

Российская Федерация
Ямало-Ненецкий автономный округ
Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа
«Научный центр изучения Арктики»

ISSN 2587-6996 (печатное издание)



№ 4 (113)

октябрь-декабрь

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК Ямало-Ненецкого автономного округа

Scientific Bulletin
of the Yamal-Nenets
Autonomous District

Salekhard 2021

Научный журнал
Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа
Издается с 1999 года по инициативе Правительства Ямало-Ненецкого
автономного округа
В год 4 номера

Главный редактор:

Д.А. Фролов – канд. техн. наук, Научный центр изучения Арктики (Салехард, Россия).

Редакционная коллегия:

Е.В. Абакумов – д-р биол. наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия);

Е.В. Агбалиян – д-р биол. наук (Тюмень, Россия);

В.Д. Богданов – д-р биол. наук, член-корреспондент РАН, Институт экологии растений и животных УрО РАН (Екатеринбург, Россия);

С.Н. Гашев – д-р биол. наук, профессор Тюменского государственного университета (Тюмень, Россия);

А.В. Головнев – д-р ист. наук, профессор, член-корреспондент РАН, Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН (Санкт-Петербург, Россия);

Е.И. Григорьева – д-р культурологии, профессор, Российский государственный социальный университет (Москва, Россия);

Е.В. Дзякович – д-р культурологии, профессор Российского государственного гуманитарного университета (Москва, Россия);

А.А. Егоров – канд. биол. наук, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет (Санкт-Петербург, Россия);

Б.Н. Зырянов – д-р мед. наук, профессор (Омск, Россия);

Н.Б. Кошкарева – д-р филол. наук, Институт филологии СО РАН (Новосибирск, Россия);

В.В. Кириллов – канд. биол. наук, Институт водных и экологических проблем СО РАН (Барнаул, Россия);

Р.А. Колесников – канд. геогр. наук, Научный центр изучения Арктики (Салехард, Россия);

Е.Н. Моргун – канд. биол. наук, Научный центр изучения Арктики (Салехард, Россия);

Д.В. Московченко – д-р геогр. наук, Тюменский научный центр СО РАН, (Тюмень, Россия);

А.С. Несмелая – канд. пед. наук, Научный центр изучения Арктики (Салехард, Россия);

Д.А. Петрашова – канд. биол. наук, Кольский научный центр РАН (Апатиты, Россия);

А.Н. Пилясов – д-р геогр. наук, профессор, МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия);

А.В. Соромотин – д-р биол. наук, профессор Тюменского государственного университета, (Тюмень, Россия);

И.М. Чубаров – д-р филос. наук, Тюменский государственный университет (Тюмень, Россия).

Редакция:

В.В. Пономарев – зам. главного редактора, Научный центр изучения Арктики;

Е.А. Сухова – корректор, Научный центр изучения Арктики;

Р.В. Серебрякова – переводчик, канд. филол. наук, Научный центр изучения Арктики.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ

Alyona Yu. Levykh, Ivan S. Belousov, Nadezhda V. Ganzherli Small Mammals in a Complex Assessment of Subarctic Ecosystems, Kamchatka Peninsula Case	6
---	---

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ГЕОЭКОЛОГИЯ

Колесников Р.А., Красненко А.С., Шинкарук Е.В., Печкин А.С. Современные экологические проблемы старичных озер бассейна реки Надым	22
--	----

Русакова М.А., Колесников Р.А., Шинкарук Е.В. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения арктических городов	37
--	----

Печкина Ю.А., Косачева Э.А., Денисюк Д.В., Мичугин М.С., Печкин А.С. Исследование видового состава и состояния древесных растений в зеленых насаждениях г. Надым	54
---	----

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ГЕОФИЗИКА И КРИОСФЕРА

Шеин А.Н., Камнев Я.К. Предварительные результаты исследований методом электротомографии морены ледника ИГАН в 2018-2021 гг.	74
--	----

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

Зырянов Б.Н., Соколова Т.Ф. Общий и местный иммунитет у коренного и пришлого населения Крайнего Севера	88
---	----

Сухова Е.А. Анализ социальной активности молодежи Ямало-Ненецкого автономного округа	106
---	-----

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

**Курхинен Ю., Оваскайнен О., Рослин Т., Дельгадо М., Гашев С.Н.,
Левых А.Ю., Крышень А.М., Кекконен Я., Суси Х.**

К юбилею исследований биологического разнообразия таёжных лесов
в рамках международного проекта «Летопись природы Евразии»:
общие результаты и дочерние проекты122

ЭКОЛОГИЯ

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. № 4. (113). С. 6-20.

Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. № 4. (113). P. 6-20.

ЭКОЛОГИЯ

Original article

UDK 599.3/.4:574(571.65/.66)

doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.001

SMALL MAMMALS IN A COMPLEX ASSESSMENT OF SUBARCTIC ECOSYSTEMS, KAMCHATKA PENINSULA CASE

Alyona Yu. Levykh¹, Ivan S. Belousov², Nadezhda V. Ganzherli³

¹*Arctic Research Center, Salekhard, Russia*

²*Ishim Ershov Teachers Training Institute (the branch) of University of Tyumen, Ishim, Russia*

³*Tyumen State University, Tyumen, Russia*

¹*aljurlev@mail.ru*

²*ivmhbelous@mail.ru*

³*n.v.ganzherli@utmn.ru*

Abstract. The article provides assessment results of certain subarctic regions of the Kamchatka Peninsula (Parapolsky Dol, Bering forest tundra landscape complex) based on small mammals indicator characteristics. The integral fluctuating asymmetry index of binary nonmetric skull characteristics shows that the dominant species *Clethrionomys rutilus* population development in the flood-plains of the Ichiginnyvayam River, the Tylakrylvayam, on the shore of Lake Talovskoye is stable, and the environment quality is conditionally normal. Due to harsh weather conditions, the studied small mammal communities are characterised by low diversity indices and low sustainability. The studied communities diversity and evenness structure is similar to the same of undisturbed ecosystems of Central and Southern Kamchatka, and Siberia.

Keywords: small mammals, developmental stability, «environmental health», community structure, species diversity, community sustainability.

Citation: Levykh A.Yu., Belousov I.S., Ganzherli N.V. Small Mammals in a Complex Assessment of Subarctic Ecosystems, Kamchatka Peninsula

Case // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. (113). No. 4. P. 6-20. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.001

Introduction

Global average annual surface temperature and global precipitation are considered key weather indicators of climate change [1], and small mammals are used as an indicator animal group sensitive to direct and indirect – through vegetation cover change – influence of weather changes. This is the most numerous group of vertebrates in the Arctic and Subarctic terrestrial ecosystems consisting of small rodents and insectivores.

An important role of small mammals in studying how global and regional climatic changes influence biota, is reported in a number of peer-reviewed articles [2-15], and is corroborated by data on species composition, number of species, and space and biotopic distribution of this group of animals in the Eurasian Chronicle of Nature – Large Scale Analysis of Changing Ecosystems, a project of Helsinki University, registered in GBIF (<https://www.gbif.org/publisher/d2b114bc-0fef-4d47-9af3-78392f8f7144>) [16-17].

Long-term data from a number of Russian state nature reserves and research stations of the Russian Academy of Sciences show statistically significant influence of meteorological variables on population dynamics of certain species and on small mammals communities structure. For example, E. Ivanter and E. Moiseeva analysed changes in the Northern red-backed vole *Clethrionomys rutilus* Pallas, 1779 number in Karelia over 56 years (1958-2013). They found out that it has been at the lowest level over the recent decades [18]. The data confirm the idea that the South of Finland and South-West of Karelia are not a part of *Cl. rutilus* continuous range [18-19].

A.V. Bobretsov used data from Pechora-Ilych Nature Reserve and studied influence of 24 weather and phenological parameters on the number of bank voles (*Cl. rutilus*, *Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780). He concludes that meteorological factors influence abundance of different red-backed voles' species diversely and mainly in mid-season (spring, fall). The 1989-2013 data reveal opposite trends in numbers of *Cl. rutilus* and *Cl. glareolus*. Against the background of considerable climatic changes, the former dominant species *Cl. rutilus* gave way to *Cl. glareolus*, a species better adapted to the new microlandscape and microclimate [2-3].

Yu.N. Litvinov studied changes of the dominance structure in the Western Siberia small mammals communities over the last decades [20]. He analysed data of 13-year (1978-1990) Baraba forest steppe observation, 15-year (1992-2006) Novosibirsk Academic Town forest park zone observation, and 21-year (1984-2004) Teletsk Region taiga observation, and showed long-term Shannon diversity index (H) change, that may be accounted for rather by community

dominance structure changes, than by long-term dynamics of community species number.

But it is worth pointing out that these regularities could be only tracked on long-term time-series data gathered at one and the same territory. But there is a question: what are the appropriate methods to assess the influence of global and regional climate change on the biota over a short term period?

Literature analysis shows that when we start investigating climate change influence on landscapes and biota at a certain new site, apart from the basic parameters of dynamic processes of ecological modelling and prediction, such as species composition, number, space and biotope distribution, and population structure of small mammals, the following parameters may be informative for integral assessment of environment quality: stability of certain species population development (population canalization), as well as integral indices of micromammal communities.

To study population canalization, scientists use phenetic methods based off discrete, alternative oligogenic morphological characteristics – phenes [21-26]. In small mammals, nonmetric skull characteristics (like extra foramina, or missing bone fragments, etc.) are considered to be phenes. According to methodological approach developed by the Koltzov Institute of Developmental Biology of Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia) [27-33], the best population stability measure is an integral sample index of fluctuating asymmetry of binary morphological features. This index captures the level of accidental insignificant swerves in development, and is at minimum in case of optimum conditions, and is growing in stress. This measure is at the base of assessment scale of degree of environment deviation from the norm.

To assess small mammal's community health, it is possible to use methods of synecology. They help analyzing communities according to a standard pattern on the basis of the following criteria: species richness, distribution of community species number complying with a certain diversity model, comparison of dominance structure and sustainability of various communities as manifested in the indices [34-41].

All these define the purpose of this study, which is to assess condition of certain Kamchatka Peninsula ecosystems in the changing climate using integral population development stability index and a complex of integral indices characterising small mammals' communities condition.

Materials and Methods

The material for this scientific investigation is small mammal censuses conducted from August 25 to September 15, 2017 on the Parapolsky Dol territory, one of the three sites of the Koryak Nature Reserve, Russia (60.975–61.775 N; 164.000–166.125 E). It is one of the largest protected wetland areas in the world.

The field study took place at the shore of Lake Talovskoye, in the the flood-plains of the Tylakrylvayam and Ichiginnyvayam rivers (Fig. 1).



Figure 1. The map of the research areas: 1 – Lake Talovskoye shore; 2 – Ichigin-nyvayam River floodplain; 3 – Tylakrylvayam River floodplain

The animals were caught with snap traps arranged in trapping lines of 25-100 traps 16-23 ft (5-7 m) apart, with 164 ft (50 m) pitfall traps and 164-ft (50 m) fences with 5 cylinder traps 32 ft (10 m) away from each other [42-43]. All traps were baited with pieces of bread soaked in crude sunflower oil. Within each site, the traps were mounted in all types of habitats. Each habitat was described in terms of plant association dominants of each layer [44]: 1) Lake Talovskoye shore: *Pinus pumila* + *Betula middendorffii* (Pp+Bm); *Betula exilis* – *Ledum decumbens* + *Vaccinium uliginosum* – *Aulacomnium palustre* + *Dicranum majus* (Be-Ld+Vu-Ap+Dm); *Eriophorum polystachyon* + *Carex bigelowii* (Ep+Cb); *Pinus pumila purum* (Ppp); 2) Tylakrylvayam River floodplain: *Pinus pumila* + *Betula middendorffii* (Pp+Bm), *Salix pulchra* – *Eriophorum polystachyon* + *Carex bigelowii* (Sp-Ep+Cb); *Ledum decumbens* + *Vaccinium uliginosum* – *Cladonia* sp. + *Cladina* sp. (Ld+Vu-C+C); *Ledum decumbens* + *Vaccinium uliginosum* – *Sphagnum* sp. (Ld+Vu-S); *Eriophorum polystachyon* + *Carex bigelowii* (Ep+Cb); *Carex chordorhiza* + *Carex gynocrates* – *Sphagnum* sp. (Cc+Cg-S); 3) Ichiginnyvayam River floodplain *Chosenia arbutifolia* + *Populus suaveolens* – *Salix schwerinii* + *Salix udensis* (Cha+Ps-Ss+Su); *Ledum decumbens* + *Vaccinium uliginosum* – *Cladonia* sp. + *Cladina* sp. (Ld+Vu-C+C); *Ledum decumbens*

+ *Vaccinium uliginosum* – *Sphagnum* sp. (Ld+Vu-S); *Betula middendorffii* – *Sphagnum* sp. (Bm-S).

