senior researcher of Laboratory of Landscape Science and Nature management Problems  
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup>PhD student of Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev,  
junior researcher of Laboratory of Landscape Science and Nature management Problems  
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>3</sup>Junior researcher of Laboratory of Landscape Science and Nature management Problems  
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

### **MEASURES FOR RATIONAL USE OF KYZYLORDA NATURAL-AGRICULTURAL SYSTEM**

**Abstract.** The basis of environmental regulation should be the introduction of restrictions on economic activity based on the degree of impact that it has on the landscape and environment, where specific systems of economic activity are the object of environmental management. Territorial analysis of land use in the Kyzylorda MSS allowed to develop a number of comprehensive proposals for the use and protection of agricultural land.

**Keywords:** natural and agricultural system, environmental measures, natural resources, agro-landscape, land use, deflation, water erosion, degradation, soil salinization, reclamation.

УДК 556.18(084.2), 519.8

Е. Т. Оразов<sup>1</sup>, А. И. Твердовский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГНС, к.ф.-м.н. (Институт математики МОН РК, Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>Зав. отделом (ПК «Казгипроводхоз», Алматы, Казахстан)

## ИМИТАЦИОННОЕ И ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОЛГОСРОЧНОЙ ДИНАМИКИ ОБЪЕКТОВ ВОДНОГО ФОНДА БАССЕЙНА ОЗЕРА БАЛКАШ

**Аннотация.** Статья посвящена расширенному воспроизводству нормативно чистых возвратных вод как альтернативы китайской стратегии неограниченного водозабора. Рассматриваются некоторые типы производственных функций, имитирующих процессы очищения.

**Ключевые слова:** расширенное воспроизводство, нормативно чистые воды, изъятие части стока трансграничных вод, неограниченный водозабор.

**Введение.** Как показывают расчеты водного баланса, если к уровню 2050 года дефицит воды достигнет 4–6 км<sup>3</sup>, то покрыть его будет нечем. А это приведет к снижению уровня оз. Балкаш на 40–50 см и даже до 70 см со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Таким образом, единственно верным решением, которое должны уяснить все организации, решающие вопросы водной безопасности, в том числе на международном уровне, является замораживание отбора воды в КНР на современном уровне – 5,027 км<sup>3</sup>. Но замораживание отбора воды не входит в стратегические планы КНР, поэтому нужно найти решение вопроса, связанное с увеличением ресурсов вод на собственной территории. Таким решением может оказаться промышленное производство нормативно чистых возвратных вод [1, 2].

**1. Цель и задачи моделирования долгосрочной динамики Водного фонда.** Исследуем кратко одну из модификаций имитационной модели долгосрочного планирования деятельности по производству экологически чистых возвратных вод. Рассмотрим три основных источника поступления поверхностных вод в бассейн р. Иле [3, 4].

Таблица 1 – Основные источники поступления поверхностных вод в бассейн р. Иле [3, 4]

Среднегодовые в базовом периоде ресурсы поверхностных вод, формируемых в КНР, $\Phi_{\tau 0}^{КНР}$	Среднегодовые в базовом периоде ресурсы поверхностных вод, формируемых в РК, $\Phi_{\tau 0}^{РК}$	Среднегодовые в базовом году поступления воды в оз. Балкаш по бас. р. Иле, $\Phi_0^{Блх}$
$\Phi_{\tau 0}^{КНР} = 12,646 \text{ км}^3/\text{Г}$	$\Phi_{\tau 0}^{РК} = 6,165 \text{ км}^3/\text{Г}$	$\Phi_0^{Блх} = 12,015 \text{ км}^3/\text{Г}$

Как видно из таблицы 1, более трети запасов пресной или мало соленой воды в бассейне р. Иле сосредоточено в озерной системе. Поэтому и решение основных проблем охраны и рационального использования вод в этом регионе должно быть связано не только со стоком рек, но и с очисткой и использованием минерализованных озерных вод и пополнением их запасов.

Далее, возможна ситуация, когда прирост Водного фонда за счет эффективности его использования не обеспечит всех потребностей растущей экономики региона, тогда Стратегия – 2050 должна предусматривать переброску части стока реки Ертис в бассейн оз. Балкаш, но это уже геополитическая проблема, поскольку реки Ертис и Иле являются трансграничными. Таким образом, мы

формулируем следующую главную цель: **прогноз (планирование) состояния озерной части Водного фонда бассейна р. Иле на долгосрочную перспективу (до 2050 года).**

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие четыре задачи:

1. Выбрать временной шаг отображения состояния динамической системы соответственно горизонту прогнозирования.

2. Построить имитационную модель динамики Водного фонда бассейна р. Иле, отражающую основные требования Стратегии-2050.

3. Построить теоретико-игровую модель Соглашения между РК и КНР о величине допустимого изъятия Водного фонда бассейна р. Иле.

4. Разработать программное обеспечение решения задач 1–3.

**1.1. Выбор временного шага имитационной модели.** Обозначим через  $\tau_i$  – эквидистантное разбиение времени от 2000 до 2050 года на периоды квазистационарности гидрологических параметров развития водохозяйственной системы бассейна р. Иле. В этом контексте предлагается этот полувековой отрезок времени разбить на 5 периодов:

$\tau_0$  – с 2001 по 2010 г.;

$\tau_1$  – с 2011 по 2020 г.;

$\tau_2$  – с 2021 по 2030 г.;

$\tau_3$  – с 2031 по 2040 г.;

$\tau_4$  – с 2041 по 2050 г.

Период  $\tau_0$  будем называть базовым периодом, имея в виду что начальные условия динамической системы задаются мониторингом, а все остальные показатели состояния динамической системы будут определяться рекурсивно исходя из состояния в базовом периоде, коэффициента допустимого изъятия водных ресурсов на нужды экономики и социальной сферы, а также сценария восполнения изъятых водных ресурсов природного комплекса. Обозначим через:  $\Phi\tau_0$  – средний годовой объем Водного фонда поверхностных вод Республики Казахстан базового периода. Так как годовой объем Водного фонда может колебаться в зависимости от водности года, то величину  $\Phi\tau_0$  естественней называть нормой накопления в базовом периоде. Так, по данным таблицы 1 объем  $\Phi\tau_0$  примерно равен 15 км<sup>3</sup>. При этом распределение запасов по водным объектам следующее:

1)  $\Phi\tau_0^1 = 11$  км<sup>3</sup> – норма накопления запасов воды озерного фонда (55% от  $\Phi\tau$ );

2)  $\Phi\tau_0^2 = 7,7$  км<sup>3</sup> – норма накопления неочищенных сточных вод (7% от  $\Phi\tau_0^1$ ).

**1.2. Имитационное моделирование процессов формирования и использования Водного фонда бассейна р. Иле на долгосрочную перспективу.** Динамику Водного фонда в имитационной модели будем задавать последовательно, с помощью следующего рекуррентного уравнения:

$$\Phi_{\tau_{i+1}} = \Phi_{\tau_i} \cdot (1 - \mu_{\tau_i}) + \Delta_{\tau_{i+1}}^1 + \Delta_{\tau_{i+1}}^2 \quad i=0, 1, 2, 3, 4, \quad (1)$$

где  $\Phi_{\tau_i}$  – объем фонда в предыдущем периоде;  $\mu_{\tau_i}$  – норматив допустимого изъятия вод из фонда  $\Phi_{\tau_i}$ ;  $\Delta_{\tau_{i+1}}^1$  – природно-климатическое пополнение запасов поверхностных вод за счет осадков и инфильтрации подземных вод;  $\Delta_{\tau_{i+1}}^2$  – антропогенное пополнение запасов поверхностных вод за счет производства (очистки) нормативно чистых возвратных вод.

$\Phi_{\tau_i} \cdot (1 - \mu_{\tau_i})$  интерпретируется как переходящий на следующий период остаток фонда  $\Phi_{\tau_i}$ . Для введения основных математических характеристик производственной функции и выяснения их экономической интерпретации рассмотрим двухфакторную производственную функцию. Обозначим через  $K$  объем основных фондов в стоимостном выражении либо в натуральном (скажем, суммарного осмотического давления очистных сооружений). Пусть  $L$  – числовое выражение объема трудовых ресурсов, т.е. число рабочих, число человеко-дней, человеко-часов и т. д.;  $Y$  – объем выпущенной продукции в стоимостном выражении либо в натуральном, если мы имеем дело с отраслью, выпускающей один продукт (скажем, воду). Тогда производственная функция будет иметь вид

$$Y = F(K, L) \text{ млн м}^3/\text{год.}$$

В качестве примера будем рассматривать одну из наиболее распространенных двух факторных функций – функцию Кобба–Дугласа:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta},$$

где  $A > 0$  – константа,  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \beta < 1$ ,  $\alpha + \beta = 1$ . Обычные требования на производственную функцию заключаются в требованиях гладкости и условиях:

$$\frac{\partial F}{\partial K} > 0, \frac{\partial F}{\partial L} > 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0, \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0, K, L > 0. \quad (3)$$

Смысл условий (2) ясен: при увеличении объема одного из факторов и неизменном объеме другого выпуск продукции возрастает. Условия (3) означают, что при фиксированном объеме одного из факторов последовательное увеличение другого приводит ко все меньшим приростам произведенного продукта.

Иногда отказываются от требования дифференцируемости производственной функции  $F$ . В таком случае вместо условий (2) и (3) требуют монотонности и вогнутости  $F$  по каждому аргументу.

Перейдем к перечислению основных экономико-математических характеристик производственной функции. Важными характеристиками являются:

средняя производительность труда  $y = Y/L$  – отношение объема произведенного продукта к количеству затраченного труда;

средняя фондоотдача  $z = Y/K$  – отношение объема произведенного продукта к величине основных фондов.

Для функции Кобба–Дугласа, например, средняя производительность труда равна  $AK^{\alpha}L^{\beta-1}$  и в силу условия  $\beta < 1$  является убывающей функцией аргумента  $L$ . Другими словами, с увеличением затрат средняя производительность труда падает. Этот вывод допускает естественное объяснение: поскольку величина второго фактора  $K$  остается неизменной, то значит вновь привлекаемая рабочая сила не обеспечивается дополнительными средствами производства, что и приводит к снижению производительности труда. Таким образом, становится ясным и значение такой характеристики, как фондо-вооруженность труда  $k = K/L$ , показывающая объем основных фондов, приходящийся на одного рабочего.

**1.3. Конструирование производственной функции экологической опасности вида деятельности.** Рассмотрим задачу параметризации некоторой совокупности видов деятельности в пространстве двух измерений: их экономической полезности и их отрицательного воздействия на природную среду. Назовем для определенности этот параметр индексом экологической опасности. В содержательном смысле этот индекс должен обладать следующими свойствами:

1. Непрерывность в пространстве строго положительных значений двух упомянутых измерений. Действительно, «близкие» по экономической полезности и отрицательному воздействию на природную среду виды деятельности должны иметь «близкую» оценку их экологической опасности.

2. При фиксированном значении экономической полезности экологическая опасность вида деятельности должна возрастать с увеличением ее отрицательного воздействия на природную среду.

3. При фиксированном значении отрицательного воздействия на природную среду индекс экологической опасности вида деятельности должен убывать с повышением экономической полезности.

4. Нормированность, то есть сумма индексов экологической опасности по всем видам деятельности, должна быть равной единице. Это делается для того, чтобы шкалы, в которых измеряются экономическая полезность и отрицательное воздействие, были соизмеримы.

Далее, не вдаваясь в вопросы существования таких индексов и в вопросы их идентификации по статистическим данным, укажем один формализм, удовлетворяющий всем четырем изложенным свойствам. Этот формализм предложили в 1988 году сотрудники Всесоюзного института системных исследований А. В. Дончева и Л. А. Семенова [5].

Для расчета индекса экологической опасности вида деятельности они предложили использовать следующую формулу:



$$I_{0j} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{1j} K_{2j} \left( \frac{a_{ij} \cdot A_i}{b_j \cdot B} \right)}{n},$$

где –  $I_{0j}$  индекс экологичности  $j$ -й деятельности;  $i$  – виды воздействия на природную среду;  $a_{ij}$  – абсолютные показатели воздействия  $j$ -й деятельности ( $i$  – землеемкость, тыс. га; водопотребление, млн  $m^3$ ; выброс загрязняющих вещества в атмосферу, тыс. т/год; сброс сточных вод, млн  $m^3$ /год);  $A_i$  – показатели землеемкости отрасли, водопотребления, выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, водные объекты по отраслям промышленности;  $K_{1j}$  – коэффициент токсичности выбросов  $j$ -й отрасли в атмосферу (величина, обратная ПДК);  $K_{2j}$  – коэффициент токсичности сбросов сточных вод  $j$ -й отрасли в водные объекты;  $b_j$  – объем валовой продукции  $j$ -й отрасли;  $B$  – валовая продукция промышленности в целом;  $n$  – число абсолютных показателей воздействия отрасли (в данном случае  $n = 4$ ).