The methods used for trapping the animals are common in studies of mammals and are approved by the members of *Chronicle of Nature*, an international scientific cooperation network.

Over the total of 2735 trap days and 144 cylinder days, 120 animals were captured. On Lake Talovskoye shore, 51 animals were captured over 1235 trap days. In the Tylakrylvayam River flood-plain, 9 animals were captured over 750 trap days and 79 cylinder days. In the Ichiginnyvayam River flood-plain, 60 animals were captured over 550 trap days and 125 cylinder days. Standard methods for fauna and population and ecology research were used in laboratory study [43; 45–47]. In order to assess the environment quality (so-called environment health) we registered phenes of nonmetric skull features of the dominant species of small mammals, *Clethrionomys rutilus* Pallas, 1779. We used a diagram and a catalogue developed by A.G. Vasilyev et al. (2000, 2005, 2009) in the Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, Russia) (Fig. 1) [23–24; 26]. The picture shows 35 phenes. The total of 66 skulls of *Cl. rutilus* were examined, including 46 of individuals captured at the Ichiginnyvayam River flood-plain, 17 – at the shore of Lake Talovskoye, and 3 – at the Tylakrylvayam River flood-plain. The arithmetic mean of the share of asymmetric features per individual was calculated, serving as the integral index of fluctuating asymmetry for the samples from different areas under investigation.

As per the approach of Yu. N. Litvinov [39], multidimensional star icon plots representing Shannon's (H) and Simpson's (D) diversity indices, and Shannon's (J) and Simpson's (E) evenness indices [39; 48] were used to qualitatively assess the information structure of the small mammals communities and their habitats. It is common knowledge that Simpson's diversity index (D) adds weight to species with higher abundance, while Shannon's diversity index (H) adds weight to low-numbered species [34–37]. The results of the study were analysed with the help of standard biometric methods. Statistic comparison is based off Student t-test [49].

Results and Discussion

According to the values of integral indices of fluctuating asymmetry (<0.35), all *Cl. rutilus* populations under study are stable, their habitat health is within normal (Table 1) [28].

In the surveyed habitats of Parapolsky Dol, we captured several small mammal species common for Northern Kamchatka, from Insectivora – *Sorex isodon* Turov, 1924, *Sorex caecutiens* Laxmann, 1788, from Rodentia – *Clethrionomys rutilus* Pallas, 1779, *Clethrionomys rufocanus* Sundevall, 1846, and the stenotopic species from Lagomorpha – *Ochotona hyperborean* Pallas, 1811, restricted to large boulders area.

In all research areas, snap-trap surveys have revealed that *Cl. rutilus* dominates in most biotopes, *S. caecutiens* and *Cl. rufocanus* co-dominate (Fig.2). According to cylinder surveys, the absolute dominant in the open habitats is *S. caecutiens*. This kind of dominance structure is characteristic of North-Eastern Eurasia. The highest abundance indices of all small mammal species, except for one stenotopic species *O. hyperborean*, were registered in the most drained habitats of Ichiginnyvayam River flood-plain (Bm-S); its lowest value was registered in the wettest habitats of low Tylakrylvayam River flood-plain (Ld+Vu-C+C; Ld+Vu-S) (Fig.2).

Table 1. Integral indices of fluctuating asymmetry of nonmetric skull features in *Cl.rutilus* samples from protected areas of Kamchatka Peninsula

Study Area	Number of Skulls	Integral index of fluctuating asymmetry
Ichigin-nyvayam River floodplain	n = 46	0.18±0.01
Tylakrylvayam River floodplain	n = 3	0.14±0.05
Lake Talovskoye shore	n = 17	0.16±0.02
Geysernaya River valley	n = 29	0.23±0.02
Uzon volcano caldera	n = 18	0.26±0.03
Lake Kuryl shore	n = 26	0.19±0.02

Note: The differences between the samples are statistically insignificant $p \geq 0.05$.

No animals were captured in the wetland on the shore of Lake Talovskoye (Ep+Cb) and the floodplain of the Tylakrylvayam River (Ep+Cb; Cc+Cg-S). At the edge of Sp-Ep+Cb plant association in the floodplain of the Ichiginnyvayam River we captured one young male of *S. caecutiens* in a pitfall trap, it can be considered a migrant. These facts evidence that area wetness is an important natural factor determining the spatial distribution and abundance of small mammals.

The small number of identified species and the numerical dominance of one or two species are conditioned by the habitats' low resource capacity due to a number of natural and climatic features (negative average annual temperature, high precipitation ratio, short summer) making the study area's climate very harsh. Therefore, all small mammal communities under investigation are characterized by low diversity, medium and high evenness indices.

Relatively higher diversity and sustainability indices are characteristic of the communities in certain habitats and, in general, of the small mammal community on Lake Talovskoye shore (Fig. 3, 4). This lets us consider the latter area to be key for biodiversity research and conservation as a part of complex ecological monitoring.

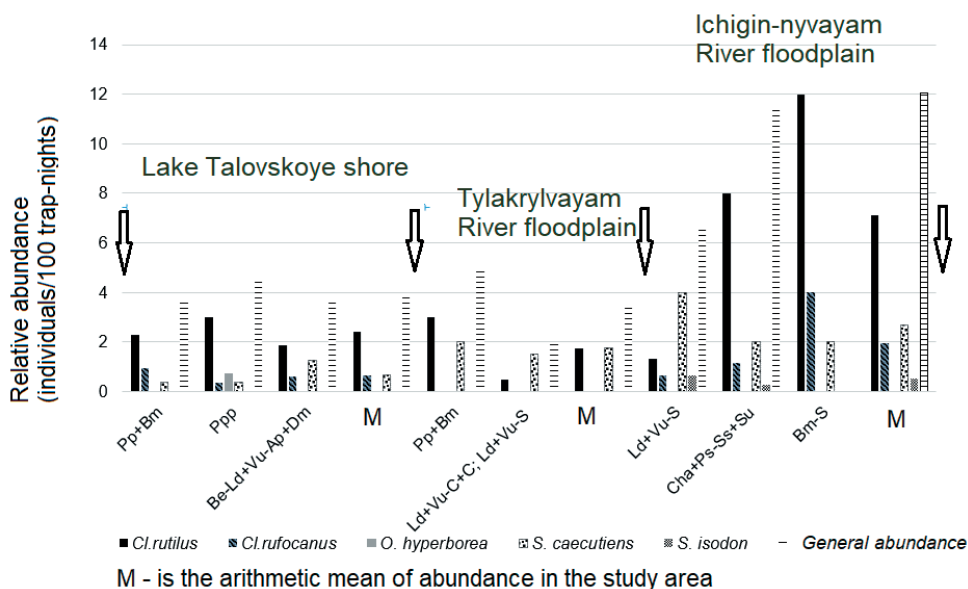


Figure 2. Relative abundance of small mammal species on the surveyed sites in Parapolsky Dol

The star plots showing mean values of small mammal communities diversity and evenness indices for each investigated area revealed identical structures of Lake Talovskoye shore and Ichiginnyvayam River flood-plain communities. In these star plots, Shannon’s diversity indices are higher than Simpson’s diversity indices indicating higher ratio of ‘rare’ species; and evenness indices are not very high. The small mammal community with low number of species from Tylakrylvayam River flood-plain differs from the other two by lower indices of species diversity, but at the same time by a considerably higher evenness (Fig.3).

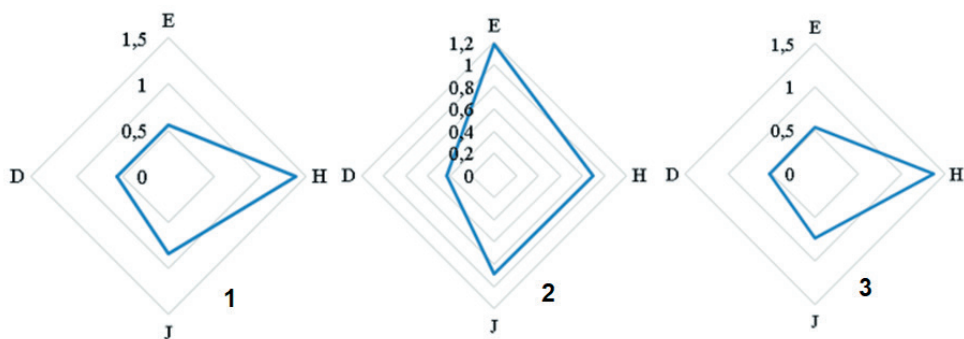


Figure 3. Icon Plots of Averaged Information Indices of Small Mammals Communities’ Diversity: 1 — Talovskoye Lake Shores; 2 — Tylakrylvayam River Flood-Plains; 3 — Ichiginnyvayam River Flood-Plains

Mean values of Simpson's evenness index (E) show a statistically significant difference between the small mammal communities coming from different investigation areas: $E_{\text{Talovskoye}} = 0.56 \pm 0.04$; $E_{\text{Tylakrylvayam}} = 1.18 \pm 0.15$; $E_{\text{Ichiginnyvayam}} = 0.54 \pm 0.07$ (Statistical comparison: Talovskoye-Tylakrylvayam — $t=5.11$, $p<0.05$; Tylakrylvayam-Ichiginnyvayam — $t=4.57$, $p<0.05$).

The shape of star plots representing small mammal communities inhabiting Lake Talovskoye shore and the Ichiginnyvayam River floodplain is comparable with that of open habitats of the Geysernaya River floodplain, the Uzon volcano caldera [50], as well as with undisturbed open habitats of Siberia, Taymyr Peninsula, and the Altai Mountains [39-40]. The reason behind that is that in these communities, small mammals' population of open habitats accounts for a bigger share in species diversity. These habitats include: lichen- and sphagnum-and-dwarf-shrub tundra (Be-Ld+Vu-Ap+Dm) and large boulders area (Ppp) on Lake Talovskoye shore; sphagnum-and-dwarf-shrub dwarf birch thicket (Bm-S), and lichen- and sphagnum-and-dwarf-shrub tundra on the Ichiginnyvayam River floodplain (Ld+Vu-C+C; Ld+Vu-S) (Fig.4).

The shape of star plots representing small mammals communities from the Tylakrylvayam River floodplain is different from those of Lake Talovskoye and the Ichiginnyvayam River flood plain. It is elongated vertically, and is comparable to radar charts' shape of stone birch forests communities of the Geysernaya River floodplain, the Uzon volcano caldera, Kurile Lake shore, undisturbed forest communities of Siberia and the Altai Mountains [39-40]. The reason behind that is that in these communities, small mammals' population of floodplain cedar-and-birch ribbon forests accounts for the biggest share in their species diversity, and these communities are characterized by a higher evenness value (Fig.4).

All the star plots shapes are asymmetric, this is an indicator of a low sustainability of the studied small mammal communities [39-40].

The analysis of star plots distribution in the plane of Simpson's diversity (D) and evenness (E) indices shows that due to low diversity index all communities from the studied biotopes have similar profiles along the D axis, but form three distinct clusters along the E axis (Fig.5).

The majority of communities inhabiting different biotopes and study areas are a compact group with Simpson's evenness index lower than its mean value in the whole sample. Another cluster is a small mammal community of cedar-and-birch ribbon forest (Pm+Bm) in the Tylakrylvayam River floodplain with a low diversity index, but a significantly higher evenness, the latter is generally characteristic of forest habitats [39; 50]. The third cluster includes a two-species micromammal community of *M. rutilus*, *S. caecutiens* inhabiting lichen- and sphagnum-and-low-bush tundra (Ld+Vu-C+C; Ld+Vu-S) in the the Tylakrylvayam River floodplain. This cluster features minimal Simpson's diversity index, but at the same time maximal evenness (Fig.5).

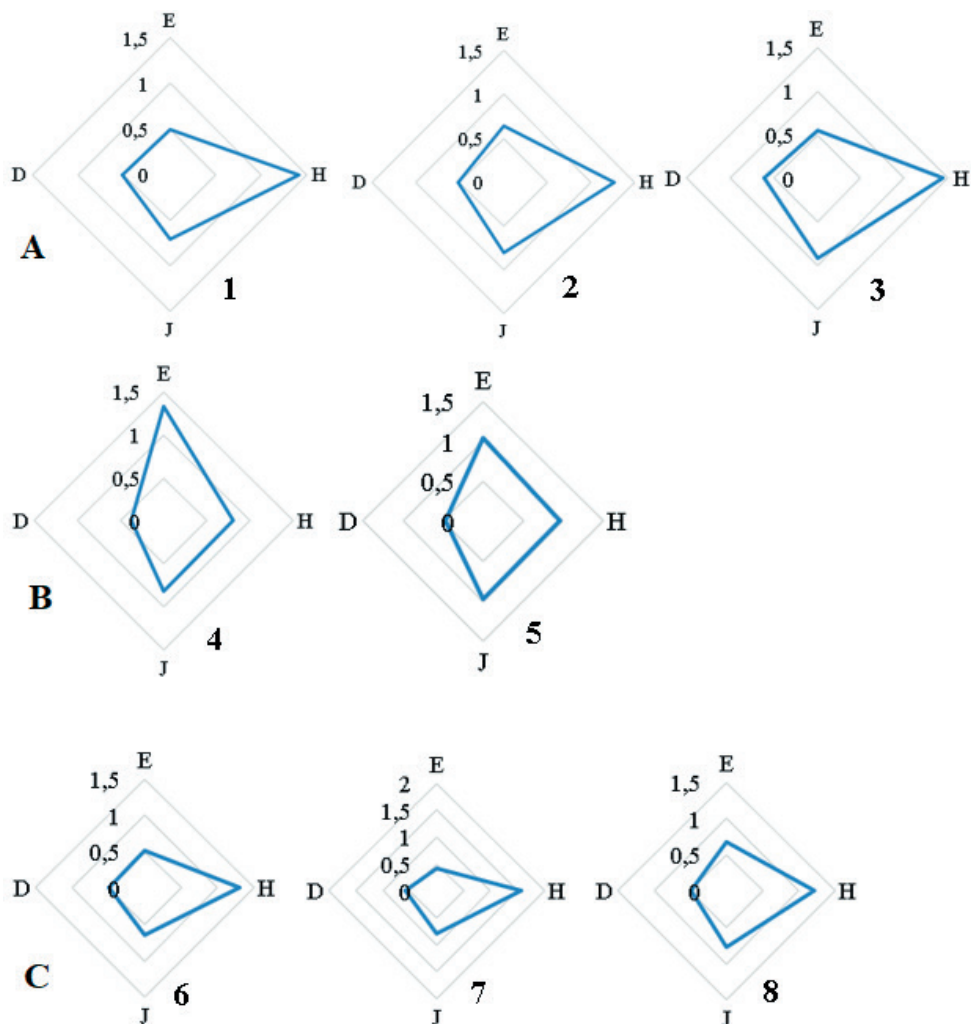


Figure 4. Star Plots Rrepresenting Diversity Information Indices of Small Mammal Communities Inhabiting Certain Biotopes of Parapolsky Dol:
 A – Lake Talovskoye Shore (1 – area of large boulders (Ppp); 2 – cedar-and-birch forest (Pp+Bm); 3 – lichen- and sphagnum-and-low-bush tundra (Be-Ld+Vu-Ap+Dm)); B – Tylakrylvayam River Flood-Plain (4 – sphagnum-lichen tundra (Ld+Vu-C+C; Ld+Vu-S); 5 – cedar-and-birch forest (Pp+Bm));
 C – Ichiginnyvayam River Flood-Plain (6 – lichen- and sphagnum-and-low-bush tundra (Ld+Vu-C+C; Ld+Vu-S); 7 – chosenia-poplar-willow forest (Cha+Ps-Ss+Su); 8 – sphagnum-and-low-bush dwarf bich thicket on river bench (Bm-S))

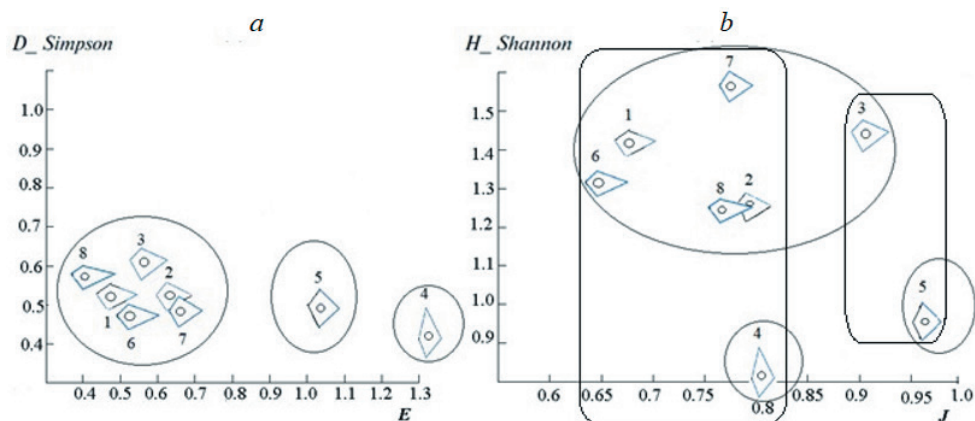


Fig. 5. Icon Plots Distribution along Axes D, E (a) and H, J (b): Lake Talovskoye Shore (1 – area of large boulders (Ppp); 2 – cedar-and-birch forest (Pp+Bm); 3 – lichen- and sphagnum-and-low-bush tundra (Be-Ld+Vu-Ap+Dm); Tylakrylvayam River Flood-Plain (4 – sphagnum-lichen tundra (Ld+Vu-C+C; Ld+Vu-S); 5 – cedar-and-birch forest (Pp+Bm); Ichiginnyvayam River Flood-Plain (6 – lichen- and sphagnum-and-low-bush tundra (Ld+Vu-C+C; Ld+Vu-S); 7 – chosenia-poplar-willow forest (Cha+Ps-Ss+Su); 8 – sphagnum-and-low-bush dwarf bich thicket on river bench (Bm-S); for figure 6 clusters along the H axis are enclosed in ovals; clusters along the J axis are enclosed in rectangles

In the space of Shannon's diversity (H) and evenness (J) indices, the communities under investigation cluster along both axes (Fig.5). Along the H axis there are three groups: 1) a small mammal community inhabiting lichen- and sphagnum-and-low-bush tundra (Ld+Vu-C+C; Ld+Vu-S) of Tylakrylvayam River flood-plain; 2) a small mammal community inhabiting cedar-and-birch ribbon forest (Pm+Bm) in the Tylakrylvayam River flood-plain; 3) a group of other communities inhabiting different biotopes and areas under investigation (Fig.5). Along the J axis there are two distinct clusters distinguished. The first set groups around the median values of evenness indices comprising most studied communities. The other cluster is characterized by high evenness index values and includes communities inhabiting lichen- and sphagnum-and-low-bush tundra (Be-Ld+Vu-Ap+Dm) areas at the Talovskoye Lake shore and a community inhabiting cedar-and-birch ribbon forest in the Tylakrylvayam River flood-plain.

It is obvious that the Tylakrylvayam River flood-plain communities cluster separately in both coordinate systems used. Excessive wetness is a general geocological characteristic of the area under scrutiny. Despite the fact that the lichen- and sphagnum-and-low-bush tundra area (Be-Ld+Vu-Ap+Dm) is the wettest biotope at the Talovskoye Lake shore and is a sink habitat for the local small mammals, and the cedar-and-birch ribbon forest (Pp+Bm) is the most

drained biotope and is a source habitat in the Tylakrylvayam River flood-plain, these two communities have similar evenness structure (along the J axis) and similar level of habitats' wetness. The structural difference of the cedar-and-birch ribbon forest (Pp+Bm) in the Tylakrylvayam River flood-plain is its narrow width and adjacent overmoistened biotopes (Ld+Vu-C+C; Ep+Cb) on both sides of it.

On the whole, our research is indicative of the following.

The fauna, species diversity and evenness structure of micromammals communities of Parapolsky Dol habitats located in the Kamchatka Peninsula forest tundra zone are the same as those typical for undisturbed subarctic ecosystems of Siberia, Taymyr Peninsula, the Altai Mountains, and North-East Eurasia.

All the studied micromammal communities have a low number of species, and are characterised by low values of general abundance, certain species abundance, low species diversity indices, and low sustainability. These facts can be accounted for by harsh weather conditions of the area under study, and as a consequence by low resource capacity of the habitats.

The micromammal communities under investigation have median and high evenness indices due to low number of species and their low abundance. The differences in the abundance of the most and least numerous species within one area is within 1.5 to 8 fold.

The habitat wetness level is an important natural factor influencing the spacial distribution and abundance of small mammals within the studied territory of Parapolsky Dol.

The integral index of fluctuating asymmetry of binary nonmetric skull characteristics of the dominant *Cl.rutilus* shows that development of all population groups may be considered stable, and the environment quality to fall within the conventional normal range.

References

1. Williams M., Eggleston S. Using indicators to explain climate change to policymakers and the public / M. Williams, S. Eggleston // World Meteorological Organization. – 2017. – URL: <https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/using-indicators-explain-our-changing-climate-policymakers-and-public>.
2. Impact of climate change on population dynamics of forest voles (*Myodes*) in Northern Pre-Urals: the role of landscape effects / A.V. Bobretsov, L.E. Lukyanova, N.M. Bykhovets [et al.] // Contemporary Problems of Ecology. – 2017. – Vol. 10. – Issue 3. – P. 215-223. [In Russian]
3. Structural changes in the population of forest voles (*Clethrionomys*, Rodentia) in foothills of the Northern Ural mountains / A. V. Bobretsov, A. N. Petrov, L. E. Lukyanova [et al.] // Biology Bulletin. – 2015. – Vol.94. – Issue 6. – P. 731. [In Russian]