**2. Матрица сценариев.** Коэффициенты  $\mu_{\tau_i}$  – допустимого изъятия водных ресурсов из природной среды будут определены с помощью специально построенной для этой цели теоретико-игровой модели (арбитражной схемы).

Параметры пополнения водных запасов, присутствующие в уравнении (1), будем задавать в виде матрицы 2, построенной по данным института «Казгипроводхоз». Эту матрицу будем называть «Базовым сценарием прогнозной динамики Водного фонда р. Иле». Разумеется, возможны и другие матрицы сценариев, основанные на других материалах, однако макет у них должен быть одинаковый (таблица 2).

Таблица 2 – Макет (образец сценариев) очищения сточных вод

№ объекта	Объекты	Запасы очищенных сточных вод, км <sup>3</sup>	Пополнение запасов за счет оценки сточных и коллекторно-дренажных вод, км <sup>3</sup>			
			$\Delta^1 \tau_1^*$	$\Delta^1 \tau_2$	$\Delta^1 \tau_3$	$\Delta^1 \tau_4$
1	Пруды-накопители сельских населен. пунктов	$\Phi \tau_0^1$	$\Delta^1 \tau_1^*$	$\Delta^1 \tau_2$	$\Delta^1 \tau_3$	$\Delta^1 \tau_4$
2	Пруды-накопители городских населен. пунктов	$\Phi \tau_1^2$	$\Delta^2 \tau_1$	$\Delta^2 \tau_2$	$\Delta^2 \tau_2$	$\Delta^{12} \tau_4$
* $\Delta^1 \tau_1$ – производство чистой возвратной воды в соответствующем периоде фиксируется в прудах-накопителях соответствующего профиля.						

Так, 1500 тыс.км<sup>3</sup> – это расчетные требования на воду оз. Балкаш и дельты для поддержания горизонта воды в озере на отметке 341 м БС с учетом дополнительных потерь стока, сброса коллекторных вод в понижения рельефа для удовлетворения спроса диких животных и перелетных птиц.

**3. Численный расчет параметров «Базового сценария».** Численный расчет параметров «Базового сценария» динамики Водного фонда Республики Казахстан был выполнен сотрудниками Института математики и математического моделирования совместно со специалистами института «Казгипроводхоз» на основании анализа двух документов: «Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Иле на территории Республики Казахстан (декабрь 2011 г.) и ее уточнения по данным обзора за 2014 г.» и «Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии».

Что касается параметров прогнозируемого пополнения запасов по другим периодам, заметим следующее.

*Накопители очищенных сточных и ливневых вод.* Данные для расчета параметров сценария будем брать из таблицы 2. Хотя временной шаг и горизонты планирования имитационной модели и СКИОВР отличаются, но в результате несложных вычислений и пролонгирования данных с помощью циклического индекса физического объема получим сценарий динамики сточных и ливневых вод (таблица 3).

Таблица 3 – Численный расчет параметров «Базового сценария»

Объекты	Требования, км <sup>3</sup>	Пополнение запасов, км <sup>3</sup>			
	$\tau_0$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
Поверхностные воды Казахстана	15,000	0,095	0,182	0,450	1,337

**4. Правовой режим изъятия и пополнения запасов Водного фонда международных водотоков.** Как известно, правовой режим международных водотоков регламентируется в основном следующими конвенциями: Конвенцией по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер от 17 марта 1992 г. и Конвенцией ООН о праве несудоходных видов использования международных водотоков 1997 г.

Обе конвенции в разной детализации определяют следующие общие принципы использования водотоков:

1. Справедливое и разумное использование. Государство водотока использует в пределах своей территории международный водоток справедливым и разумным образом. При этом должны быть приняты во внимание географические, гидрографические, экологические социально-экономические и другие критерии.

2. Обязательство не наносить значительного ущерба. Государство водотока при использовании его на своей территории принимает все надлежащие меры для предотвращения нанесения значительного ущерба другому государству водотока. Если же государству водотока нанесён значительный ущерб, то вступает в действие механизм консультаций с потерпевшим государством для ликвидации или уменьшения ущерба.

3. Общее обязательство сотрудничать. Государство водотока обязано сотрудничать на основе равенства, территориальной целостности, взаимной выгоды и добросовестности в целях достижения оптимального использования международного водотока. При определении способа сотрудничества государства должны рассмотреть вопрос о создании комиссий для разрешения спорных вопросов.

4. Для разрешения споров по поводу использования предписаний конвенции предусмотрены учреждения международного арбитража, в функцию которого входит принятие окончательного решения.

**Комментарий.** Согласно Европейской конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озёр 1992 г. трансграничные воды – это любые поверхностные или подземные воды, которые пересекают границы. Трансграничными водами являются озера, крупные водоёмы, реки, водные бассейны, естественные и искусственные водные резервуары и т.д. между двумя или более государствами или расположенные на таких границах. Таким образом, рассмотренные водные объекты (казахстанская часть бассейна р. Иле и его водные объекты) являются трансграничными водами.

**4.1. Арбитражная схема Нэша – математическая модель справедливого и разумного использования трансграничных вод.** Арбитражная схема – правило, по которому каждой кооперативной игре без побочных платежей ставится в соответствие единственный дележ этой игры, называемый арбитражным решением. Первоначально арбитражные схемы были рассмотрены Дж. Нэшем для случая игры двух лиц. Пусть  $R = \{(u_1, u_2) \mid 0 \leq u_i \leq 1, u_1 + u_2 = 1\}$  – множество дележей,  $d = (d_1, d_2)$  – точка status quo, т. е. точка, соответствующая случаю, когда никакой дележ не осуществляется (иногда точку status quo интерпретируют как выигрыш игроков, которые они могут обеспечить себе самостоятельно без согласия другого игрока).

Пару  $[R, d]$  называют арбитражной схемой, а дележ  $u^*$  называется решением Нэша, если

$$P_i(u_i^* - d_i) = \max_{u \in R} P_i(u_i - d_i). \quad (4)$$

Решение Нэша и только оно удовлетворяет следующим аксиомам:

- 1)  $u^* \geq d$  – индивидуальная рациональность;
- 2) если  $f$  – линейное неубывающее преобразование, то  $f u^*$  есть арбитражное решение игры  $[fR, fd]$  (инвариантность относительно преобразований полезности);
- 3)  $\bar{u} \geq d, \bar{u} \in R$  и нет такого  $u \in R$ , чтобы  $u \geq \bar{u}$  (оптимальность по Парето);
- 4) если  $R' \in R, d' = d, \bar{u} \in R'$ , то  $\bar{u}' = \bar{u}$  (независимость от посторонних альтернатив);
- 5) если  $d_i = d_j, i, j = 1..n$  и  $R$  симметрична, то  $\bar{u}_i = \bar{u}_j, i, j = 1..n$  (симметрия).

Прокомментируем аксиомы Нэша применительно к водной проблематике, руководствуясь некоторыми объективными представлениями о «справедливости».

**Аксиома 1** – индивидуальная рациональность. В самом деле, если какая-либо сторона договора может обеспечить себе дополнительные водные ресурсы за счет их экономного использования,

очистки вод или иных мероприятий, не наносящих ущерб другой стороне, то решение арбитра должно учесть это обстоятельство (увеличением выигрыша).

*Аксиома 2* – линейности. Она утверждает, что в разных шкалах измерения полезности арбитра руководствуется одним и тем же принципом оптимальности. Так, арбитра все равно, измеряются ли водные ресурсы, подлежащие делению, в км<sup>3</sup> или млн м<sup>3</sup>.

*Аксиома 3* – оптимальности по Парето. Выполняется автоматически, поскольку множество допустимых решений в нашем случае – это дележи.

*Аксиома 4* – независимость от посторонних альтернатив. Она означает, что, имея большие возможности для выбора  $u^*$ , договаривающиеся стороны согласятся на этот же вектор выигрышей при меньших возможностях, если этот вектор допустим.

*Аксиома 5* – симметрия. Эта аксиома, иногда называемая аксиомой анонимности, постулирует равноправие сторон.

**4.2. Арбитражные схемы расчета максимально допустимых изъятий водных ресурсов из Водного фонда по периодам заданного горизонта прогнозирования.** Пусть в бассейне некоторой трансграничной реки находятся два государства. Назовем их Верхним – расположенным преимущественно выше по течению реки, и Нижним – расположенным ниже по течению реки. Предположим далее, что Верхнее государство, для того чтобы обеспечить свою водную безопасность, накапливает на своей территории запасы естественных и техногенных вод, т.е. вод искусственного происхождения, например, к таким водам можно отнести очищенные сточные, дренажные ливневые воды и т.д. Сюда же можно отнести воды, привлекаемые из других территорий Верхнего государства. Возникает вопрос: какую часть накопленных вод Верхнее государство может потратить на свои экономические или социальные нужды, а какую оставить в природных объектах или передать Нижнему государству? Речь, таким образом, идет о нормативе допустимого изъятия собственных вод из собственных водных объектов. Упростим определение арбитражных схем применительно к конфликтной ситуации, возникающей в задаче отыскания максимально допустимого изъятия  $\mu_{\tau_i}$  водных ресурсов из фонда  $\Phi_{\tau_i}$  Верхнего государства в периоде  $\tau_i$ .

Заметим, во-первых, что множество допустимых дележей во всех арбитражных схемах отыскания максимально допустимого изъятия  $\mu_{\tau_i}$  одинаково для всех периодов. Поэтому его можно не оговаривать каждый раз при переходе к новому периоду. Во-вторых, вторая координата вектора status quo равна нулю для всех арбитражных схем (поскольку второй игрок не может обеспечить себе положительный выигрыш без согласия первого игрока). В принятых обозначениях вектор status quo имеет вид:

$$d_1^0 = \frac{\phi_{\tau_0}^5 + \phi_{\tau_0}^6 + \phi_{\tau_0}^7}{\Phi_{\tau_0}} - \text{в базовом периоде первая координата вектора status quo} - \text{это доля техно-}$$

генных вод в общем объеме водного фонда базового периода;

$$d_2^0 = 0 - \text{в базовом периоде вторая координата вектора status quo равна нулю;}$$

$$d_1^i = \frac{\Delta_{\tau_i}^5 + \Delta_{\tau_i}^6 + \Delta_{\tau_i}^7}{\Phi_{\tau_i}} - \text{во всех остальных периодах первая координата} - \text{это доля суммарного по-}$$

полнения объема техногенных вод к общему объему фонда рассматриваемого периода. Поскольку КНР не собирается накапливать техногенные воды, положим:

$$d_1^i = 0;$$

$$d_2^i = 0, \text{ во всех остальных периодах вторая координата вектора status quo равна нулю.}$$

*Шаг 1.* Определим вектор status quo для базового периода:

$$d_1^0 = \frac{\phi_{\tau_0}^5 + \phi_{\tau_0}^6 + \phi_{\tau_0}^7}{\Phi_{\tau_0}} - \text{в базовом периоде первая координата вектора status quo} - \text{это доля техно-}$$

генных вод в общем объеме водного фонда базового периода;

$$d_2^0 = 0 - \text{в базовом периоде вторая координата вектора status quo равна нулю;}$$

$$d_1^i = \frac{\Delta_{\tau_i}^5 + \Delta_{\tau_i}^6 + \Delta_{\tau_i}^7}{\Phi_{\tau_i}} - \text{во всех остальных периодах первая координата} - \text{это доля суммарного по-}$$

полнения объема техногенных вод к общему объему фонда рассматриваемого периода. Поскольку КНР не собирается накапливать техногенные воды, положим:

$$d_1^i = 0;$$

$d_2^i = 0$ , во всех остальных периодах вторая координата вектора status quo равна нулю.

Шаг 2. Определим вектор status quo для базового периода в цифровом виде:

$$d_1^0 = \frac{\Phi_{\tau_0}^5 + \Phi_{\tau_0}^6 + \Phi_{\tau_0}^7}{\Phi_{\tau_0}} = \frac{(0+0+0)}{5,340} = 0;$$

$$d_2^0 = 0.$$

Таким образом, уравнение (4), определяющее решение Нэша в базовом периоде, примет вид:

$$\begin{aligned} u_1^* \cdot u_2^* &= \max \{u_1 \cdot u_2\}; \\ 0 &\leq u_1, u_2 \leq 1. \end{aligned} \quad (5)$$

Далее, выразим вторую координату через первую, получим:

$$\begin{aligned} u_1^* \cdot u_2^* &= \max \{u_1 \cdot (1 - u_1)\}; \\ 0 &\leq u_1, u_2 \leq 1. \end{aligned} \quad (6)$$

Найдем максимум произведения в задаче:

$$\begin{aligned} \max \{u_1 \cdot (1 - u_1)\} &= \frac{d}{dx} \cdot (u_1 - u_1^2) = 0; \\ 0 &\leq u_1, u_2 \leq 1; \\ 1 - 2u_1 &= 0, \text{ отсюда } u_1 = \frac{1}{2} \text{ и } u_2 = \frac{1}{2}. \end{aligned}$$

Далее, переходя на терминологию максимально допустимых изъятий, получаем  $\mu_{\tau_0} = 0,5$ .

*Вывод 1.* В базовом периоде ввиду отсутствия техногенных вод Верхнее государство (КНР) только половину своего водного фонда может использовать на социально-экономические цели. Таким образом,  $u_1^* = \frac{1}{2} \cdot (12,6 + 6,7) = 9,65 \text{ км}^3$ .

Рассчитаем с использованием матрицы сценариев водный фонд бассейна р. Иле в периоде  $\tau_1$  (2011–2020 гг.). Далее ситуация повторяется, поскольку климатические пополнения равномерны во всех периодах, а антропогенные отсутствуют вовсе. Поэтому справедливы расчеты и шаг 2.

$$\Phi_{\tau_1} = \Phi_{\tau_0} \cdot (0,5) + 0 = 18 \cdot (0,5) = 9 \text{ км}^3.$$

*Вывод 2.* Поскольку КНР не сохраняет свои возвратные воды и не очищает их до нормативно приемлемых уровней, то арбитражный суд не разрешит ему увеличивать изъятия намного больше базовой  $\mu_{\tau_0} = \frac{9 \text{ км}^3}{\text{год}}$ . Таким образом,  $\mu_{\tau_0} = \mu_{\tau_1} = \mu_{\tau_2} = \mu_{\tau_3} = \mu_{\tau_4} = 9 \text{ км}^3$ .

А это уже вполне приемлемая ситуация для Казахстана, поскольку, добавив сюда свои внутренние воды (в объеме около  $10 \text{ км}^3$ ), он в состоянии будет обеспечить устойчивый уровень оз. Балкаш (0,341 м), требуемое увлажнение его дельты и бездефицитный водохозяйственный баланс в будущем.

*Вывод 3.* Даже если КНР не согласится отдавать около половины своих внутренних водных ресурсов Казахстану, ссылаясь на абстрактность представлений о справедливости Нэша, Казахстан все же имеет шансы наверстать упущенное за счет развития индустрии очистки возвратных вод.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Оразов Е.Т., Поспелова В.К. Моделирование трансграничных перетоков суверенных вод // Труды XI международной азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». – Чолпон-Ата, 2015. – С. 507-516.

[2] Оразов Е.Т., Твердовский А.И., Литвиненко Г.Г. Теория игр при разрешении конфликтов в водопользовании. – Алматы, 2012. – 270 с.

[3] Мальковский И.М. География конфликтов в водопользовании. – Алчские основы водообеспечения природно-хозяйственных систем Казахстана. – Алматы, 2008. – 248 с.

[4] Рябцев А.Д., Твердовский А.И. Проведение сценарного моделирования различных вариантов развития ситуации в сфере использования и охраны трансграничных рек с КНР и разработка конкретных вариантов реагирования на них. – Алматы, 2008. – 248 с.

[5] Дончева А.В., Семенова Л.А. Методические вопросы оценки интенсивности воздействий на природную среду // Глобальные проблемы современности: региональные аспекты: Сборник трудов. – М.: ВНИСИ, 1988. – Вып. 5. – С. 158-163.

## REFERENCES

- [1] Orazov E.T., Pospelova V.K. Sovereign waters cross-border flows modeling // Proceedings of the 11th International Asian School-Seminar "Problems of optimization of complex systems". Cholpon-Ata, 2015. P. 507-516 (in Russian).
- [2] Orazov E.T., Tverdovsky A.I., Litvinenko G.G. Games theory in water use conflicts resolution. Almaty, 2012. 270 p. (in Russian).
- [3] Malkovsky I.M. Geographical basis of water situation in provision of natural and Deconomic systems in Kazakhstan. Almaty, 2008. 248 p. (in Russian).
- [4] Ryabtsev A.D., Tverdovsky A.I. Scenario modeling conduction and development of specific response options to the different situations in protection and consumption of transboundary rivers with China. Almaty, 2008. 248 p. (in Russian).
- [5] Doncheva A.V., Semenova L.A. Methodological issues of assessing the intensity of technogenic impacts to the natural environment // Global problems of contemporaneity: regional aspects. Collection of scientific papers. Moscow, 1988. Issue 5. P. 158-163 (in Russian).

**Е. Т. Оразов<sup>1</sup>, А. И. Твердовский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>БҒҚ, ф.-м.ғ.к. (ҚР БҒМ Математика институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Бөлім меңгерушісі («Казгипроводхоз» ӨК, Алматы Қазақстан)

**БАЛКАШ ӨЗ. АЛАБЫ СУ ҚОРЫНЫҢ НЫСАНДАРЫН ИМИТАЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕОРИЯЛЫҚ-ОЙЫН ТҮРҒЫСЫНДАУЛГІЛЕУДІҢ ҰЗАҚМЕРЗІМДІ ДИНАМИКАСЫ**

**Аннотация.** Мақала шектеусіз су алудың қытайлық стратегиясының баламасы – таза судың қайтарым нормативін молайтуға кеңінен арналған. сондай-ақ тазарту үрдісіне ұқсас өндірістік қызметтердің кейбір түрлері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** ұдайы кеңейту, нормативті таза су, трансшекаралық су ағындарының бөлімін алып тастау, шектеусіз су алу.

**Ye. T. Orazov<sup>1</sup>, A. I. Tverdovskiy<sup>2</sup>**

Principle research worker, <sup>1</sup>Institute of mathematics of Ministry of Education and Sciences of the Republic of Kazakhstan,

Head of department<sup>2</sup> «KazGIPROVODHOZ»

**SIMULATIVE AND THERETICAL-PLAYING MODELLING OF LONG-TERM DYNAMIC OF THE OBJECTS OF WATER FUND OF BALKASH LAKE BASIN**

**Abstract.** The article is devoted to the issue of extended reproduction of normatively pure return waters – as an effective alternative to the Chinese strategy of unlimited water supply intake. Some types of production functions that simulate the water self-clarification processes are also considered.

**Key words:** extended reproduction, normatively pure waters, taking of part of runoff of transboundary waters, unlimited water supply intake.

УДК 556.555.2

А. Мұсақұлқызы<sup>1</sup>, А. Ө. Жәди<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Гидрохимия және экологиялық токсикология зертханасының АҒҚ-і  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup> Гидрохимия және экологиялық токсикология зертханасының жетекші инженері  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

## АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ МАРҚАКӨЛ КӨЛІНІҢ ДЕҢГЕЙІНЕ ӘСЕРІ

**Аннотация.** Мақалада Марқакөл көлінің деңгейлік режиміне атмосфералық жауын-шашын әсерінің көпжылдық тенденциясы қарастырылды. Зерттеу нәтижесінде 1942–2011 жылдар аралығындағы орташа көпжылдық жауын-шашын мен Марқакөл көлінің деңгейлік режимі арасында тура байланыс орнатылды.

**Түйін сөздер:** деңгейлік режим, сызықтық тренд, атмосфералық жауын-шашын, корреляция коэффициенті.

Білгалдылықтың табиғи динамикасымен Қазақстандағы су тұтынудың жоғарлауына байланысты толық немесе жекелеген көлдердің көлдік қоры өзгеруде. Тұщы көлдердің периодтық және толықтай тұзды, әлсіз тұзды және өте тұзды жағдайға өтуі бақыланады, мұның барлығы көлдердің периодтық кеуіп кетуіне немесе толықтай жойылуына алып келеді. Тұрғылықты халықтың тұрмыстық қызметімен өмір сүру жағдайы ретіндегі көлдік қорды сақтау сияқты күрделі мәселесі туындайды.

Су ресурстарын сенімді әрі толықтай бағалау, олардың пайда болуы мен уақыттық және кеңістіктік өзгеру процестерін зерттеу, тұрғылықты халықты заманауи және сұранысқа ие сумен қамтамасыз ету, өнеркәсіппен ауылшаруашылық мәселелерін шешу, қоршаған ортаны қорғау жөніндегі іс-шараларды жүзеге асыруда қолданылады.

Қоршаған орта мен климаттың өзгеруіне негізделген Марқакөл көлінің деңгейлік режимінің уақыттық-кеңістіктік заңдылықтарын анықтау, заманауи жағдайдағы көлдің су деңгейін болжау үшін өте маңызды.

Ағындының сызықтық трендіне негізделген, климаттық сипаттамалар мен көлдің деңгейлік режимі арасындағы байланысты анықтау үшін арнайы құрастырылған әдіснамаға сәйкес жиынтық статистикалық талдау жүргізіледі.

Көлдің деңгейіне әсер ететін негізгі климаттық факторлар болып көп жылдық және жыл ішілік өзгерістерге бейім атмосфералық жауын-шашын, ауа температурасы табылады. Көл деңгейіне түскен атмосфералық жауын-шашын мен ауа температурасы арасындағы байланыс бағыныштылығының есептеулері екі ауыспалы корреляция әдісімен жүргізіледі.

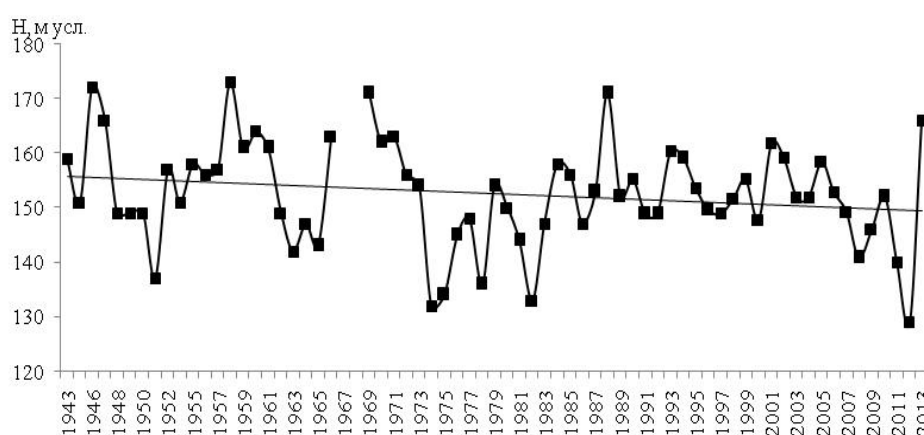
Климаттың өзгеруінің көлдің деңгейлік режиміне әсері қарастырылып отырған су объектісіне жақын орналасқан метеорологиялық станцияларының бақылау мәліметтері, бақылау жүргізіліп басталған уақыттан 2011 жылға дейінгі периодқа бағаланды [1].

Марқакөл көлінің деңгейлік режиміне бақылау жүргізу 1942 жылдан бастап жүргізілген. Марқакөл көлінің деңгейіне жауын-шашынның әсерін анықтау үшін Қатон-Қарағай МС-ның 1942–2011 жылдар аралығындағы орташа көпжылдық мәліметтері және Марқакөл қорығының көпжылдық жыларалық мәліметтері алынды.

Оңтүстік Алтайда, Күршім мен Азутау жоталарының арасында, биіктігі 1449 м болатын ең биік шатқалда ауданы 449 шаршы шақырымды құрайтын Марқакөл көлі орналасқан. Көлдің

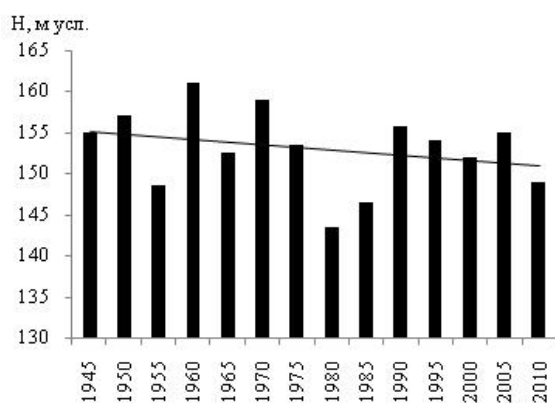
ұзындығы 38 км, ең терең бөлігі 30 метрді құрайды. Көлге Тополевка, Мате-Бай, Урунхайка және т.б. өзен салалары құяды, ал Қалжыр өзені ағып шығады. Көлдiң суы тұщы. Қалжыр өзені – Қазақстанның шығыс бөлігіндегі Ертістің бірінші саласы. Қазіргі уақытта Шығыс Қазақстандағы тауаралық облыста орналасқан көлдер қатарына- Марқакөл көлі жатады [2, 3].