4. Lukyanova L.E. Comparative analysis of the number of red-backed voles and their habitat environment in taiga biocenoses (based on long-term studies on the territories of Visim and Pechora-Ilych Nature Reserves) / L.E. Lukyanova, A.V. Bobretsov // Natural and historical factors of modern ecosystems of the Middle and Northern Urals: school-conference proceedings. – Yaksha: Publishing house of the Pechora-Ilych State Nature Biosphere Reserve, 2017. – Pp. 115-120. [In Russian]
5. Climatic dependence of the biota on the territory of Yamal-Nenets Autonomous district (Quantitative aspect) / A.A. Konovalov, V.A. Glazunov, D.C. Moskovchenko [et al.] // Agrarnaya Rossiya. – 2014. – No 10. – P.23-29. [In Russian]
6. Approximations of biota' climatic dependence in the North of Tyumen region / A.A. Konovalov, D.C. Moskovchenko, V.A. Glazunov [et al.] // Proceeding in Cybernetics. – 2015. – № 1 (17). – P.11-23. [In Russian]
7. Bazhenov Y.A. Population of small mammals in the vicinity of the Torey lakes (Southeast Transbaikalia) during the dry climatic phase: dynamics and connection with precipitation / Y.A. Bazhenov // Contemporary Problems of Ecology. – 2019. – Vol. 12. – Issue 1. – P. 23-33. [In Russian]
8. Spatial assessment of the climatic niche of Daurian pika / N.G. Borisova N.G., A.I. Starkov, A.V. Lizunova [et al.] // Contemporary Problems of Ecology. – 2020. – Vol. 13. – Issue 5. – P. 469-483. [In Russian]
9. Holocene faunal trends in West Siberia and their causes / S.N. Gashev, O.A. Aleshina, M.Y. Lupinos [et al.] // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. – 2017. – V.53. – Issue 8. – P. 791-803. [In Russian]
10. Linking climate change to lemming cycles / K.L. Kausrud, A. Mysterud, H. Steen [et al.] // Nature. – 2008. – No 456. – P.93-97.
11. Impact of a century of climate change on small-mammal communities in Yosemite National Park / C. Moritz, J.L. Patton, C.J. Conroy [et al.] // USA Science. – 2008. – Vol. 322. – Issue 5899. – P. 261-264.
12. Effects of global climate change on terrestrial small mammal communities in Italy / G. Szpunar, G. Aloise, S. Mazzotti [et al.] // Fresenius Environmental Bulletin. – 2008. – Vol.17. – No 9b. – P. 1526-1533.
13. Rowe R.J. Small mammal responses to environmental change: integrating past and present dynamics / R.J. Rowe, R.C. Terry // Journal of Mammalogy. – 2014. – Vol.95. – Issue 6. – P.1157-1174.
14. Long-term data from a small mammal community reveal loss of diversity and potential effects of local climate change / S. Santoro, C. Sanchez-Suarez, C. Rouco [et al.] // Current Zoology. – 2017. – Vol. 63. – Issue 5. – P. 515-523.
15. Structural changes in the population of forest voles (*Clethrionomys*, Rodentia) in foothills of the Northern Ural mountains / A. V. Bobretsov, A. N. Petrov, L. E. Lukyanova [et al.] // Biology Bulletin. – 2015. – Vol.94. – Issue 6. – P. 731. [In Russian]
16. Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology / O. Ovaskainen, C. Lo, G. Tikhonov // Scientific data. – 2020. – Vol. 7. – Issue 1. – P. 47.
17. Author Correction: Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology / O. Ovaskainen, C. Lo, G. Tikhonov [et al.] // Scientific data. – 2020. – Vol. 7. – Issue 1. – P. 118.

18. Ivanter E.V. Ecology of the red-backed vole (*Clethrionomys rutilus* Pall.) in the southwestern periphery of the species range / E.V. Ivanter, E.A. Moiseeva // Transactions of the Karelian research centre of the Russian academy of sciences. – 2015. – No 1. – P. 37-47. [In Russian]
19. Kurkhinen J.P. Mammals of Eastern Fennoscandia under conditions of anthropogenic transformation of taiga ecosystems / J.P. Kurhinen, P.I. Danilov, E.V. Ivanter. – Moscow: Nauka, 2006. – 208 p. [In Russian]
20. Litvinov Y.N. Significance of rodent population dynamics for the formation of long-term community structure / Y.N. Litvinov, S.A. Abramov, V.V. Panov // Russian Journal of Ecology. – 2013. – Vol. 44. – Issue 4. – P. 336-345. [In Russian]
21. Yablokov A.V. Phenetics / A.V. Yablokov. – Moscow: Nauka, 1980. – 132 p.
22. Yablokov A.V. Introduction to population phenetics. A new approach to the study of natural populations: a textbook for university students / A.V. Yablokov, N.I. Larina. – Moscow: Higher School, 1985. – 159 p.
23. Vasilyev A.G. Evolutionary and ecological analysis of species population structure stability: chronologic and geographic approach / A.G. Vasilyev, I.A. Vasilyeva, V.N. Bolshakov. – Yekaterinburg: Yekaterinburg Publishing House, 2000. – 132 p.
24. Vasil'ev A.G. Epigenetic basics of phenetics: on the way to population meronomy / A.G. Vasilyev. – Yekaterinburg: Akademkniga, 2005. – 640 p. [In Russian]
25. Vasilyev A.G. Phenogenetic variability and its studying methods / A.G. Vasilyev, I.A. Vasilyeva, V.N. Bolshakov. – Yekaterinburg: Urals University Press, 2007. – 239 p. [In Russian]
26. Vasilyev A.G. Homological variability of morphological structures and epigenetic divergence among taxa: principles of population meronomy / A.G. Vasilyev, I.A. Vasilyeva. – Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2009. – 511 p. [In Russian]
27. Zakharov V.M. Animal asymmetry: a phenogenetic approach / V.M. Zakharov. – Moscow: Nauka, 1987. – 216 p.
28. Zakharov V.M. Environment health: assessment methodology / V.M. Zakharov, A.S. Baranov, A.S. Borisov // Environmental assessment (. – 2001. – Vol.1. – Issue 5. – P.103. [In Russian]
29. Study of developmental homeostasis in natural populations. Health of environment concept: Methodology and practice of estimation / V.M. Zakharov, I.E. Trofimov, E.Y. Krysanov, [et al.] // Russian Journal of Developmental Biology. – 2017. – Vol. 48. – Issue 6. – P. 355-368. [In Russian]
30. Zakharov V.M. Assessment of the Biodiversity Status: Study of Developmental Stability / V.M. Zakharov, I.E. Trofimov // Biology Bulletin. – 2020. – Vol. 47. – Issue 2. – P. 115-122. [In Russian]
31. Zakharov V.M. Morphogenetic approach to estimation of health of environment: Study of developmental stability / V.M. Zakharov, I.E. Trofimov // Russian Journal of Developmental Biology. – 2017. – Vol. 48. – Issue 6. – P. 369-378. [In Russian]
32. Zakharov V.M. Study of developmental homeostasis: From population developmental biology and the health of environment concept to the sustainable development concept // V.M. Zakharov, A.A. Minin, I.E. Trofimov // Russian Journal of Developmental Biology. – 2018. – Vol. 49. – Issue 1. – P.1-11. [In Russian]

33. Assessment of Developmental Stability during Population Dynamics of the Korean Field Mouse (*Apodemus peninsulae*) in Mongolia / B.I. Sheftel, O.N. Petko, M. Mühlenberg, I.E. Trofimov, V.M. Zakharov // *Biology Bulletin*. – 2020. – Vol. 47. – Issue 2. – P. 181-185. [In Russian]
34. Odum Y. Ecology. In 2 volumes. V. 2 / Y. Odum. – Mir: Moscow, 1986. – 386 p. [In Russian]
35. Bigon M. Ecology. Individuals, populations and communities. In 2 vols. Vol. 2 / M. Bigon, J. Harper, K. Townsend. – Moscow: Mir, 1989. – 477 p.
36. Lebedeva N.V. Biological diversity: Textbook for Higher Educational Institutions / N.V. Lebedeva, N.N. Drozdov, D.A. Krivolutsky. – Moscow: VLADOS, 2004. – 432 p. [In Russian]
37. Magarran E. Ecological diversity and its measurement / E. Magarran. – Moscow: Mir, 1992. – 184 p. [In Russian]
38. Gashev S.N. Mammals in the system of ecological monitoring (on the example of the Tyumen region). - Tyumen: Publishing house of Tyumen State University, 2000. – 220 p. [In Russian]
39. Litvinov Yu.N. Micoprocesses of community evolution (on the example of small mammal communities) / Yu.N. Litvinov // *Vestnik of Irkutsk State Academy of Agriculture*. – 2008. – Issue 30. – P. 29-46. [In Russian]
40. Litvinov Yu.N. Organisation of the mouse-like rodent communities from different natural zones and their stability patterns / Yu.N. Litvinov // *Biological Systems: Sustainability, functioning principles and mechanisms: collected papers of the V All-Russian Scientific and Practical Conference*. – Nizhny Tagil, 2017. – P.219-226.
41. Terrestrial small mammal diversity and abundance in Taï National Park, Côte d'Ivoire / B.K. Akpatou, K.H. Bohoussou, B. Kadjo, V. Nicolas // *Nature Conservation Research*. – 2018. – Vol. 3. – Issue 2. – P. 66-75.
42. Karaseva E.V. Methods for the study of rodents in the field / E.V. Karaseva, A.Yu. Telitsyna, O.A. Zhigalsky. – Moscow: LCI Publishing House, 2008. – 416 p. [In Russian]
43. Cadieux M.-C., Fauteux D., Gauthier G. Technical manual for sampling small mammals in the Arctic – Version 1. / M.-C. Cadieux, D.Fauteux, G. Gauthier. – Centre d'études nordiques, Université Laval, Quebec, 2015. – 55 p.
44. Prokopiev E.P. Ecology of plant communities (phytocenology) / E.P. Prokopiev. – Tomsk: TSU, 2003. – 456 p. [In Russian]
45. Yudin B.S. Insectivorous mammals of Siberia / B.S. Yudin. – Moscow: Nauka Siberian Branch, 1971. – 170 p. [In Russian]
46. Pavlinov I.Ya. Brief guide of land animals of Russia / I.Ya. Pavlinov. – Moscow: Publishing House of Moscow State University, 2002. 167 p.
47. Schwartz S.S. The method of morphophysiological indicators in the ecology of terrestrial vertebrates / S.S. Schwartz, V.S. Smirnov, L.N. Dobrinsky. – Sverdlovsk, 1968. – 387 p. [In Russian]
48. Levykh A.Yu. Species composition and community structure of small mammals in Parapolsky Dol (Koryak State Nature Reserve, Kamchatka) / A.Yu. Levykh, V.V. Panin // *Nature Conservation Research*. – 2019. – Vol. 4(3). – P. 1–12. [In Russian]

49. Lakin F.G. Biometrics / F.G. Lakin. – Moscow: Higher school, 1990. – 352 p. [In Russian]
50. Levykh A.Yu. Small mammals in biomonitoring of the Geysernaya River ecosystems / A.Yu. Levykh // Proceedings of Kronotsky Nature Reserve. A.M. Tokranov (Ed.). – Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2017. – P. 39-54. [In Russian]

Information about the authors

Alyona (Alena) Yurievna Levykh, born in 1969, in 1991 she graduated from the Tyumen State University (Tyumen, Russia) in Biology, qualified biologist, teacher of biology and chemistry, Candidate of Sciences in Biology (PhD), Docent. In 1991-2020 she held classes in Ishim P.P.Eshov Teachers Training Institute, Tyumen State University. In 2005-2010 and 2012-2020 she was Chairlady of Biology, Geography and Their Teaching Methods Chair. Starting from 2021 she heads Chemical Analysis Laboratory, the Arctic Research Center (Salekhard, Russia). Research interests: small mammals population biology, vertebrate population and community ecology, general ecology.

Ivan Sergeevich Belousov, born in 1999, 5th year student majoring in Teacher Education in Biology and Geography training programs of the Ishim Ershov Teachers Training Institute, Tyumen State University, Research interests: animal ecology.

Nadezhda Vladimirovna Ganzherli, born in 1984, in 2007 she graduated from the Tyumen State University in Linguistics, MA in Linguistics (2015) from the Tyumen State University, Tyumen, Russia. In 2008-2018 was an interpreter/translator at UTair Aviation Company. Since 2017 she has been a teacher at English Philology and Translation Chair, Tyumen State University, Tyumen, Russia. Research interests: computer linguistics, humor, nenets language, ecology.

Contribution of authors

Levykh A.Yu. – conducting field, cameral research, statistical processing of data; writing the text of the article.

Belousov I.S. – accounting fen non-metric features of the skull.

Ganjerli N.V. – translation of article

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. № 4. (113). С. 22-36.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. № 4. (113). P. 22-36.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 502.35, 502.37, 502.5, 502.656

doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.002

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТАРИЧНЫХ ОЗЕР БАССЕЙНА РЕКИ НАДЫМ

Роман Александрович Колесников¹, Александр Сергеевич Красненко², Елена Владимировна Шинкарук³, Александр Сергеевич Печкин⁴

^{1,2,3,4} Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

¹roman387@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2722-5133>

²aleks-krasnenko@yandex.ru

³elena1608197@yandex.ru

⁴a.pechkin.ncia@gmail.com

Аннотация. В статье приводятся данные о состоянии старичных озер Янтарное 1 и Янтарное 2 бассейна реки Надым. Установлено, что водные объекты подвержены интенсивному антропогенному воздействию. Акватории водных объектов дифференцированы по содержанию загрязняющих веществ. Вода в озерах в основном относится к классам «грязная» и «загрязненная», реже «чистая» и «умеренно загрязненная». В озерах отмечается высокая численность беспозвоночных при низком видовом разнообразии. Разработаны мероприятия, направленные на улучшение экологического состояния водных объектов.

Ключевые слова: геоэкологические проблемы, Арктика, Надымская низменность, река Надым, трофность, гидрохимия, гидробиология.

Цитирование: Р.А. Колесников, А.С. Красненко, Е.Л. Шинкарук, А.С. Печкин. Современные экологические проблемы старичных озер бассейна реки Надым // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. (113). № 4. С. 22-36. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.002

Original article

MODERN ECOLOGICAL PROBLEMS OF OXBOW LAKES IN THE NADYM RIVER BASIN

Roman A. Kolesnikov¹, Alexander S. Krasnenko², Elena V. Shinkaruk³, Alexander S. Pechkin⁴

^{1,2,3,4}Arctic Research Center, Salekhard, Russia

¹roman387@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2722-5133>

²aleks-krasnenko@yandex.ru

³elena1608197@yandex.ru

⁴a.pechkin.ncia@gmail.com

Abstract. The article provides data on the state of oxbow lakes Yantarnoye 1 and Yantarnoye 2 in the Nadym river basin. It has been established that water bodies are subject to intense anthropogenic impact. Water areas of water bodies are differentiated by the content of pollutants. The water in the lakes mainly belongs to the classes “dirty” and “polluted”, less often “clean” and “moderately polluted”. There is a high number of invertebrates and a low species diversity in the lakes. Measures to improve the ecological state of the water bodies have been developed.

Keywords: geoecological problems, the Arctic, Nadym lowland, Nadym river, trophicity, hydrochemistry, hydrobiology.

Citation: R.A. Kolesnikov, A.S. Krasnenko, E.L. Shinkaruk, A.S. Pechkin. Modern ecological problems of oxbow lakes in the Nadym river basin // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. (113). № 4. P. 22-36. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.002

Введение

Актуальность изучения текущего экологического состояния водных объектов российской Арктики и субарктики весьма велика, так как при значительном количестве водных объектов их гидрологическая, гидрохимическая и гидробиологическая изученность невысока и нуждается в увеличении регулярности и плотности проведения исследовательских работ [1]. Однако, несмотря на недостаточную изученность, уже сегодня можно говорить о том, что интенсивное антропогенное воздействие на водоемы

Арктического бассейна России, которое началось гораздо позже, чем на других территориях, по ряду показателей превосходит европейские территории [2; 3; 4]. Особенно это касается небольших озер, расположенных на урбанизированных территориях [5; 6]. В настоящее время указанные водные объекты требуют принятия мер по их реабилитации на основе научно-обоснованных природоохранных решений [7; 8; 9].

В Ямало-Ненецком автономном округе насчитывается более 350 тысяч озер [10]. Ввиду высокой урбанизации региона значительное их количество подвержено антропогенному воздействию. Целый ряд озер находится либо в черте населенных пунктов, либо в окрестностях. Именно они испытывают на себе груз жизнедеятельности человека. К таким водным объектам относятся и старичные озера бассейна реки Надым – оз. Янтарное 1 и оз. Янтарное 2, на берегах которых расположен город Надым. Данные озера длительное время подвергаются негативному воздействию со стороны города. В настоящее время нагрузка только увеличивается за счет расширения города (строительство микрорайона Олимпийский). Усиливается сток загрязненных хозяйственно-бытовых вод, ливневых и талых снеговых вод с территории населенного пункта, растет давление нерационального рекреационного природопользования.

В связи с возникшей потребностью в улучшении экологического состояния вышеуказанных водных объектов целью статьи является определение экологических характеристик, анализ основных экологических проблем и разработка мероприятий по реабилитации комплекса старичных озер Янтарное. Базовым предметом исследования является химический состав (качество) поверхностных природных вод и донных отложений, гидробиология водоемов.

Объект и методы

Озера Янтарное 1 и Янтарное 2 располагаются на высокой пойменной террасе реки Надым в центральной части Надымской низменности, которая входит в лесотундровую зону Урало-Енисейской лесотундровой области Надым-Пурской северной провинции Западной Сибири. На северном и восточном берегах оз. Янтарное 1 расположен город Надым.

Озера имеют старичное происхождение и входят в старичный комплекс бассейна реки Надым. Территория водосбора сильно изменена антропогенной деятельностью и достигает площади 25,5 км². Между собой озера разделены перешейком высотой 1,5 м. В восточной части они соединены протокой. Оба озера слабопроточные, режим питания смешанный.

На протяжении многих лет озера используются для любительского лова рыб. Основной представитель рыб – ёрш обыкновенный (*Gymnoscephalus*

сегнуса). В связи с тем, что изучаемые озера являются местом обитания вида рыб, не относящегося к особо ценным и ценным, то они отнесены к первой категории [11].

Площадь озера Янтарное 1 составляет 0,83 км², максимальная ширина 760 м, длина 1944 м. В среднем глубина озера 1 м (рис. 1). Дно в прибрежной зоне преимущественно представлено заиленным песком мощностью до двух метров, в центральной и западной частях – черными илами. Из-за малых глубин к концу зимнего периода озеро промерзает на всю глубину. Продолжительность ледостава до 8 месяцев. В северо-западную часть озера впадает безымянный ручей шириной до 3 м и глубиной до 1 м, скорость течения 0,2 м/с.

Площадь озера Янтарное 2 достигает 0,25 км², при максимальной ширине 346 м и длине 1283 м. Глубина озера изменяется от 0,5 м в прибрежной зоне до 14 м в центральной и восточной частях акватории (рис. 1). Увеличение глубины связано с проводимыми ранее гидронамывными работами по добыче песка. Дно озера преимущественно песчаное со следами заиления, на западе встречаются бурые и черные илы.



Рис. 1. Карта глубин озер Янтарное 1 и Янтарное 2

На юго-западе в водоем впадает ручей, на северо-востоке находится протока, соединяющая с озером Янтарное 1. В восточной части из озера вытекает ручей, соединяющий водный объект с сетью других старичных озер.

В ходе исследований осуществлялось визуальное наблюдение за состоянием водного объекта, определение наличия захламления прибрежной полосы, гидроакустическая съемка дна русла.

Для определения содержания загрязняющих веществ отбор проб поверхностных вод осуществлялся в соответствии с требованиями [12]. Для отбора проб было использовано следующее оборудование: пробоотборник СП-2, батометр Руттнера (5 дм³). Пробы донных отложений отбирались с помощью дночерпателя Петерсена (рис. 2). Показатели, характеризующие общие гидрохимические свойства озер, такие как кислотность (рН), содержание растворённого кислорода, удельная электропроводность (далее – УЭП), окислительно-восстановительный потенциал (далее – ОВП) определялись сразу после отбора проб.

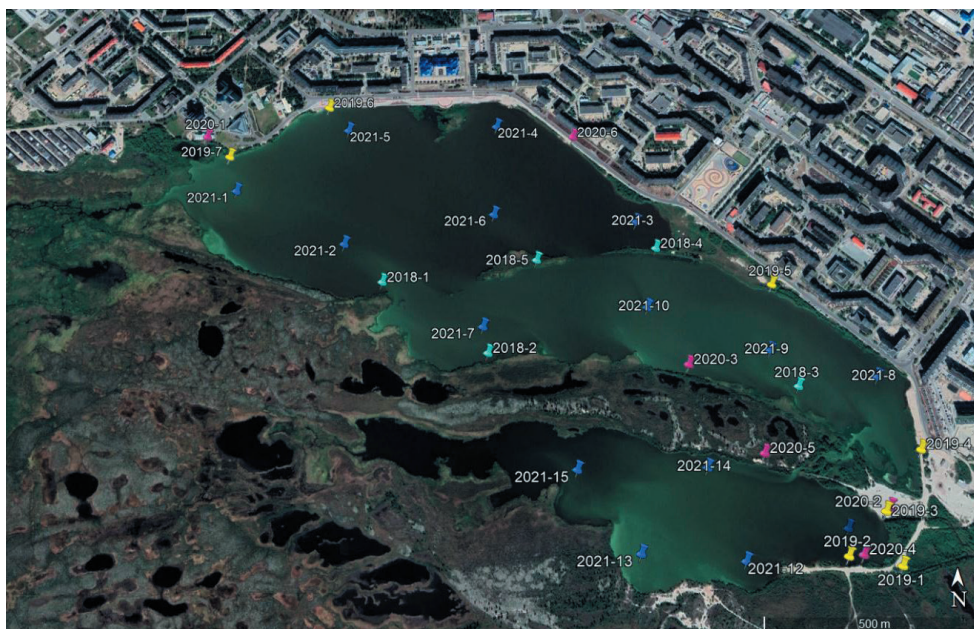


Рис. 2. Точки отбора проб поверхностных вод, донных отложений и гидробионтов в период с 2018 по 2021 год

Показатели химического состава природных поверхностных вод и донных отложений, дающие формализованную оценку качества среды и соответствия действующим нормативам, определялись исходя из наиболее вероятного спектра загрязнений, свойственного водам Ямало-Ненецкого автономного округа. В связи с этим в природных поверхностных водах определились – реакция среды (рН), биологическое потребление кислорода (далее – БПК), химическое потребление кислорода (далее – ХПК), ионный состав, микроконцентрации фосфат-ионов, азота аммонийного, нитрат-

ионов, диоксида азота, нефтепродуктов, Si, Al, Pb, Fe, Cu, Ni, Co, Zn, Mn, Cr, Cd, Hg. В донных отложениях определены концентрации Zn, Ni, Cu, Co. Химико-аналитические работы выполнялись по общепринятым методикам в лаборатории ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики».

Качество вод оценивалось по нормативам химического состава, установленным для категорий водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, – предельно допустимые концентрации (далее – ПДК_{рх}) [13]. Комплексная оценка качества поверхностных природных вод выполнялась на основании рассчитанного в ходе обработки данных индекса загрязнения воды (далее – ИЗВ):

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n * \frac{C_j}{\text{ПДК } i}$$

где C_j – концентрация компонента; n – число показателей, используемых для расчета индекса, $n=6$; ПДК_{*i*} – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

Батиметрирование выполнялось с применением Garmin Echomap Plus 62CV + Transducer. Данные поверхности дна получены при помощи 4-лучевого сонара (угол 45°, частота 77 кГц и угол 15°, частота 200 кГц). Сбор опорных и контрольных точек осуществлялся со встроенного высокочувствительного GPS-приемника (точность определения местоположения зависела от приема спутников, погрешность в плане составляла не более 3 м, по глубине не более 0,5 м).

Картографирование дна осуществлялась путем непрерывной съемки по треку, охватывающей ширину всего водоема, со скоростью судна не более 10 км/ч. Наземных марок для получения опорных точек не предусматривалось. Постобработка полученных изолиний осуществлялась при помощи геоинформационной системы «ArcGis 10.4». Распознавание данных картплоттера осуществлялось при помощи встроенного инструмента IDW в программе «ArcGis 10.4».

Результаты и обсуждение

Гидрохимическое и гидробиологическое состояние

Озеро Янтарное 1 на протяжении нескольких десятилетий подвержено постоянному антропогенному прессу вследствие расположения на его северном и восточном берегах города Надым. Основными источниками негативного влияния являются: сток талых и ливневых вод, сток хозяйственно-бытовых вод, захламление бытовым мусором как акватории, так и прибрежной полосы, расширение жилищной инфраструктуры на берегу водоема (строительство микрорайона Олимпийский).