Қарастырылып отырған уақыт аралығында көлдің деңгейінің төмендегені байқалады. Максималды орташа жылдық су деңгейінің мәні 173 м деңгейде 1958 жылы байқалған, ал минималды мәні 2012 жылы – 129 м болған (1-сурет). Марқакөл көлі үшін 1974 жылдан бастап 5 жыл мерзімінде су деңгейінің циклдi жоғарылауы және төмендеуі тән. Егер 1946 жылдан 1951 жылдар аралығында төмендеу жүрсе, онда 1952–1957 жылдар аралығында жоғарылау жүреді, осындай жағдай, 1958–1963 жылдар аралығында төмендеуі, 1964–1969 жылдар аралығында жоғарылауы және тағы 1970 жылдан 1974 жылға дейінгі аралықта төмендеуі байқалады. Ал 1975 жылдан 1988 жылға дейін су деңгейінің жоғарылауы жүреді бірақ аз амплитудамен, және төмендеудің жалғасы 2012 жылы минималды мәнге алып келеді. 2013 жылы кенеттен жоғарылау анықталған, бұл көлдің салыстырмалы талдау нәтижелері көрсеткендей көлге құятын өзендердің сулылығына байланысты [4].

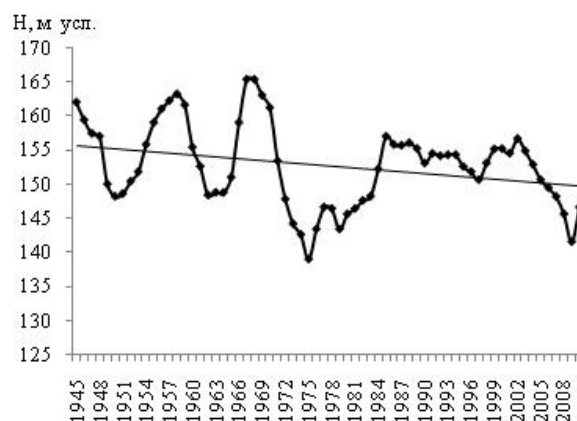


1-сурет – Марқакөл көлінің орташа жылдық су деңгейі

Толығырақ Марқакөл көлінің деңгей өзгерісін анықтау, орташа бесжылдық және сырғымалы бесжылдық мәліметтерімен қарастырылған. 2а және 2б-суреттерінде көрініп тұрғандай 1974 жылға дейін тербеліс синхронды, 1975 жылдан кейін деңгейдің жаңа гидрологиялық төмендеу фазасы бақыланды. Сырғымалы график арқылы ең жоғары көл деңгейі 60-шы жылдардың екінші жартысынан бастап, ал ең төмен деңгейі өткен ғасырдың 70-ші жылдардың соңы мен 80-ші жылдардың басында байқалғандығын көрсетеді. Соңғы мәліметтер бойынша 2000 жылдан кейін кенеттен көл деңгейінің төмендеуі жүреді (2б-сурет).



а



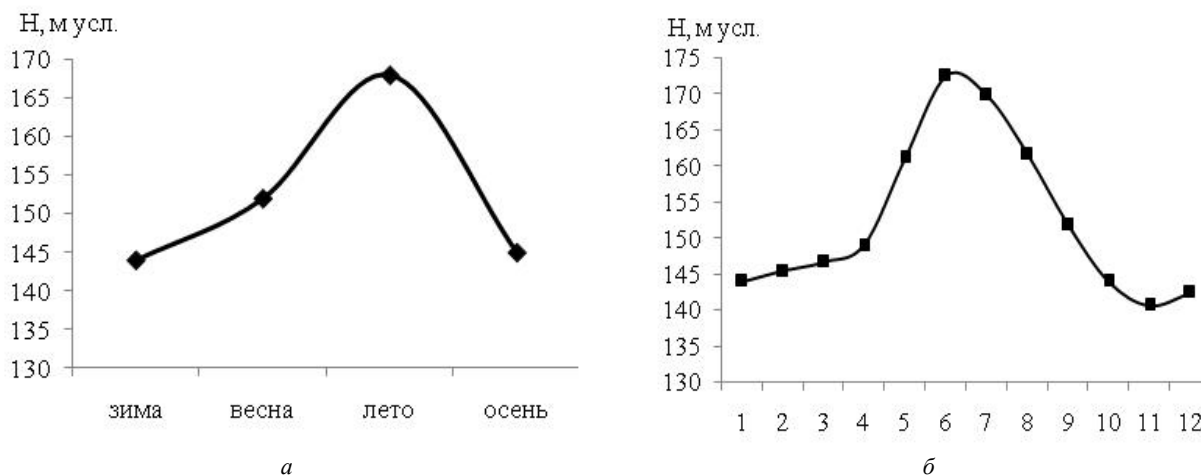
б

2-сурет – Марқакөл көлінің 1943–2013 жылдар аралығындағы деңгейлік режимінің динамикасы:

а – Марқакөл көлінің 1943–2013 жылдар аралығындағы 5 жылдық жылжымалы деңгейі;

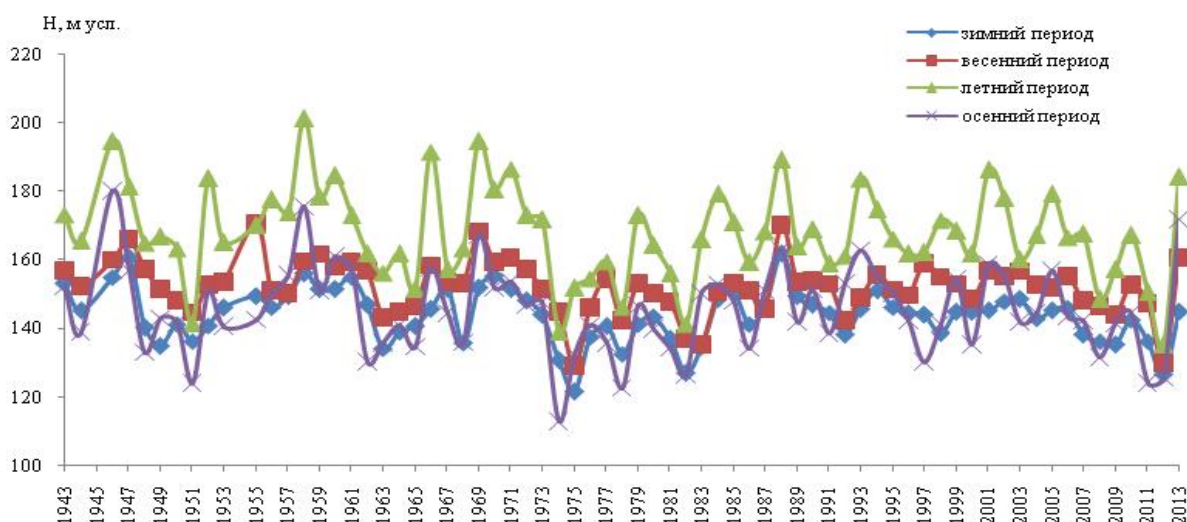
б – Марқакөл көлі деңгейінің 1943–2013 жылдар аралығындағы көпжылдық жүрісі

Марқакөл көлінің 1943–2013 жылдар аралығындағы жылышылық орташа көпжылдық және мезгілдік деңгей режимінің динамикасы 3а және 3б-суреттерінде көрсетілген. Көлге көктемгі-жазғы деңгейдің (169,7–172,5 шартты м) дейін жоғарылауы, және күзгі 140,6 м төмендеуі тән құбылыс (3б-сурет).



3-сурет – Орташа көпжылдық және мезгілдік режим деңгейінің динамикасы: а – Марқакөл көлінің мезгілдік режим деңгейінің динамикасы; б – Марқакөл көлінің орташа көпжылдық режим деңгейінің динамикасы

Алғашқы суықпен қазан айында деңгейдің құлдырауы басталады, көл деңгейі 140,6–146,6 м-де наурыздың аяғына дейін сақталады, наурыз айының аяғында және сәуір айының басында судың көтерілуі басталады (3а-сурет). Көктемгі-жазғы кезеңде көл деңгейі 150,0 м-ден 170,0 м-ге дейін тербеледі. Көл деңгейінің максималды мәні 1958 жылы 201,0 м-де бақыланды. Күзгі-қысқы төмен су деңгейі 141,0 м ден 146,0 м-ге өзгерген. Көлдiң минималдi мәні 113,0 шартты м-де 1974 жылы тiркелген (3-сурет).

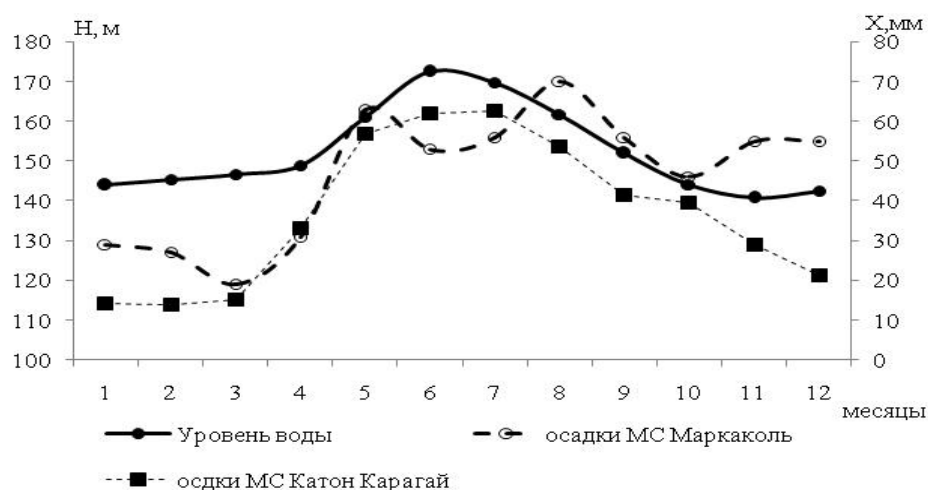


4-сурет – Марқакөл көлінің орташа көпжылдық деңгейінің мезгілдік жүрісі

Көл деңгейінің атмосфералық жауын-шашыннан тәуелділігін анықтау үшін орташа көпжылдық жауын-шашын динамикасы қарастырылды, оның мөлшері 444 мм-ге тең. Жыл мезгілдеріне байланысты жауын-шашын біркелкі таралмаған. Жылдың жылы кезінде жылдық мөлшердің 60–75% түседі. Қатон-Қарағай МС-ында жауын-шашынның айлық максимумы маусым және шілдеде тіркелген, Марқакөл қорығы МС-ы аймағында жергілікті жерінің биік орналасуына байланысты екінші максимум бар. Жауын-шашынның айлық минимум мөлшері ақпанға сәйкес келеді. Марқа-



көл көлінің су деңгейінің жауын-шашынға тәуелділігі 5-суретте көрсетілген. Жауын-шашын мен су деңгейінің өзара қатынасы жоғары, корреляция коэффициенті Қатон-Қарағай МС-ында 0,88, Марқакөл қорығы МС-ында 0,5-ке тең (5-сурет).

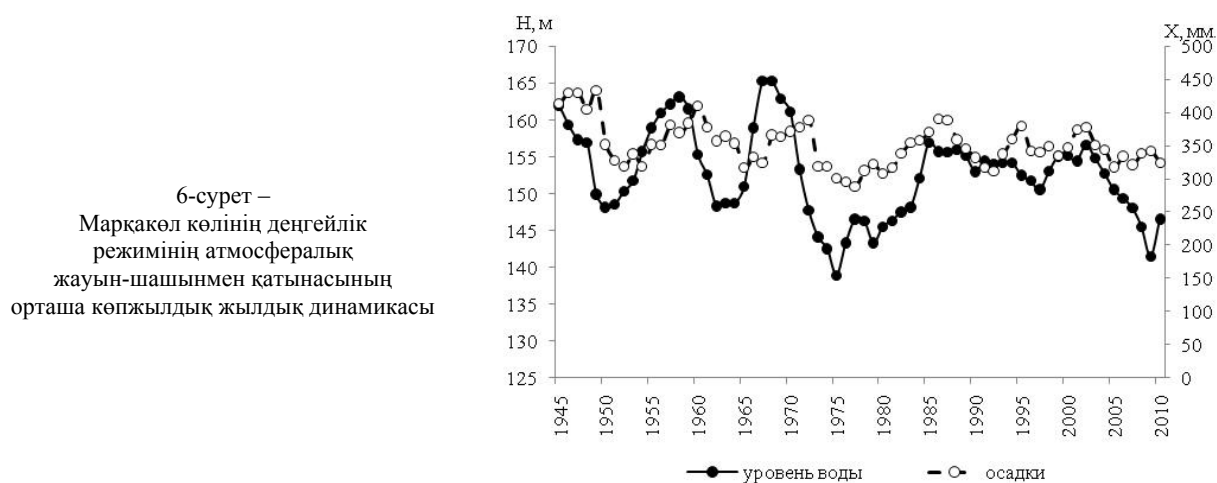


5-сурет – Марқакөл көлінің су деңгейі режимі мен атмосфералық жауын-шашынның қатынасының жыл ішіндегі орташа көпжылдық динамикасы

Марқакөл көлінің орташа көпжылдық жылдық су деңгейінің атмосфералық жауын-шашынмен қатынасын анықтау үшін жүрісі графикалық суретімен қортындыланатын шамаларды орташалау әдісін қолдану қабылданған. Қысқа мерзімді тербелістерді түзету мен негізгі тенденция немесе циклді ерекшелуге көбіне жылжымалы орта уақытша қатар мәліметтерімен қолданылады. Жылжымалы ортаны математикалық тұрғыда біріктірудің бір түрі болып табылады, сондықтан оны сигналдарды өңдеуде төменгі жиіліктің фильтрі ретінде қарастыруға болады. Салыстырмалы талдау нәтижелері Марқакөл көлінің су деңгейінің атмосфералық жауын-шашынға тәуелділігін анықтады, корреляция коэффициенті 0,52-ге тең болды.