Проводимый в период с 2016 по 2021 гг. мониторинг водного объекта показал, что на протяжении этого времени состояние водоёма остается стабильно грязным. Исследования, проведенные в период с 2016 по 2018 год, указывали на то, что поверхностные воды загрязнены трудноокисляемыми органическими веществами. Химическое потребление кислорода находится на высоком уровне (от 43,4–80 мгО₂/л при ПДК_{рх}=15 мгО₂/л) [14]. Результаты мониторинга 2019–2020 годов указывают на то, что данная ситуация не изменилась, показатель ХПК довольно высокий и составляет не менее 67 мгО₂/л. Биологическое потребление кислорода находится в интервале 0,56–0,60 мгО₂/л и не превышает ПДК_{рх} 2 мгО₂/л.

Поверхностные воды имеют нейтральную реакцию среды (рН = 6,3–6,8 единиц) и низкий уровень общей минерализации. Величина УЭП в пробах колеблется от 92 до 146 мкСм/см. По данному показателю водный объект относится к ультрапресным водоемам с минерализацией до 0,2 г/л.

Кислородный режим неблагоприятный. Количество растворенного кислорода в период ледостава – 3,1 мг/л. Для озера характерны заморные процессы [14].

Пробы поверхностных вод, отобранные в 2018 году, показали превышение содержания нефтепродуктов. При ПДК_{рх} = 0,05 мг/дм³ в пробах было до 0,082 мг/дм³ нефтепродуктов. Повторный отбор проб в 2020 году зафиксировал, что количество нефтепродуктов не только не уменьшилось, но и в некоторых пробах увеличилось до 0,15 мг/дм³, что соответствует 3 ПДК_{рх}.

Сравнительный анализ содержания микроэлементов в воде с предельно допустимыми концентрациями выявил существенные превышения для Fe (от 3,12 до 10,17 ПДК_{рх}), Cu – 2,5 ПДК_{рх} и Mn – 1,7 ПДК_{рх}. Кроме того, наблюдается довольно высокая концентрация Zn в точках, где в зимний период складывается собираемый в городе снег (2 ПДК_{рх}). Концентрации в пробах поверхностной воды Cd и Hg практически не фиксируются.

Концентрации ионов Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, SO₄²⁻, Cl⁻ ниже установленных ПДК_{рх}. При этом количество фосфат-ионов значительно превышает установленные нормативы (7,2–7,8 ПДК_{рх}).

Величина рассчитанного нами на основании количественного анализа проб индекса загрязняющих веществ для поверхностных природных вод озера Янтарное 1 достигает 4,63, что указывает на принадлежность их к IV классу качества, то есть вода является грязной.

В донных отложениях наибольшая концентрация тяжелых металлов зафиксирована на участках, расположенных вблизи автодорог. Здесь по сравнению с фоновыми показателями содержание Cu выше в 4 раза, Co и Zn – в 5 раз, а Ni – в 6 раз. По мере удаления от автодорог концентрации металлов снижаются.

По распределению и концентрации загрязняющих веществ акваторию озера Янтарное 1 можно разделить на несколько частей. Сильно загрязненными являются северо-западная, западная части акватории, где наблюдается повышенное содержанием следов горюче-смазочных материалов, аммиака и низкое содержание кислорода. Северная и восточная части до 2018 года были чище, но с 2019 года здесь фиксируется повышенное содержание загрязняющих веществ, особенно рядом с недавно построенным микрорайоном Олимпийский.

На противоположной от города южной стороне загрязнение озера минимально. Однако в данной части водоема стало отмечаться скопление бытового мусора и пластика, приносимого с территории города, что в ближайшей перспективе приведет к существенным загрязнениям.

Озеро Янтарное 2 является зоной летнего отдыха жителей города Навым. На восточном и южном берегах озера располагается «дикий» пляж, который не предназначен для использования в целях рекреации, необходимая инфраструктура отсутствует. В результате здесь наблюдается захламливание прибрежных и береговых территорий бытовым мусором.

Кроме того, в озеро Янтарное 2 через протоку проникают загрязненные воды из озера Янтарное 1. В результате исследования 2020 года показали, что ближе к северному берегу в районе протоки и рядом с пляжем южного берега наблюдается превышение содержания нефтепродуктов (от 1,36 до 9 ПДК_{рх}) и фосфатов (от 3 до 4 ПДК_{рх}). Комплексная оценка качества воды, проведенная на основании рассчитанного индекса загрязнения воды, показала, что в разных частях акватории вода различного качества и делится на три класса: ИЗВ = 0,7 (чистая), ИЗВ = 1,2 (умеренно загрязненная) и ИЗВ = 2,9 (загрязненная). Наибольший ИЗВ в районе протоки, соединяющей два озера, здесь же находится строящийся микрорайон Олимпийский.

Реакция среды исследуемого водоёма нейтральна, значения рН находятся в диапазоне 6,1-6,7 единиц. Величина УЭП находится в пределах 49 до 73 мкСм/см. Это указывает на то, что по гидрохимическим показателям водный объект относится к ультрапресным, с невысоким уровнем общей минерализации (до 0,2 г/л).

В ходе изучения бентоса в комплексе озер выделено двадцать девять различных видов организмов, которые имеют значимую пищевую ценность для ихтиофауны. Озера являются средnekормными [14], их рыбопродуктивность может достигать 25 кг/га [11]. Выявленные макрозообентосные организмы относятся к подгруппе α -мезосапробов группы мезосапробионтов [14].

По гидробиологическим показателям качество воды озера Янтарное 1 дифференцировано на 2 класса. В восточной части озера качество относится к IV классу, а вода является значительно загрязненной. В остальной

акватории наблюдается III класс или слабозагрязненные воды.

Озеро Янтарное 2 по гидробиологическим показателям слабозагрязненное (III класс) в восточной части в местонахождении протоки, соединяющей водоемы. В остальной акватории – чистое (II класс).

Природоохранные рекомендации и реабилитация озер

Для реабилитации озера Янтарное 1 нужно предотвратить попадание загрязняющих веществ со стороны объектов жилищной, хозяйственной и производственной инфраструктуры города Надым.

Во-первых, необходимо прекратить попадание загрязненных стоков в ручей, впадающий в озеро со стороны гаражных кооперативов, путем обвалования территории, на которой они расположены.

Во-вторых, ликвидировать существующие, а в дальнейшем пресекать накопление твердых коммунальных отходов на земельных участках, по которым протекает ручей, впадающий в озеро.

В-третьих, с целью восстановления гидрологических характеристик необходимо выполнить мелиоративные работы, включающие очистку дна от загрязненных илов и дноуглубление, создание ряда протоков, соединяющих изучаемые водоемы, ликвидацию небольших островков, замедляющих проточность озер.

Очистку дна от загрязненных илов желательно осуществлять гидро-механическим способом с использованием геоконтейнерной технологии. Дноуглубление необходимо выполнять таким образом, чтобы глубина озера была не менее двух метров. Данные мероприятия позволят очистить озеро от загрязняющих веществ, накапливавшихся десятилетиями, увеличить проточность озера, уменьшить степень трофности водоема, улучшить его кислородный режим и минимизировать заморные явления.

В силу того, что озеро Янтарное 2 в меньшей степени подвержено негативному воздействию, а основными источниками загрязнения являются воды, поступающие из озера Янтарное 1, а также захламление бытовым мусором в результате использования его берегов в рекреационных целях, в качестве природоохранных и реабилитационных мероприятий, направленных на улучшение состояния водного объекта, необходимо рекомендовать следующее.

Во-первых, реализовать природоохранные мероприятия, направленные на очистку берега и акватории озера от бытового мусора. Во-вторых, необходимо провести оценку рекреационной нагрузки на водоем, его берега и разработать мероприятия рационального рекреационного использования водного объекта. Разработать мероприятия, предотвращающие захламление берегов и акватории в ходе рекреационного природопользования. В-третьих, разработать механизмы своевременного

удаления фитомассы, что позволило бы управлять процессами зарастания озера.

Заключение

Озера Янтарное 1 и Янтарное 2 имеют старичный генезис, входят в старичный комплекс бассейна реки Надым и через систему проток и стариц соединены с указанной рекой. Озеро Янтарное 1 является типичным городским водоемом.

Реакция среды исследуемых поверхностных природных вод исследуемых водоемов нейтральная, значение рН равно 6,3-6,8 единиц. Поверхностные воды имеют низкий уровень общей минерализации. Величина УЭП в пробах колеблется от 49 до 146 мкСм/см. По данному показателю водные объекты относятся к ультрапресным водоемам с минерализацией до 0,2 г/л. Водные объекты обеднены кислородом, кислородный режим неблагоприятный.

Изученные водные объекты сильно деградированы по причине несоблюдения природоохранных мероприятий при эксплуатации городской инфраструктуры, а именно, в озеро Янтарное 1 с территории города идет сток неочищенных талых и ливневых вод, а также сток загрязненных хозяйственно-бытовых вод. Кроме того, водный объект испытывает негативное влияние автомобильных дорог, проходящих по его берегу в северной и восточной частях. Как результат наблюдается накопление тяжелых металлов в донных отложениях.

На озере Янтарное 2 фиксируется нерациональное рекреационное природопользование, в силу чего идет захламление мусором, в том числе пластиком, прибрежной и береговой зон.

Акватории озер дифференцированы по распределению и концентрации загрязняющих веществ. В наибольшей степени загрязняющие вещества концентрируются ближе к источникам загрязнения. Данные комплексной оценки природных поверхностных вод по гидрохимическим показателям указывают на то, что вода оз. Янтарное 1 имеет IV класс качества, то есть грязная. В озере Янтарное 2 вода дифференцирована на три класса качества (чистая, умеренно загрязненная и загрязненная). Аллохтонные загрязнения приводят к эвтрофированию водоемов.

По гидробиологическим показателям качество поверхностных вод оз. Янтарное 1 принадлежит к IV (значительно загрязненное) и III (слабозагрязненное) классам. Вода озера Янтарное 2 в большей части акватории чистая (II класс), в меньшей – слабозагрязненная (III класс).

Для улучшения экологического состояния водных объектов необходимо реализовать мелиорацию озер, включающую очистку дна от иловых отложений, дноуглубление, восстановление проточности. Требуется

очистка берега и прибрежной зоны от захламлений бытовым мусором, в том числе пластиком. Кроме того, необходимо пресечь попадание загрязняющих веществ со стороны города Надым.

Список источников

1. Агбалян Е.В., Колесников Р.А., Красненко А.С., Моргун Е.Н., Шинкарук Е.В., Печкин А.С., Локтев Р.И., Ильясов Р.М., Кобелев В.О. Оценка качества природных вод на научных полигонах Ямало-Ненецкого автономного округа (Пуровский, Тазовский, Шурышкарский, Полярно-Уральский) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 6. – С. 6-23.
2. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Георгиади А.Г., Зайцева И.С., Шапоренко С.И. Антропогенные воздействия на водные ресурсы рек Арктического бассейна России // География и природные ресурсы. 2019. № 1. – С. 29-36.
3. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 334 с.
4. Магрицкий Д.В. Антропогенные изменения стока воды рек Арктического региона // Геоэкологическое состояние Арктического побережья России и безопасность природопользования. – М.: ГЕОС, 2007. – С. 146–164.
5. Красненко А.С., Печкин А.С. Биоиндикационная характеристика водоемов урбанизированных территорий Арктической зоны (на примере оз. Янтарное г. Надым и оз. Ханто, г. Ноябрьск) // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2019. № 1 (102). – С. 116-120. Doi: 10.26110/ARCTIC.2019.102.1.016.
6. Безруков Л.А., Гагарина О.В., Кичигина Н.В., Кoryтный Л.М., Фомина Р.А. Водные ресурсы Сибири: состояние, проблемы и возможности использования // География и природные ресурсы. - 2014. - № 4. - С. 30-41.
7. Shestakova E., Fedorova I., Loktev R., Kolesnikov R., Alexeeva N. Urban water use in the Arctic and its effects on freshwater resources // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference proceedings. 2018. pp. 517-524.
8. Yurkevich N., Saeva O., Yurkevich N., Kolesnikov R., Kuleshova T. Hydrochemical characteristic of the arctic thermocarst lakes (Gydan peninsula, Russian) // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Sofia, 2020. pp. 423-430.
9. Shiklomanov A.I., Lammers R.B., Lettenmaier D.R., Polischuk Yu.M., Savichev O.A., Smith L.C., Chernokulsky A.V. Hydrological Changes: Historical Analysis, Contemporary Status, and Future Projections // Regional Environmental Changes in Siberia and Their Global Consequences. Chapter 4. Springer Environmental Science and Engineering. - Dordrecht: Springer Science Business Media, 2013. - pp. 111-154.
10. Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2013 году: Стат. сборник / Под ред. Н.Г. Рыбальского, А.Д. Думнова. – М.: НИИ–Природа. 2014. – 369 с.
11. Филатов А.Ю., Тунев В.Е., Матковский А.К., Исаков П.В., Абдуллина Г.Х., Степанова В.Б. Ихтиофауна озера Янтарное Надымского района Ямало-Ненецкого автономного округа в условиях предстоящей рекреации водоема //

- Вестник рыбохозяйственной науки. 2014. Т.1, № 2 (2). – С. 66-79.
12. Межгосударственного стандарта ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» // М.: Стандартинформ, 2019.
 13. Приказ № 552 Минсельхоза Российской Федерации от 13.12.2016 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 16.01.2017, № 0001201701160006
 14. Красненко А.С., Печкин А.С., Кобелев В.О., Агбальян Е.В., Шинкарук Е.В. Озеро Янтарное - состояние, проблемы, перспективы // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2018. № 4 (101). – С. 37-43.

References

1. Agbalyan E.V., Kolesnikov R.A., Krasnenko A.S., Morgun E.N., Shinkaruk E.V., Pechkin A.S., Loktev R.I., Piyasov R.M., Kobelev V.O. Assessment of the quality of natural waters at the research sites of the Yamal-Nenets Autonomous District (Purovsky, Tazovsky, Shuryshkarsky, Polyarno-Uralsky) // Water industry of Russia: problems, technologies, management. 2019. № 6. pp. 6-23.
2. Koronkevich N.I., Barabanova E.A., Georgiadi A.G., Zaitseva I.S., Shaporenko S.I. Anthropogenic impact on the water resources of the rivers of the Arctic basin of Russia // Geography and natural resources. 2019. № 1. pp. 29-36.
3. Shiklomanov I.A. The impact of economic activities on river flow. - Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989. – 334 p.
4. Magritsky D.V. Anthropogenic changes in river water flow in the Arctic region // Geocological state of the Arctic coast of Russia and the safety of natural resources. - Moscow: GEOS, 2007. - pp. 146-164.
5. Krasnenko A.S., Pechkin A.S. Bioindicative characteristics of water bodies in urbanized areas of the arctic zone (by the example of lake Yantarnoe, Nadym and lake Khanto, Noyabrsk) // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2019. № 1 (102). pp. 116-120. Doi: 10.26110/ARCTIC.2019.102.1.016.
6. Bezrukov L.A., Gagarinova O.V., Kichigina N.V., Korytny L.M., Fomina R.A. Water resources of Siberia: state, problems and possibilities of use // Geography and natural resources. - 2014. - № 4. - pp. 30-41.
7. Shestakova E., Fedorova I., Loktev R., Kolesnikov R., Alexeeva N. Urban water use in the Arctic and its effects on freshwater resources // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference proceedings. 2018. pp. 517-524.
8. Yurkevich N., Saeva O., Yurkevich N., Kolesnikov R., Kuleshova T. Hydrochemical characteristic of the arctic thermocarst lakes (Gydan peninsula, Russian) // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Sofia, 2020. pp. 423-430.
9. Shiklomanov A.I., Lammers R.B., Lettenmaier D.R., Polischuk Yu.M., Savichev O.A., Smith L.C., Chernokulsky A.V. Hydrological Changes: Historical Analysis, Contemporary Status, and Future Projections // Regional Environmental Changes

- in Siberia and Their Global Consequences. Chapter 4. Springer Environmental Science and Engineering. - Dordrecht: Springer Science Business Media, 2013. pp. 111-154.
10. Water resources and water management of Russia in 2013: Statistical compendium / Ed. N.G. Rybalsky, A.D. Dumnov. - Moscow: NIA-Priroda, 2014. 369 p.
 11. Filatov A.Yu., Tunev V.E., Matkovsky A.K., Isakov P.V., Abdullina G.Kh., Stepanova V.B. Ichthyofauna of Lake Yantarnoye of Nadym region of the Yamal-Nenets Autonomous District in the conditions of the forthcoming recreation of the reservoir // Bulletin of Fisheries Science. 2014. Vol. 1, № 2 (2). pp. 66-79.
 12. Interstate standard GOST 31861-2012 "Water. General requirements for sampling" // Moscow: Standartinform, 2019.
 13. Order No. 552 of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 13.12.2016 "On approval of water quality standards for fishery water bodies, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in waters of fishery water bodies" // Official Internet portal of legal information www.pravo.gov.ru, 16.01.2017, N 0001201701160006.
 14. Krasnenko A.S., Pechkin A.S., Kobelev V.O., Agbalyan E.V., Shinkaruk E.V. Lake Yantarnoye – condition, problems and prospects // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2018. № 4 (101). pp. 37-43.

Сведения об авторах

Колесников Роман Александрович, российский ученый, эколог-практик, специалист в области охраны окружающей среды, кандидат географических наук, заведующий сектором охраны окружающей среды ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Является экспертом Национального арктического научно-образовательного консорциума, экспертом ситуационного центра сферы туризма Российского государственного университета туризма и сервиса. Общественный инспектор по охране окружающей среды. Автор и соавтор более 70 научных работ. Область научных интересов: охрана окружающей среды и рациональное природопользование, геоэкология, геохимия, гидрохимия, ландшафтоведение, почвоведение и география почв, палеоэкология и экологическое прогнозирование, рекреационное природопользование, экономическая география.

Красненко Александр Сергеевич, 1981 г.р., окончил в 2003 году Ишимский государственный институт им. П.П. Ершова по специальности «учитель биологии и географии», с 2015 года старший научный сотрудник в ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», кандидат биологических наук. Научные интересы: гидробиология, зоология, функционирование пресноводных экосистем.

Шинкарук Елена Владимировна, 1977 г.р., окончила Тюменский государственный университет по специальности «биолог» в 2000 году. С 2012 года работает в ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», научный сотрудник. Область научных интересов: биология, цитогенетика, изучение качества поверхностных вод, снежный покров.

Печкин Александр Сергеевич, 1990 г.р., окончил Саратовский государственный университет по специальности «эколог-природопользователь» в 2013 году. С 2015 года – ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», научный сотрудник. Область научных интересов: геоэкология, экология почв, гидрология, гидрохимия, геоботаника, снежный покров, ДЗЗ, ГИС, спектрометрирование ландшафтов.

Участие авторов

Колесников Р.А. – концепция и дизайн исследования, организация комплексных исследований, обработка данных, сбор литературных данных, написание и редактирование текста;

Красненко А.С. – концепция исследования, написание текста, проведение полевых исследований, гидробиологические исследования, сбор литературных данных;

Шинкарук Е.В. – обработка и интерпретация результатов гидрохимических анализов, статистическая обработка данных, написание текста.

Печкин А.С. – сбор и обработка полевых материалов, проведение гидрологических исследований, составление картографического материала, написание текста.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Information about the authors

Roman Aleksandrovich Kolesnikov, Russian scientist, ecologist-practitioner, specialist in the field of environmental protection, Candidate of Geographic Sciences, head of the Environmental Sector of the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Expert of the National Arctic Scientific and Educational Consortium, expert of the situational center of tourism of the Russian State University of Tourism and Service. Public Environmental Inspector. Author and co-author of over 70 scientific papers. Research interests: environmental protection and rational nature management, geoecology, geochemistry, landscape science, soil science and soil geography, paleoecology and ecological forecasting, recreational nature management, economic geography.

Alexander Sergeevich Krasnenko, born in 1981, graduated from the Ishim State Pedagogical Institute named after P.P. Ershov in 2003 with a teacher of biology

and geography degree. Since 2015, he has been working as a senior researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Candidate of Biological Sciences. Research interests: hydrobiology, zoology, functioning of aquatic ecosystems.

Elena Vladimirovna Shinkaruk, born in 1977, graduated from the Tyumen State University with a degree in biology in 2000. Since 2012, she has been working as a researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Research interests: biology, cytogenetics, study of surface water quality, snow cover.

Alexander Sergeevich Pechkin, born in 1990, graduated from the Saratov State University in 2013 (specialty “Environmentalist”). Since 2015, he has been working as a researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Research interests: geoecology, soil ecology, hydrology, hydrochemistry, geobotany, snow cover, remote sensing, GIS, landscape spectrometry.

Authors Contribution

Kolesnikov R.A. - concept and design of research, organization of complex research, data processing, collection of literature data, writing and editing the text;

Krasnenko A.S. - research concept, text writing, field research, hydrobiological research, collection of literature data;

Shinkaruk E.V. - processing and interpretation of the results of hydrochemical analyzes, statistical data processing, text writing.

Pechkin A.S. - collection and processing of field materials, carrying out hydrological research, drawing up cartographic material, text writing.

All co-authors - approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Статья поступила в редакцию 11.10.2021 г., принята к публикации 02.12.2021 г.

The article was submitted on October 11, 2021, accepted for publication on December 2, 2021.

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. № 4. (113). С. 37-53.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. № 4. (113). P. 37-53.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 502.2:502.3, 504.75, 613.32

doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.003

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

*Мария Андреевна Русакова¹, Роман Александрович
Колесников², Елена Владимировна Шинкарук³*

^{1, 2, 3}Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

¹m.a.rusakova7@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5300-4169>

²roman387@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2722-5133>

³elena1608197@yandex.ru

Аннотация. Проведен сбор и анализ данных о химических веществах в водоисточниках и питьевой воде, потенциально способных воздействовать на самочувствие жителей Ямало-Ненецкого автономного округа на примере городов Салехард и Лабытнанги, поселка Харп. Дана характеристика риску здоровья населения от перорального поступления поллютантов с питьевой водой и представлены рекомендации по минимизации рисков. Значения индексов опасности суммарного неканцерогенного риска меньше 1,0 указывают на низкую вероятность возникновения неблагоприятных изменений в наиболее уязвимых органах и системах жителей рассмотренных территорий. Наибольший вклад в суммарный канцерогенный риск при употреблении питьевой воды внес мышьяк. Индивидуальные канцерогенные риски, связанные с воздействием мышьяка, кадмия, бериллия, свинца и шестивалентного хрома, требуют постоянного контроля.

Ключевые слова: Арктика, загрязняющие вещества, риски здоровью населения, питьевая вода, канцерогенные риски, неканцерогенные риски, оценка риска, управление рисками.

Цитирование: М.А. Русакова, Р.А. Колесников, Е.В. Шинкарук. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения Арктических городов // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. (113). № 4. С. 37-53. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.003

Original article

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF POTABLE WATER QUALITY ON THE HEALTH OF THE POPULATION OF ARCTIC CITIES

Mariya A. Rusakova¹, Roman A. Kolesnikov², Elena V. Shinkaruk³,

^{1,2,3}Arctic Research Center, Salekhard, Russia.

¹m.a.rusakova7@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-5300-4169>

²roman387@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2722-5133>

³elena1608197@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-4782-6275>

Abstract. The collection and analysis of data on chemicals in water sources and potable water, potentially capable of affecting the well-being of population of the Yamal-Nenets Autonomous District, were carried out using the example of the cities of Salekhard and Labytnangi, and the village of Kharp. The population health risk characteristics in case of oral intake of pollutants with potable water are given and recommendations for minimizing the risks are presented. The hazard indices of the total non-carcinogenic risk do not exceed 1.0, indicating a low probability of adverse effects on the most vulnerable organs and systems of the residents of the considered territories. Arsenic made the greatest contribution to the total carcinogenic risk from drinking water consumption. Individual carcinogenic risks from the effects of arsenic, cadmium, beryllium, lead and hexavalent chromium require constant monitoring.