Біздің жағдайымызда біз жылжымалы 5 жылдық орташа және көл деңгейінің көпжылдық орташа жылдық динамикасын қолдандық, ол барлық сипатында атмосфералық жауын-шашынның өзгермелілігіне сәйкес келеді (6-сурет).

Жауын-шашын мен көл деңгейінің өзара қатынасы жоғары, корреляция коэффициенті Қатон-Қарағай МС-ында 0,88, Марқакөл қорығы МС-ында 0,5-ке тең. Салыстырмалы талдау нәтижелері Марқакөл көлінің су деңгейінің атмосфералық жауын-шашынға тәуелділігін анықталды, корреляция коэффициенті 0,52-ге тең болды.



#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Бабкин А.В. Методика долгосрочного прогноза уровня Ладожского озера и стока реки Невы // Ученые записки. Журнал РГГМУ. – 2004. – № 8. – С. 31-37.  
[2] Советский Союз: Географическое описание / Н.Н. Пальгов и др. – М.: Мысль, 1970. – 408 с.  
[3] Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. – Вып. 1. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – Ч. 1 / Под ред. к.г.н. В. А. Семенова. – Л., 1969. – 318 с.  
[4] Научно-исследовательская работа. Водная безопасность Республики Казахстан. Геопространственная информационная система «Водные ресурсы Казахстана и их использование».

#### REFERENCES

- [1] Babkin A.V. The method of long-term forecast of Lake Ladoga and the Neva river discharge // Uchenyezapiski. Journal of RSHU. 2004. N 8. P. 31-37 (in Russian).  
[2] Soviet Union: Geographical Description / N.N. Palgov et al. M.: Thought, 1970. 408 p. (in Russian).  
[3] Resources of surface waters of the USSR. Vol. 15. Altai and Western Siberia. Issue 1. Mountain Altai and Upper Irtysh. Part 1 / Ed. Ph.D. V. A. Semenov. L., 1969. 318 p. (in Russian).  
[4] Research work. Water security of the Republic of Kazakhstan geospatial information system "Water resources of Kazakhstan and their use" (in Russian).

**А. Мусакулкызы<sup>1</sup>, А. О. Жади<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>СНС лаборатории гидрохимии и экологической токсикологии  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>Ведущий инженер лаборатории гидрохимии и экологической токсикологии  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

#### **ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ ОЗЕРА МАРКАКОЛЬ**

**Аннотация.** Рассматривается влияние атмосферных осадков на уровень оз. Маркаколь. В результате исследования с 1942 по 2011 г. была выявлена прямая связь между среднегодовым количеством осадков и уровнем оз. Маркаколь.

**Ключевые слова:** уровень озера, линейный тренд, атмосферные осадки, коэффициент корреляции.

**A. Mussakulkyzy<sup>1</sup>, A. O. Zhadi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>SNA Laboratory of Hydrochemistry and Environmental Toxicology  
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup>Leading engineer of the Laboratory of Hydrochemistry and Environmental Toxicology  
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

#### **IMPACT OF PRECIPITATION ON THE LAKE LEVEL MODE MARKAKOL**

**Annotation.** The influence of atmospheric precipitation on the level regime of the lake is considered in the article Markakol. As a result of the research, from 1942 to 2011, a direct relationship was established between the mean annual precipitation and the level of the lake Markakol.

**Key words:** level regime, linear trend, atmospheric precipitation, correlation coefficient.

УДК 91 (038)

С. А. Абдрахманов<sup>1</sup>, Ж. М. Шарапханова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Старший научный сотрудник, член Республиканской ономастической комиссии при Правительстве РК (Институт географии, Алматы, Казахстан),

<sup>2</sup>Младший научный сотрудник (Институт географии, Алматы, Казахстан)

## ПРОБЛЕМЫ ЭТИМОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ИСТОРИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ОРОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КАЗАХСТАНА

**Аннотация.** Рассматривается этимология некоторых крупных орографических объектов Казахстана и на этой основе восстанавливаются их исторические народные названия.

**Ключевые слова:** правильное название, орографические объекты, основа топонима.

В 32-томном «Государственном каталоге географических названий Республики Казахстан» (ГКГН), составленном ТОО «Институт географии» совместно с РКГП «Национальный картографо-геодезический фонд» тогдашнего Агентства РК по управлению земельными ресурсами и изданном в 2002–2010 годах на казахском и русском языках, по всем областям республики и многим крупным, средним и мелким орографическим и другим физико-географическим объектам восстановлены исторические народные названия и исправлены многочисленные транслитерационные ошибки в их названиях на русском языке.

Однако многие исторические названия все еще используются в традиционно искаженном виде. ГКГН и новые республиканские, областные карты, издающиеся после объявления суверенитета на основе новой «Инструкции по русской передаче казахских и казахской передаче русских географических названий Республики Казахстан» (Алматы, 2002 г.), утвержденной Государственной ономастической комиссией при Правительстве Республики Казахстан 6 мая 2002 г., еще не стали практическим руководством для государственных и местных организаций из-за малого тиража и отсутствия надлежащей презентации и широкой рекламы со стороны Агентства Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами. Поэтому требуется большая научная и просветительская работа по разъяснению широкой общественности причины восстановления исторических названий на основе народно-научной этимологии. Целесообразно далее это показать на примере крупных географических объектов.

Ниже приводится научная этимология ряда восстановленных и исправленных в ГКГН названий крупных орографических объектов.

Так, северную часть Акмолинской области занимает Кокшетауская возвышенность. Ее центром и давшей ей название является гора Кокшетау с самой высокой вершиной Кокше (947 м). До недавнего времени названия этих объектов на картах, в научной, туристической, справочной и массовой литературе, а также на страницах СМИ на русском языке писались и использовались в искаженном и калькированном виде – Кокчетавская возвышенность, Кокчетавские горы, вершина Синюха.

Корень слова во всех этих названиях – көк (кок) на казахском языке, к тому же это слово имеет очень много значений (небо, небосвод и др.) и цветовых оттенков (синий, голубой, сизый и т.д.). В связи с этим возникает законный вопрос: почему гора названа Кокшетау (синеватая гора), а не «жасылшатау» или «жасылтау» (зеленоватая или зеленая гора), так как гора сплошь покрыта зеленым лесом. Видимо, это объясняется следующими обстоятельствами: во-первых, казахи как в

древности, так и в настоящее время редко употребляли слово "жасыл" (зеленый), ибо на казахском языке слово "жасыл" (жасын, жай) означает молнию. Поэтому предки современных казахов, чтобы не вызывать небесную кару, при номинации географических объектов избегали слова жасыл (зеленый). С учетом этого до сих пор принято у местного населения зеленую траву называть «көк шөп» (кок шоп – синяя трава) и никогда не употреблять «жасыл шөп» (зеленая трава). Выражение «степь зеленеет» по-казахски звучит «дала көктеп келеді» (дала коктеп келеды – степь синее). Во-вторых, гора Кокшетау, покрытая зеленым лесом, при ясной погоде и чистом атмосферном воздухе издали имеет синеватый оттенок, который напоминает цвет голубого неба. Таким образом, этимологию горы, давшей название возвышенности и вершине, можно объяснить не только словом «синеватая гора», как это объясняет Г. К. Конкашпаев [2, с. 75], а гора, имеющая небесный голубой цвет, или «гора небесного цвета». Такое объяснение, видимо, будет ближе к истине.

На юго-востоке Акмолинской области расположены Ерейментауские горы. Название этих гор искажилось на Ерментау. По этимологии этих гор имеется несколько версий.

По мнению Г. К. Конкашпаева, название гор происходит от монгольских "эрэ" – мужчина, "эме" – женщина, поскольку формы некоторых скал очень сильно напоминают фигуру мужчины и женщины [1, с. 91]. Однако эта версия далека от истины, так как на монгольском языке мужчина – эр, женщина – эм. В одной из работ, вышедшей позже, он писал: «Смысел "ереймен" не ясен» [2, с. 39].

А. Абдрахманов, продолжая идею Г. Конкашпаева и основываясь на законах лингвистики, предлагает, что в соединении эре+эме+н буква «е» впоследствии в казахском языке видоизменилась в «ей» [3, с. 90]. Эта версия также является спорной.

Т. Жанузаков считает, что гора получила название в честь какого-нибудь знаменитого батыра или рода, поскольку первым компонентом является ер – батыр, «ей и имен» – просто вспомогательные части [4, с. 298]. В народе пока неизвестен батыр по имени Ереймен. Среди уаковцев Среднего жуза имеется род Ермен, среди каракесекцев Младшего жуза – род Еремен. Учитывая удаленности этих родов от этих мест, вряд ли можно предположить, что эти горы названы в честь этих родов.

А. Абдрахманов приводит народную легенду: однажды казахский батыр и калмыцкий ноян сошлись в беспощадной схватке в окрестности Ерейментауских гор. Калмык терпит поражение, и его конь, волоча седло, убегает в эти горы. В память об этом эту местность якобы и называли Ерімен (дословно «с седлом») [3, с. 90]. Это не подтвержденная легенда. Обычно в таких случаях народ местность именовал бы по масти убежавшей лошади с седлом. Например, Ерімен қара ат қашқан, Ерімен қасқа ат қашқан (убегавшая вороная лошадь с седлом, белолобая лошадь с седлом).

Еще одна версия гласит: якобы название гор произошло от ермен жусан (полынь горькая – вермут). Однако такая полынь не растет в горах, а произрастает в пустыне.

Изучение этимологии многих гор и горных массивов в процессе подготовки и издания «Государственного каталога географических названий РК» показывает, что при номинации гор местное население отдавало предпочтение внешней форме объекта, ориентации по сторонам света, отличительной черте расположения отдельных частей, слагающей горной породе, фауне и флоре, а также другим характерным признакам.

Этимология Ерейментауских гор, скорее всего, по смыслу связана с видоизмененными казахскими словами "ерейген" – неуклюже длинный и "ербиген" – торчащий. В действительности Ерейментауские горы неуклюже тянутся с юго-запада на север от границы Сарыарки в сторону Северо-Казахской равнины на 90–100 км и состоят из отдельных островершинных торчащих сопок (Акдин, Алтынтау, Суйкимбай, Куншалган и др.). Следовательно, этимология названия этих гор – Ерейментау означает «неуклюже длинные, состоящие из отдельных торчащих сопок горы».

В Карагандинской области находятся самые высокие горы всей Сарыарки – горы Кызыларай с вершиной Аксоран (1565 м). До сих пор транслитерация названия этих гор использовалась и используется в искаженном виде как "Кызылрай".

Еще в 1962 году Г. Конкашпаев [5, с. 243] писал: «В Центральном Казахстане есть гора Кызылрай». Вершина ее является самой высшей точкой всего Казахского мелкосопочника. Слог «рай» (или «арай») в составе этого сложного названия, по-видимому, происходит от монгольского слова «орай» – вершина; кызыл – казахское слово «красный».

Действительно в словаре С. Хабшай, Э. Миніс читаем: «Орой – басы, шыңы (таудың т.б), оргил – шың» [6]. В словаре Б. Базылхаан также читаем: «шың – оргил, орой» [7]. Таким образом, Г. Конкашпаев, правильно объясняя этимологию этого названия, дает неправильную его транслитерацию в виде "Кызылрай". Эту же ошибочную транслитерацию он повторяет в другой работе, где указывает: Кызылрай (Қызылрай), г. Красная вершина («рай», монг. – вершина) [2, с. 88].

Такую же или еще более ошибочную транслитерацию повторяет А. Абдрахманов в указанной работе [3, с.126]: «Қызылырай» – Қостанай облысындағы тау аты (Қызылырай название горы в Костанайской области). Во-первых, название горы не Кызылырай, а во-вторых, гора находится далеко от Костанайской области, на востоке Карагандинской области. В коллективной работе А. Абдрахманова, Т. Жанузакова и др. на казахском языке также приводится ошибочная транслитерация – Кызылрай [8, с. 192].

Научная этимология названия этих гор состоит из казахского слова «кызыл» (красный, по цвету слагающих горных пород – гранитов) и монгольского слова «орой» (вершина). В процессе долголетнего использования местным населением название «Кызылорой» давно адаптировалось в «Кызыларай», а не стало «Улаанорой» (по-монгольски «красная вершина»). Такая транслитерация названия этих гор в отличие от «Кызылрай» отвечает правилам народной номинации. В монгольском языке нет слова «рай». Русский «рай» и казахский «жұмақ» на монгольском языке «диваажин».

На севере Карагандинской области находится самая высокая вершина Ерейментауских гор – Ақдің (Ақдин – белая стволообразная вершина).

Эта строго конусообразная белая сопка, высотой 901 м. Название этой сопки на русском языке сперва исказилось на Акдым, позже на Белодым. Вокруг сопки имеется лесная дача и было село, которые назывались также Белодымская дача и село Белодымовка. Село в настоящее время нежилое, не существует. Название дачи осталось. В «Каталоге» Карагандинской области название этой сопки восстановлено. На всех издаваемых картах теперь дается историческое правильное название этой сопки – Ақдің (Ақдин).

На юге Осакаровского района Карагандинской области находится сопка Кушоқы (Одинокая сопка). У этой сопки геологи открыли месторождение угля по искаженному названию сопки Кушоқы. И назвали его Куу-Чекинское вместо правильного Кушоқы или Кушоқыньское. Поселок, возникший при нем позже, также был назван Куу-Чекинка. Только в 1969 году, в связи с изданием «Атласа Карагандинской области», сопка, месторождение и поселок получили правильные названия: сопка Кушоқы, месторождение Кушоқыньское, поселок Кушоқы.

На востоке Карагандинской области расположен живописный Каркаралинский горно-лесной оазис. Про этимологии гор Каркаралы имеется несколько версий. В 1863 г. Красовский писал: «Каркаралинские горы» – по рассказам киргизов (т.е. казахов. – С.А.) получили настоящее название вследствие большого сходства некоторых вершин с ящиком, устанавливаемым при перекочевках каркара» [9, с.134.].

Такой же версии придерживается и Г. Конкашпаев. По его мнению, «Каркаралы место, где находится гора, похожая на каркару» (каркара – своеобразный сундук с украшениями, устанавливаемый на верблюде при перекочевке; вид цапли) [2, с. 64].

Обе эти версии далеки от истины. Каркаралинские горы – не отдельная обособленная гора, наоборот, состоящие из многих скалистых гранитных гор, покрытых лесом, и высоких сопек, таких, как Жиренсакал, Шанкоз, Коктобе, Актерек, Жауыртогай, Мырзашоқы, Найза и др. Исходя из этого вряд ли возможно предполагать, что одна гора, похожая на сундук, дала название горному массиву.

А. Абдрахманов, ссылаясь на словарь В. В. Радлова, считает, что в основу топонима легло название птицы, т.е. каркара (цапля) + лы (суффикс) – Каркаралы [3, с.122–123]. Если учесть, что цапля – озерно-болотная птица и не обитает в горах, то такая версия противоречит правилу народной номинации.

По нашему мнению, название этих гор произошло от кара-кара+лы. На казахском языке, слово «кара» означает гору (напр., Каратау) или сопку (Бериккара, Егизкара и др.). Народная этимология этих гор «Каракаралы», что означает горно-сопочная местность. В процессе употребления этого древнего названия буква «а» в первом слове со временем была стерта по правилам гармонизации. Такую версию поддерживает А. Жартыбаев [10, с. 308].

В «Государственном каталоге географических названий Республики Казахстан», посвященном Алматинской области (т. 5), написан Жетысуский Алатау (Жетысу Алатауы) вместо Джунгарский Алатау. Откуда взялось слово «Джунгарский»?

В. А. Обручев в своей работе «Пограничная Джунгария» пишет: «Страну, расположенную между первыми и третьими разрывами (т.е. между Иртышской и Илийской долинами. – С.А.), я и понимаю под термином Пограничной Джунгарии. Она составляет только часть всей Джунгарии, именно самую западную, находящуюся у русско-китайской границы, преимущественно в китайских, но отчасти и в русских пределах. Рассматриваемая часть Пограничной Джунгарии находится между  $82$  и  $86^\circ$  в.д.,  $45$  и  $47^\circ,5$  с.ш., занимая площадь более  $82$  тыс. км<sup>2</sup>, что вдвое превышает площадь Швейцарии, расположенной под той же широтой» [11, с. 89].

В. А. Обручев далее указывает, что под «Пограничной Джунгарией» нужно понимать страну, расположенную по обе стороны границы, тем более не так давно, около 100 лет тому назад, она целиком входила в состав Китайской империи, составляя владение Джунгарского Контайши» (с. 3).

Возникает законный вопрос: кто же первый раз назвал Жетысуский (Семиреченский) Алатау Джунгарским?

В. И. Чернявский в работе о П. П. Семенове-Тянь-Шанском писал, что «в результате своих исследований П. П. Семенов показал в общих чертах характер орографического расчленения Джунгарского Алатау и Тянь-Шаня. Джунгарский Алатау на схеме Семенова показан двумя линиями, пересекающимися под острым углом. Одна из них названа Джунгарским Алатау, другая – цепью Копал-Талки (Копальский хребет и его восточно-юго-восточное продолжение – хребет Талки). Они образуют, по П. П. Семенову, пересечение двух осей поднятия, из которых первая, простирающаяся в направлении, близком к северо-востоку – юго-западу, геологически моложе и выше и несет вечные снега на своих вершинах. Ось поднятия Капал-Талки к западу от пересечения с Алатау образует несколько параллельных цепей, между которыми простираются обширные плоские впадины, обильно орошаемые реками. Позднейшие исследования показали, однако, отсутствие предполагавшегося П. П. Семеновым пересечения двух осей поднятия в Джунгарском Алатау» [12, с. 110].

Таким образом, во-первых, расположение этого хребта в пределах исторического региона Джунгария и, во-вторых, отделение северной линии хребта от его юго-восточного отрога дали повод Семенову назвать северную половину хребта Джунгарским Алатау. Позже это название перешло на весь хребет.

Однако П. П. Семенов-Тянь-Шанский в своих трудах («Путешествие в Тянь-Шань в 1856–1875 годах» (М., 1946) и пятитомном «Географическо-статистическом словаре Российской империи» (т. 1-5. СПб., 1863–1865) употребляет калькированный перевод казахского названия – Семиреченский Алатау, что означает Жетісу Алатауы.

В своих трудах Ч. Ч. Валиханов Джунгарский Алатау называет «Малый Алатау (Кіші Алатау)», а Заилийский Алатау – Большой Алатау. В первые годы исследования Тянь-Шаня Заилийский и Кунгей Алатау ему представлялся одним хребтом и его вершина Талгар выше (4973 м), чем вершина Семиреченского Алатау – Бесбакан (4464 м).

Подытоживая все сказанное, закономерным является то, что этому хребту восстановили историческое название – Жетісу Алатауы (Жетысу Алатау).

Теперь возникает законный вопрос: откуда взялся сам хороним Жетысу (Семиречье)?

По мнению И. В. Мушкетова: «Семиреченский край, расположенный между  $44^\circ$ – $46\frac{1}{2}^\circ$  с.ш. и  $94\frac{1}{2}^\circ$ – $99\frac{1}{2}^\circ$  в.д. называется .... потому, что в нем протекает семь рек » [13, с. 146]. Однако, он не называет, какие реки входят в это понятие.

В исторической литературе имеется несколько версий о реках, давших название этому краю. А. К. Гейнис сюда включает следующие реки: Лепси, Баскан, Саркан, Аксу, Буйен, Каратал, Коксу. А. Влангали вместо рек Баскан, Саркан включает реки Аязоз и Иле. По мнению В. В. Бартольда, сюда входят реки Лепси, Баскан, Аксу, Буйен, Кызылагаш, Каратал, Коксу. Однако, р. Баскан является притоком р. Лепси, р. Коксу – притоком р. Каратал, р. Саркан – притоком р. Аксу. Реки Кызылагаш, Буйен являются очень короткими, пересыхающими, не доходящими до оз. Балкаш.

Видимо, местное население имело в виду, когда этому региону давало название следующих крупных и самостоятельных рек, впадающих в озера Балкаш, Сасыкколь и Алаколь: Иле, Каратал, Аксу, Лепси, Тентек, Ырғайты (восточная граница региона) и Шу, которая является западной границей региона [14, с. 678].

В отношении Джунгарских Ворот И. В. Мушкетов в указанной работе писал следующее: «Джунгарский и Туркестанский (автор имеет в виду, видимо, Илейскую долину. – С.А.) проходы, или Великие Ворота Азии, возникли весьма недавно, еще в третичную эпоху, покрыты морем, составляющим одно целое с морями Хань-Хай и Туркестанским. Из этого видно, что бывшее море

Хань-Хай не было так изолировано, как думает Рихтгофен, напротив, составляло только часть Арало-Каспийского или Туркестанского бассейна. Уже после третичной эпохи произошло разделение между ними, главным образом, вследствие обширных динамичных процессов, которые повели за собою не только разделение бывшего третичного моря на отдельные бассейны, но и нагромождение высочайших хребтов Внутренней Азии. Народы, выходявшие из Хан-Хая и направлявшиеся к западу через Джунгарские Ворота, только временно оставались в нем; словом, Балхашский бассейн всегда служил как бы проходной станцией.

Таким образом, все эти кочевые народы, вышедшие из Центральной Азии, следовали одной и той же дорогою через Джунгарские Ворота» [13, с. 15, 22, 50].

Стало быть, Семиреченские Ворота (Жетісу қакпасы) Джунгарскими впервые именовал И. В. Мушкетов. Об этом же читаем в названной работе В. А. Обручева. Он отмечал следующее: «Пограничная Джунгария составляет часть пограничной местности между бывшими империями Российской и Китайской, граница которых тянулась на тысячи километров от Тихого океана до хр. Каракорум. В этой естественной ограде Внутренней Азии от внешних влияний мы находим, впрочем, несколько разрывов, издавна служивших для более или менее удобного сообщения между народами [11, с. 87].

Первый разрыв или проход, который можно назвать Иртышским, пролегает с востока на запад в виде долины Черного Иртыша, отделяющей Монгольский Алтай и хр. Нарымский от хр. Саур.

Второй разрыв разделяет хр. Уркашар, с одной стороны, Майли-Джаир и Барлык – с другой, сообщая равнины Сырхын-гоби с обширной долиной Эмиль, открывающейся у оз. Ала-Куль в Балхашскую впадину; туземцы называют его Кулусутайским (как раз этот проход Мушкетов назвал Джунгарскими Воротами. – С.А.).

Третий разрыв находится между хребтами Майли и Барлык на востоке и Джунгарским Алатау на западе, сообщая равнины, расположенные у северного подножия Восточного Тянь-Шаня, с той же Балхашской впадиной (т.е. по Илийской долине. – С.А.). В старинной географической литературе он известен под именем Каптагайской теснины, но это название является неправильным, обусловленным не знакомством с местностью, так как самый разрыв имеет характер совсем не теснины, а широкой долины. Я называю этот третий разрыв Джунгарскими Воротами, так как он является самым прямым и удобным из всех» [11, с. 88].

В. А. Обручев писал, что «по своему положению и характеру он действительно представляет ворота из Западной Сибири в Западный Китай, а так как находится на окраине Джунгарии, рядом с Джунгарским Алатау, то заслуживает больше, чем остальные названия Джунгарских Ворот. Этот географический термин пора, я полагаю, окончательно определить и ввести в землеведение Внутренней Азии. Впервые он, как кажется, был употреблен И. В. Мушкетовым, но как-будто в отношении всего пространства между Алтаем и Тянь-Шанем» [11, с. 89].

Таким образом, в исторической литературе и на практике закрепилось за этим проходом название, предложенное И. В. Мушкетовым, – Джунгарские Ворота. Поскольку джунгарцы были завоевателями территории Казахстана и их государство, давно исчезло из истории, следовательно, нет никакой необходимости сохранять дальше это название. Поэтому в ГКГН РК этому проходу возвращено исторически правильное научное название – Жетысуские Ворота (Жетісу Қакпасы).

На современных картах самая высшая вершина на Алтае, в Катунском хребте обозначается Белухой (4506 м). Ее древнее казахское название – Музтау (Ледовая или Ледниковая гора). Об этом свидетельствуют работы В. В. Сапожникова, А. Н. Седельникова, В. В. Петровского, Н. М. Пржевальского, В. Резниченко и др. В работах этих авторов вершина называется Мус-тау, что является транслитерационной ошибкой.

Таким образом, используя труды ученых и путешественников и материалы Переселенческого управления, можно выяснить исторические названия многих географических объектов Казахстана и исправить транслитерационные искажения и ошибки в них, а также давать правильную народную и научную этимологию многих крупных физико-географических объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Конкашпаев Г.К. Географические названия монгольского происхождения // Изв. АН КазССР. Серия филологии и искусствознания. – Алматы, 1959. – Вып. 1. – С. 91.
- [2] Конкашпаев Г.К. Словарь казахских географических названий. – Алматы, 1963. – 186 с.
- [3] Әбдірахманов А. Топонимика және этимология. – Алматы, 1975. – 208 б.
- [4] Қазақтар. – VIII том. Атажұрт. – Алматы, 1998. – 472 б.

- [5] Конкашпаев Г.К. Некоторые малопонятные географические названия Казахстана // Вопросы географии Казахстана. – Алматы, 1962. – Вып. 19.
- [6] Хабшай С., Минис Ж. Монғолша-қазақша сөздік. – Ұланбатыр, 1954. – 397 б.
- [7] Базылхан Б. Казах-монгол толь. – Улаанбаатар, 1977. – 392 б.
- [8] Қазақстан географиялық атауларының сөздігі (Жезқазған облысы). – Алматы, 1990. – 296 б.
- [9] Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Ген. штаба. Область сибирских киргизов. – Ч. I / Составил Красовский. – СПб., 1868.
- [10] Жартыбаев А. Об этимологии некоторых топонимов Карагандинской области // Проблемы этимологии тюркских языков. – Алматы, 1990.
- [11] Обручев В.А. Пограничная Джунгария. – Л., 1932.
- [12] Чернявский В.И. П. П. Семенов-Тян-Шанский и его труды по географии. – М., 1955.
- [13] Мушкетов И.В. Геологическое и орографическое описание по данным, собранным во время путешествий с 1874 по 1880 г. – СПб., 1886. – Т. I.
- [14] Қазақстан. Ұлттық энциклопедия. – Алматы, 2001. – Т. 3.

#### REFERENCES

- [1] Konkashpaev G.K. Geograficheskie nazvaniya mongol'skogo proishozhdeniya // Izv. AN KazSSR. Seriya filologii i iskusstvovedeniya. Almaty, 1959. Vyp. 1. P. 91 (in Russian).
- [2] Konkashpaev G.K. Slovar' kazahskih geograficheskikh nazvanij. Almaty, 1963. 186 p. (in Russian).
- [3] Əbdirahmanov A. Toponimika zhəne jetimologija. Almaty, 1975. 208 b. (in Kaz.).
- [4] Қазақтар. Vol. VIII. Atazhұrt. Almaty, 1998. 472 b. (in Kaz.).
- [5] Konkashpaev G.K. Nekotorye maloponjatnye geograficheskie nazvaniya Kazahstana // Voprosy geografii Kazahstana. Almaty, 1962. Vyp. 19 (in Russian).
- [6] Habshaj S., Minis Zh. Monfolsha-қазақша сөздік. Ұланбатыр, 1954. 397 b. (in Kaz.).
- [7] Bazylyhan B. Kazah-mongol tol'. Ulaanbaatar, 1977. 392 b. (in Kaz.).
- [8] Қазақстан географиялық атауларының сөздігі (Жезқазған облысы). Алматы, 1990. 296 б. (in Kaz.).
- [9] Materialy dlja geografii i statistiki Rossii, sobrannye oficerami Gen. shtaba. Oblast' sibirskih kirgizov. Ch. I / Sostavil Krasovskij. SPb., 1868 (in Russian).
- [10] 10 Zhartybaev A. Ob jetimologii nekotoryh toponimov Karagandinskoy oblasti // Problemy jetimologii tjurkskih jazykov. Almaty, 1990 (in Russian).
- [11] Obruchev V.A. Pogranichnaja Dzhungarija. L., 1932 (in Russian).
- [12] Chernjavskij V.I. P. P. Semenov-Tjan-Shanskij i ego trudy po geografii. M., 1955 (in Russian).
- [13] Mushketov I.V. Geologicheskoe i orograficheskoe opisanie po dannym, sobrannym vo vremja puteshestvij s 1874 po 1880 g. Vol. I. SPb., 1886 (in Russian).
- [14] Kazakstan. Ul'tyk jenciklopedija. Vol. 3. Almaty, 2001 (in Kaz.)

**С. А. Абдрахманов<sup>1</sup>, Ж. М. Шарапханова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Аға ғылыми қызметкер (География институты, Алматы, Қазақстан),  
ҚР Үкіметі жанындағы Республикалық ономастикалық комиссия мүшесі  
<sup>2</sup>Кіші ғылыми қызметкер (География институты, Алматы, Қазақстан)

#### **ҚАЛПЫНА КЕЛТІРІЛГЕН ТАРИХИ АТАУЛАРДЫҢ ЭТИМОЛОГИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЫСАЛЫНДА ҚАЗАҚСТАННЫҢ БІРНЕШЕ ОРОГРАФИЯЛЫҚ НЫСАНДАРЫ**

**Аннотация.** Қазақстанның бірнеше ірі орографиялық нысандарының этимологиясы қарастырылған және осы негізде олардың тарихи халықтық атауы қалпына келтірілді.

**Түйін сөзер:** дұрыс атауы, орографиялық нысандар, топоним негізі, аударма.

**S. A. Abdrakhmanov<sup>1</sup>, Zh. M. Sharaphanova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Senior research worker (Institute of geography of the Republic of Kazakhstan),  
member of Republican onomastic commission by the Government of the Republic of Kazakhstan  
<sup>2</sup>Junior research worker (Institute of geography of the Republic of Kazakhstan)

#### **PROBLEMS OF ETYMOLOGY OF RESTORED HISTORICAL NAMES BY THE EXAMPLE OF SOME OROGRAPHIC OBJECTS OF KAZAKHSTAN**

**Abstract.** The article reviews the etymology of some major orographic objects in Kazakhstan, and, on this basis, their historical national names are restored.

**Key words:** correct, orographic objects, base of toponym, translation.



### **Всемирный Конгресс инженеров и ученых «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации» WSEC-2017 (19–20 июня 2017 года, г. Астана, Конгресс-центр ЭКСПО-2017)**

В рамках Международной выставки EXPO-2017 «Энергия будущего» 19–20 июня в Конгресс-центре ЭКСПО-2017 (г. Астана) проходил Всемирный конгресс инженеров и ученых – WSEC-2017. Тематика конгресса была посвящена важнейшим достижениям и тенденциям, складывающимся в современной энергетике, путям и методам решения глобальных энергетических проблем.



Конгресс-центр ЭКСПО-2017

Организаторами конгресса выступили: Национальная инженерная академия РК и Казахская национальная академия естественных наук.

Соорганизаторы:

Министерство иностранных дел РК;

Министерство энергетики РК;

Министерство образования и науки РК;

Фонд Первого Президента Республики Казахстан — Лидера нации;

Nazarbayev University;

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA);

Китайская нефтяная и химическая корпорация Sinopec;

Российская академия естественных наук;

Международная инженерная академия;

Ассоциация «KAZENERGY»;

АО «Самрук-Энерго»;

Международный научно-технический центр (МНТЦ);

Научно-образовательный центр «Зеленая академия»;

АО «Волковгеология».

В работе этого масштабного представительного конгресса приняли участие и внесли вклад в обсуждение энергетики будущего 1324 видных ученых и инженеров, представителей науки, образования, бизнеса, государственных органов, международных организаций, компаний и научно-инженерных объединений из 51 страны мира. Конгресс посетили более 300 зарубежных специалистов, в их числе Нобелевские лауреаты, двое министров, лауреаты престижной международной премии «Глобальная энергия», президенты различных академий.

На пленарном заседании 19 июня (модератор Н. А. Абыкаев – председатель Международного программного комитета WSEC-2017, президент Казахстанской национальной академии естественных наук, академик) участники конгресса отметили следующее:

- в начале XXI века произошел гигантский научный и технологическо-экономический прорыв в новое качество возобновляемой и альтернативной энергетики;
- общая доля возобновляемых источников в мировом производстве электроэнергии превысила 20%;
- кардинально возросло число стран, поставивших цели развития возобновляемой энергии, в 2015 году оно превысило 170.

В контексте энергии будущего Казахстан, обладая богатыми запасами традиционных энергоносителей, делает ставку и на альтернативные источники энергии.

К участникам конгресса с приветственным словом обратился президент Республики Казахстан Нурсултан Назарбаев. «Миру нужен поэтапный переход к новой экономической модели. Она должна базироваться на чистой энергетике, объединении усилий и коллективной ответственности с учетом интересов всего мира», – подчеркнул Лидер нации.



Пленарное заседание

В адрес оргкомитета поступило более 400 докладов, было отобрано 244. Всего участниками конгресса заслушано 130, представлено 40 стендовых докладов.



Стендовые доклады



Экспозиция конгресса

Обсуждения проходили по четырем базовым направлениям (блокам):

- Перспективы и сценарии развития мировой энергетики до 2050 года;
- Баланс энергетической трилеммы: безопасность, доступность и экологическая устойчивость;
- Развитие энергоресурсов: мировые тенденции, конкурентоспособность, инновации и перспективы использования в Казахстане;
- Научное кадровое обеспечение.

Последующие секционные заседания были посвящены проблемам:

- Источники и технологии энергии будущего – фундаментальные тренды и перспективы [блок 1, секция 1, модераторы: Карстен Аренс (Германия), Б. К. Канимов (Казахстан)];
- Концепция энергоэффективности при производстве и потреблении энергии [блок 1, секция 2, модераторы: Войцек Вельдемар (Польша), Г. Г. Трофимов (Украина)];
- Энергия будущего – перспективы развития глобальной энергии [блок 2, секция 1, модераторы: Лука Сутера (АО «Самрук-Энерго»), М. Н. Тузельбаев (Казахстан)];
- Зеленые технологии – решение энергетической проблемы [блок 2, секция 2, модераторы: Ф. М. Гумеров (Россия), М. К. Наурызбаев (Казахстан)];
- Система энергообеспечения в сельском хозяйстве и ее влияние на экологию [блок 2, секция 3, модераторы: А. С. Кушнарв (Украина), С. А. Кешуов (Казахстан)];
- Современные тенденции развития в технологиях использования топливно-энергетического сырья [блок 3, секция 1, модераторы: А. Л. Моссэ (Беларусь), Г. А. Мун (Казахстан)];
- Инновационный потенциал атомной энергетики [блок 3, секция 2, модераторы: Кодзи Окамото (Япония), Э. Г. Батырбеков (Казахстан)];
- Инновационные технологии низкоуглеродного развития: ВИЭ и система торговли выбросами [блок 3, секция 3, модераторы: Рае Квон Чунг (Республика Корея), Б.К. Есекина (Казахстан)];
- Инженерное образование и его роль в устойчивом развитии общества: новые подходы, современные вызовы [блок 4, секция 1, модераторы: Луис Фернандес Капрец (Канада), Ж. К. Шаймарданов (Казахстан)];
- Мировой опыт подготовки специалистов в области энергетики, а также международное сотрудничество в инженерном образовании [блок 4, секция 2, модераторы: Дору Урсутиу (Румыния), Е. О. Сыргалиев (Казахстан)].

В рамках проведения WSEC-2017 были организованы заседания круглых столов:

- Прокладывая путь к энергии будущего Казахстана (модератор Лука Сутера);
- Дорожная карта по возобновляемым источникам энергии: перспективы мировой возобновляемой энергии (модератор Долф Гиелен);
- Инновации и проблемы при строительстве и эксплуатации оснований и фундаментов сооружений возобновляемых источников энергии (модератор А. Ж. Жусупбеков).

Институт географии был представлен докладом А. Р. Медеу, И. М. Мальковского, Л. С. Толеубаевой «Географические основы инженерно-технических решений по территориальному пере-

распределению речного стока для водообеспечения Казахстана» (докладчик Л. С. Толеубаева). Доклад, посвященный стратегическим основам проблемы водообеспечения регионов Северного, Центрального и Южного Казахстана водами трансграничной реки Ертис с учетом привлечения части стока российских рек бассейна Оби, привлек внимание участников секционного заседания.



Участники секционного заседания

На заключительном пленарном заседании по итогам работы была принята Декларация Всемирного конгресса инженеров и ученых «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации» WSEC-2017. В декларации отражено, что Всемирный конгресс стал глобальной площадкой, на которой участники в соответствии с целями ООН по устойчивому развитию обсудили важнейшие достижения и тенденции, складывающиеся в современной энергетике, пути и методы решений глобальных энергетических проблем.

Участники конгресса констатировали, что:

- впервые в мировой истории технологии использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) стали доступными для массового использования;
- стимулирование роста финансирования, ресурсного обеспечения и реализации научных исследований, инженерных разработок, инновационного промышленного освоения новых достижений в данной сфере проводится в мировых масштабах;
- для многих стран и регионов земного шара впервые появилась возможность реального выбора между традиционной энергетикой и ВИЭ с учетом локальных особенностей, выгод и рисков;
- несмотря на интенсивное развитие альтернативных источников энергии в ближайшие десятилетия, около половины потребляемой энергии в мире будет обеспечиваться за счет традиционных источников на базе ископаемых ресурсов (угля, нефти, газа, урана), что налагает ответственность за совершенствование технологий по эффективному сжиганию топлива, кардинальному снижению выбросов в окружающую среду, решению проблем энергоперехода;
- совместные усилия мирового сообщества в развитии и продвижении возобновляемой энергии и низкоуглеродной энергетике, принятие Парижского соглашения 2015 года показали свою эффективность и стали одной из действенных основ для энергетической доступности и безопасности, обеспечивающей устойчивость к изменению климата и защиту окружающей среды.

Осознавая, что правительства стран мира играют ключевую роль в структурных преобразованиях энергетике, участники конгресса призвали к активному стимулированию, ресурсному

---

---

обеспечению и поддержке научных исследований, инженерных инноваций, инвестиций и промышленного освоения достижений в сфере возобновляемой энергии, к дальнейшему развитию международного сотрудничества, интенсификации добровольного обмена знаниями и технологиями.

Участники конгресса считают необходимым:

– добиваться дальнейшего повышения конкурентоспособности технологий возобновляемой энергетики в различных условиях и регионах планеты с целью последовательного расширения сфер их экономически эффективного использования;

– продолжить научные исследования и технологические разработки в таких важных сферах, как энергоэффективность, хранение энергии, интеллектуальные сети, распределенная генерация, улавливание и хранение углерода, экологизация промышленности, транспорта и социальной сферы, в целях достижения баланса между тремя ключевыми аспектами энергетической трилеммы – энергетической безопасностью, доступностью и экологической устойчивостью;

– развивать атомную энергетику, обеспечивающие безусловную безопасность для человека, социума и окружающей среды технологии, а также процедуры вывода реакторов из эксплуатации, переработки, хранения и захоронения отработанного топлива и радиоактивных отходов;

– признать важным направлением развитие термоядерной энергетики, имеющей неисчерпаемые топливные ресурсы и минимальное воздействие на окружающую среду, и способствовать дальнейшему развитию международного сотрудничества в этом направлении;

– совершенствовать подготовку кадров новой формации – ученых, инженеров и квалифицированных специалистов, компетентных в сфере новой энергетики и способных осуществить структурную перестройку мировой, региональной и национальной энергетики и энергоэффективности в интересах устойчивого развития человечества.

Участники конгресса выразили уверенность, что реализация приведенных мер будет способствовать дальнейшему успешному продвижению к энергии будущего.

*Л. С. Толеубаева,*

*д.г.н., руководитель лаборатории водообеспечения  
природно-хозяйственных систем и математического моделирования  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)*

## МАЗМҰНЫ

### Мәселелері төтенше жағдайлар

- Благовещенский В.П., Жданов В.В., Аскарбеков Б.Б.* Іле Алатаы жотасындағы қар көшкінінің математикалық моделінің калибровкасы..... 3
- Благовещенский В.П., Гуляева Т.С., Жданов В.В.* Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның таулы аудандарының сейсмогендік қауіпті процесстерге ұшырағыштығы..... 9

### Геокриология

- Горбунов А.П., Железняк М.Н., Северский Э.П.* Тянь-Шандағы жерасты мұздары..... 19

### Геоморфология

- Ахмеденов К.М.* Бесшоқы қыратындағы карст және үңгірлер бойынша жаңа мәліметтер..... 29
- Сафаров А.С. Касумов Дж.Я.* Әзербайжан Республикасы аумақтарындағы экологиялық лай балшықты жанартаулар (мысалында төменгі Куринск Ойпаты)..... 39

### Ландшафттану

- Пилецкий И.В.* Аймақтағы мәдени ландшафттарды қалыптастырудың антропогендік факторы (мысалында Белорус Поозерьясы)..... 47
- Хуснитдинова М.А., Скоринцева И.Б., Басова Т.А.* Қазақстан-қырғызстан секторының шекара шектес аумағындағы ландшафттардың антропогендік бұзылуын бағалау..... 56

### Табиғи ресурстарды тиімді пайдалану

- Алимаев И.И., Скоринцева И.Б., Басова Т.А., Крылова В.С.* ГАЖ-технологияларын пайдаланумен Қазақстанның жайылым ресурстарын тұрақты басқару..... 64
- Маканова А.У., Кудерин А.А., Алдажанова Г.Б.* Қызылорданың табиғи-ауыл шаруашылық жүйесін тиімді пайдалану бойынша іс-шаралар..... 75

### Су шаруашылығы

- Оразов Е.Т. Твердовский А.И.* Балқаш өз. алабы су қорының нысандарын имитациялық және теориялық-ойын тұрғысындау үлгілеудің ұзақмерзімді динамикасы..... 86

### Гидрология

- Мұсақұлқызы А., Жәди А.Ө.* Атмосфералық жауын-шашынның Марқакөл көлінің деңгейіне әсері..... 94

### Топонимика

- Абдрахманов С.А., Шарпханова Ж.М.* Қалпына келтірілген тарихи атаулардың этимология мәселелері мысалында Қазақстанның бірнеше орографиялық нысандары..... 99

### Хроника

- Толубаева Л.С.* Инженерлер мен ғалымдардың Бүкіл дүниежүзілік конгресі "Болашақ энергиясы: оларды орындаудың инновациялық сценариілері мен әдістері" (19–20 маусым 2017 жылы, Астана қ., Конгресс-орталық ЭКСПО-2017)..... 105

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

Басуға 12.04.2017 қол қойылды.  
Пішіні 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Офсеттік басылым.  
Баспа – ризограф. 5,5 п.л. Таралымы 300 дана.

## СОДЕРЖАНИЕ

**Проблемы чрезвычайных ситуаций**

<i>Благовещенский В.П., Жданов В.В., Аскарбеков Б.Б.</i> Калибровка математической модели лавин в хребте Иле Алатау.....	3
<i>Благовещенский В.П., Гуляева Т.С., Жданов В.В.</i> Подверженность горных районов Юго-Восточного Казахстана воздействию сейсмогенных опасных процессов.....	9

**Геокриология**

<i>Горбунов А.П., Железняк М.Н., Северский Э.П.</i> Подземные льды в Тянь-Шане.....	19
---	----

**Геоморфология**

<i>Ахмеденов К.М.</i> Новые данные по карсту и пещерам возвышенности Бесшоқы.....	29
<i>Сафаров А.С., Касумов Дж.Я.</i> Экологический грязевулканизм территории Азербайджанской Республики (на примере Нижнекуруинской впадины).....	39

**Ландшафтоведение**

<i>Пилецкий И.В.</i> Антропогенный фактор в формировании культурных ландшафтов региона (на примере Белорусского Поозерья).....	47
<i>Хуснитдинова М.А., Скоринцева И.Б., Басова Т.А.</i> Оценка антропогенной нарушенности ландшафтов приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора.....	56

**Рациональное использование природных ресурсов**

<i>Алимаев И.И., Скоринцева И.Б., Басова Т.А., Крылова В.С.</i> Устойчивое управление пастбищными ресурсами Казахстана с использованием ГИС-технологий.....	64
<i>Маканова А.У., Кудерин А.А., Алдажанова Г.Б.</i> Мероприятия по рациональному использованию Кызылординской природно-сельскохозяйственной системы.....	75

**Водное хозяйство**

<i>Оразов Е.Т., Твердовский А.И.</i> Имитационное и теоретико-игровое моделирование долгосрочной динамики объектов водного фонда бассейна озера Балкаш.....	86
---	----

**Гидрология**

<i>Мусакулкызы А., Жади А.О.</i> Влияние атмосферных осадков на уровенный режим озера Маркаколь....	94
---	----

**Топонимика**

<i>Абдрахманов С.А., Шарпаханова Ж.М.</i> Проблемы этимологии восстановленных исторических названий на примере некоторых орографических объектов Казахстана.....	99
--	----

**Хроника**

<i>Толеубаева Л.С.</i> Всемирный конгресс инженеров и ученых «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации» (19–20 июня 2017 года, г. Астана, Конгресс-центр ЭКСПО-2017).....	105
--	-----

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

Подписано в печать 12.04.2017.  
Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная.  
Печать – ризограф. 5,5 п.л. Тираж 300.

CONTENTS

**Problems of emergency situations**

- Blagoveshchenskiy V.P., Zhdanov V.V., Askarbekov B.B.* Calibration of an avalanche mathematical model in the Ili Alatau Range.....3  
*Blagoveshchenskiy V.P., Gulyaeva T.S., Zhdanov V.V.* Exposure of South-Eastern Kazakhstan Mountains to dangerous seismogenic exogenous processes..... 9

**Geocryology**

- Gorbunov A.P., Zheleznyak M.N., Severskiy E.V.* Underground ice in the Tien Shan..... 19

**Geomorphology**

- Akhmedenov K.M.* New data about Besshoki raising karsts and caves..... 29  
*Safarov A.S., Kasumov J.Ya.* Environmental mud volcanism of the Azerbaijan Republic (on the example of the lower Kura Depression).....39

**Landscape investigations**

- Piletskiy I.V.* Anthropogenic factor in forming cultural landscapes region (on the example of the Belorussian Holiday)..... 47  
*Khusnitdinova M.A., Skorintseva I.B., Bassova T.A.* The assessment of anthropogenic disturbance of landscapes in the border area of Kazakhstan and Kyrgyzstan..... 56

**Rational use of natural resources**

- Alimaev I.I., Skorintseva I.B., Bassova T.A., Krylova V.S.* Sustainable management of the residential resources of Kazakhstan with the use of GIS technologies.....64  
*Makanova A.U., Kuderin A.A., Aldazhanova G.B.* Measures for rational use of Kyzylorda natural-agricultural system..... 75

**Water economy**

- Orazov Ye.T., Tverdovskiy A.I.* Simulative and theoretical-playing modelling of long-term dynamic of the objects of water fund of Balkash lake basin.....86

**Hydrology**

- Mussakulkyzy A., Zhadi A.O.* Impact of precipitation on the lake level mode Markakol..... 94

**Toponymy**

- Abdrakhmanov S.A., Sharapkhanova Zh.M.* Problems of the etymology of the restored historical names on the example of some orographic objects of Kazakhstan..... 99

**Cronicle**

- Toleubayeva L.S.* World Congress of engineers and scientists «Energy of the future: innovation scenario and methods of their realization» WSEC-2017 (19–20 of June 2017, Astana, Congress-center EXPO-2017)..... 105

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

Passed for printing on 20.07.2017.  
Format 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Offset paper.  
Printing – risograph. 5,5 pp. Number of printed copies 300.



## 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, оформляются 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: УДК (выравнивание текста «левый край», кегль 10); через один интервал – название статьи без переноса (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «все прописные», кегль 14); 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); через один интервал – ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает (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); 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); через один интервал – аннотация из 5–10 предложений, объемом до 1200 знаков с пробелами (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (русс. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)») на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10).

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. Не общепринятые 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 в алфавитном порядке: сначала на русском языке, затем на казахском и иностранная (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. Через один интервал под заголовком «REFERENCES» дается перевод списка литературы на английский язык, если статья на русском или казахском языках, или под заголовком «ЛИТЕРАТУРА» – на русский язык, если статья на английском языке.

Далее следуют резюме. Для статьи, предоставленной на *казахском языке*, требуются русский и английский переводы; на *русском языке* – требуются казахский и английский переводы; на *английском языке* – требуются казахский и русский переводы. Для авторов из зарубежья резюме на казахский язык переводится в редакции в соответствии с предоставленными на русском и английском языках. Структура двуязычных резюме: название статьи; 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 (если авторов несколько, сведения даются отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); ключевые слова, приведенные в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»); аннотация, приведенная в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (русс. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)»).

Таблицы набираются в формате Microsoft Word (не Microsoft Excel), кегль 9. В статье даются ссылки на все таблицы следующим образом: в тексте – «... в соответствии с таблицей 1 ...»; в конце предложения – «... (таблица 1)». 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, м<sup>3</sup>/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 преимущественно черно-белые, а их общее количество не превышать 5. Они должны быть вычерчены электронным образом и не перегружены лишней информацией. В статье на все рисунки должны быть даны ссылки следующим образом: в тексте – «... в соответствии с рисунком 1 ...»; в конце предложения – «... (рисунок 1)». Рисунки располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все надписи на рисунках должны хорошо читаться; по возможности их следует заменять буквами или цифрами, а необходимые пояснения давать в тексте или в подрисовочных подписях. В подрисовочной подписи необходимо четко отделить (новая строка) собственно название рисунка от объяснений к нему (экспликация). Подрисовочные подписи должны соответствовать тексту (но не повторять его) и изображению. Например, «Рисунок 1 – Карта плотности населения в бассейне р. Жайык, чел. на 1 км<sup>2</sup>» (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 «Вопросы географии и геоэкологии»:**

Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Пушкина / Кабанбай батыра, 67/99,

ТОО «Институт географии».

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

E-mail: ingeo@mail.kz и geography.geocology@gmail.com

Сайт: <http://www.ingeo.kz>