Keywords: the Arctic, pollutants, population health risks, potable water, carcinogenic risks, non-carcinogenic risks, risk assessment, risk management/

Citation: M.A. Rusakova, R.A. Kolesnikov, E.V. Shinkaruk. Assessment of the impact of potable water quality on the health of the population of Arctic cities // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. (113). № 4. P. 37-53. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.003

Введение

Вода – жизненно важный ресурс, от качества и доступности которого зависит здоровье и благополучие человека. Одной из серьезнейших проблем, препятствующих устойчивому развитию арктических территорий, является недостаточное обеспечение качественной питьевой водой, что связано и с высоким природным содержанием ряда элементов (например, железо и марганец), и с антропогенным загрязнением водных объектов (например, нефтепродуктами), и с нарушением санитарно-гигиенических условий добычи и транспортировки воды населению (например, отсутствие водоочистных сооружений) [1-5].

Население арктических городов подвержено и без антропогенного влияния высоким физиологическим нагрузкам [6, 7]. Актуальными остаются исследования, направленные на улучшение экологической обстановки в Арктике. Данная работа по оценке рисков здоровью населения Ямало-Ненецкого автономного округа, связанных с химическим загрязнением питьевой воды, позволила выявить вероятность развития неблагоприятных эффектов при ее пероральном поступлении, определить наиболее уязвимые органы и системы организма, смоделировать прогноз последствий влияния поллютантов в питьевой воде и разработать меры, способствующие предотвращению подобных воздействий.

Представленные результаты являются частью научно-исследовательской работы «Оценка риска здоровью населения Ямало-Ненецкого автономного округа в связи с воздействием химических (неблагоприятных) факторов окружающей среды», выполняемой государственным казенным учреждением Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики» в рамках комплексной программы «Управление экологически обусловленными рисками для здоровья населения на 2019-2024 годы», утвержденной постановлением Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа от 13 сентября 2019 года №1005-П.

Материалы и методы исследования

Источниками информации для проведения исследования явились актуальные схемы водоснабжения и водоотведения, разработанные для изучаемых территорий, и результаты мониторинга, проведенного федеральным бюджетным учреждением здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Ямало-Ненецком автономном округе».

Для анализа опасности здоровью жителей рассматриваемых арктических территорий от выявленных поллютантов применялось «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04, утвержденное

главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 05 марта 2004 г. (далее по тексту – руководство Р 2.1.10.1920-04) [8], широко используемое и другими авторами [9-11]. Учтена информация о концентрациях химических ингредиентов в питьевой воде, степени выраженности их канцерогенных и токсических свойств, выявлены критические органы/системы и эффекты, в том числе и от комплексного действия поллютантов.

Объектами исследования в 2020 году на территории Ямало-Ненецкого автономного округа выбраны город Салехард, город Лабытнанги и поселок Харп.

Источниками питьевого водоснабжения муниципального образования город Салехард служат городской водозабор, находящийся на юго-востоке периферии города и водозабор мыс Корчаги, находящийся на мысе Корчаги на правом берегу реки Обь в 5 километрах от северной окраины города Салехард. Для обеспечения норм качества воды из артезианских скважин функционируют станции очистки и обезжелезивания ВОС-5000 и ВОС-15000. По данным производственного контроля за 2019 и 2020 годы, качество питьевой воды отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01.

Водоснабжение города Лабытнанги осуществляется от поверхностного водозабора на реке Ханмей. Водозабор представляет собой искусственный котлован в русле реки Ханмей, местная очистная система проводит обеззараживание. Однако в весенний период качество воды резко падает, вода коммунального водоснабжения используется только для технических нужд. Питьевую воду доставляют в автоцистернах из реки Сось поселка Харп. Скорость жилищного и промышленного строительства в осваиваемых районах Арктики существенно опережает оснащение инженерными коммуникациями и станциями для очистки воды. Основным недостатком является отсутствие централизованных систем канализации, даже для населенных пунктов с действующими системами теплоснабжения и водопровода.

По данным мониторинга загрязнений питьевой воды за 2019 и 2020 годы, её качество в городе Лабытнанги не отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 по содержанию железа. Концентрации железа в питьевой воде превышают предельно допустимые по усредненным показателям в 1,24 раза (0,37 мг/дм³), по максимальному значению – в 4,7 раза (1,41 мг/дм³).

В настоящее время в округе реализуется региональная программа повышения качества водоснабжения «Чистая вода». В рамках этой программы предлагается реализация проекта по строительству водопровода из поселка Харп [12].

Поселок Харп находится в 40 километрах северо-западнее города Лабытнанги, на левом берегу реки Сось. Внешняя транспортная связь с населенными пунктами осуществляется по железной дороге и автомобиль-

ной трассе. Водоснабжение существующей застройки осуществляется за счет подземных вод артезианскими скважинами в количестве 5 штук.

Качество питьевой воды, подаваемой для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд в поселке Харп, без дополнительной очистки соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Существующая застройка полностью охвачена системой водоснабжения.

Результаты исследования и обсуждение

Салехард. В питьевой воде присутствуют химические вещества 1-го класса опасности (2 вещества: ртуть и бериллий), 2-го класса опасности (7 веществ: свинец, барий, кадмий, нитриты, алюминий, мышьяк и селен), 3-го класса опасности (8 веществ: хлор, нитраты, железо, фториды, марганец, аммиак, хром Cr⁶⁺ и медь), 4-го класса опасности (4 вещества: фториды, фенол, хлориды и сульфаты), нормируемые по санитарно-токсикологическому признаку вредности (11 веществ: мышьяк, алюминий, селен, кадмий, нитраты, свинец, ртуть, аммиак, бериллий, барий и фториды), нормируемые по органолептическому признаку (9 веществ: фенол, железо, цинк, нитриты, марганец, медь, хлориды, сульфаты и хлор).

С целью отбора значимых для дальнейшего анализа загрязнителей, содержащихся в питьевой воде, произведено их ранжирование с определением индексов сравнительной канцерогенной (HRIC) и неканцерогенной (HRI) опасности согласно методике, принятой руководством Р 2.1.10.1920-04. Расчет индексов опирается на уровни воздействия и весовые коэффициенты, обусловленные значениями фактора канцерогенного потенциала и группой канцерогенности из классификации международного агентства по изучению рака (далее – МАИР) для канцерогенных веществ, референтных доз и гигиенических нормативов для веществ с неблагоприятными неканцерогенными эффектами.

По данным ранжирования сравнительной канцерогенной опасности, первое ранговое место по вкладу занимает мышьяк (95,79%), второе – хром⁶⁺ (1,92%), третье – бериллий (1,92%), четвертое – кадмий (0,19%), пятое – свинец (0,19%).

При ранжировании поллютантов по индексам сравнительной неканцерогенной опасности, рассчитанным с использованием референтных доз, наиболее значимыми химическими веществами (вносящими в суммарный индекс более 99%-ный вклад) стали: мышьяк (41,0%), нитраты (12,9%), нитриты (12,7%), фториды (8,8%), барий (8,2%), марганец (5,0%), хлор (4,1%), селен (1,6%), аммиак (1,6%), железо (1,0%), хром⁶⁺ (0,8%), свинец (0,8%), кадмий (0,8%).

Рассмотренные химические вещества питьевой воды, поступающая перорально, влияют негативно наибольшим образом на изменения крови (5 веществ:

свинец, нитриты, нитраты, железо, марганец) и на центральную нервную систему (5 веществ: мышьяк, алюминий, марганец, свинец, фенол). На желудочно-кишечный тракт неблагоприятно воздействуют 3 вещества: фенол, бериллий, мышьяк; на развитие – 2 вещества: свинец, фенол; на сердечно-сосудистую систему – 3 вещества: барий, мышьяк, нитраты; на иммунную систему – 3 вещества: мышьяк, железо, хлор; на нервную систему – 2 вещества: мышьяк, свинец; на эндокринную систему – 3 вещества: мышьяк, кадмий, свинец; на почки – 3 вещества: барий, кадмий, фенол; на слизистые – 2 вещества: железо, хлор; на кожу – 3 вещества: мышьяк, железо, селен.

Оценка водного канцерогенного риска выполнена в связи с воздействием мышьяка, бериллия, кадмия, свинца и шестивалентного хрома на население города Салехард (50 064 человека) и ориентирована на характеристику средней тенденции.

Индивидуальные канцерогенные риски от влияния кадмия, бериллия, свинца и шестивалентного хрома в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 лежат во втором диапазоне 1×10^{-6} – 1×10^{-4} . Риски такого уровня должны находиться под постоянным контролем, рекомендовано проведение дополнительных мероприятий по их минимизации.

Требуют осуществления мероприятий по оздоровлению, являясь неприемлемыми для населения, индивидуальные канцерогенные риски от мышьяка в питьевой воде, согласно Р 2.1.10.1920-04 лежащие в третьем диапазоне 1×10^{-4} – 1×10^{-3} .

Значения суммарного индивидуального, прогнозируемого популяционного, популяционного годового канцерогенных рисков составили $1,34 \times 10^{-4}$, 6,7 и 0,1 соответственно. В результате перорального воздействия мышьяка, кадмия, бериллия, свинца и шестивалентного хрома с питьевой водой в течение жизни населения города Салехард прогнозируется возникновение 7 случаев онкологических заболеваний. Мышьяк вносит в суммарный канцерогенный риск наибольший вклад.

Значения индивидуального, популяционного, популяционного годового и суммарного канцерогенного риска на рассматриваемых территориях представлены в таблице 1.

Таблица 1. Канцерогенные риски здоровью населения города Салехард, связанные с потреблением питьевой воды

№ п/п	Вещество	Экспозиция	Индивидуальный канцерогенный риск	Популяционный канцерогенный риск	Популяционный годовый риск
1	Кадмий	$2,86 \times 10^{-6}$	$1,09 \times 10^{-6}$	$5,44 \times 10^{-2}$	$7,77 \times 10^{-4}$
2	Бериллий	$2,86 \times 10^{-6}$	$1,23 \times 10^{-5}$	$6,15 \times 10^{-1}$	$8,79 \times 10^{-3}$

Продолжение таблицы 1.

№ п/п	Вещество	Экспозиция	Индивидуальный канцерогенный риск	Популяционный канцерогенный риск	Популяционный годовой риск
3	Мышьяк	$7,14 \times 10^{-5}$	$1,07 \times 10^{-4}$	5,36	$7,66 \times 10^{-2}$
4	Хром Cr6+	$2,86 \times 10^{-5}$	$1,20 \times 10^{-5}$	$6,01 \times 10^{-1}$	$8,58 \times 10^{-3}$
5	Свинец	$2,86 \times 10^{-5}$	$1,34 \times 10^{-6}$	$6,72 \times 10^{-2}$	$9,60 \times 10^{-4}$
6	Суммарный риск		$1,34 \times 10^{-4}$	6,70	0,10

Значения коэффициентов опасности индивидуальных неканцерогенных рисков (HQ) лежат ниже 1,0, что говорит о низкой вероятности возникновения неблагоприятных эффектов для жителей города Салехард от воздействия всех приоритетных химических веществ питьевой воды.

Наибольшие значения коэффициентов опасности установлены в связи с воздействием мышьяка (HQ 0,48), фторидов (HQ 0,05) и нитритов (HQ 0,04).

Проведена оценка неканцерогенного риска от комплексного воздействия химических веществ на наиболее чувствительные к ним органы и системы. Анализируемые приоритетные вещества сгруппированы по однонаправленным действиям на уязвимые органы и системы. Подтверждением низкой вероятности возникновения негативных изменений для критических органов/систем служат значения индексов опасности суммарного неканцерогенного риска меньше 1,0. Наибольшие значения индексов опасности установлены для токсических веществ, влияющих на сердечно-сосудистую систему (HI 0,526), иммунную систему (HI 0,502) и кожу (HI 0,499).

Приоритетный фактор органолептического риска от использования питьевой воды – железо, однако даже суммарная оценка всех органолептических факторов составляет менее 0,1.

Потенциальный хронический риск от воздействия приоритетных веществ питьевой воды (нитриты, нитраты, аммиак, мышьяк, барий, хлор, железо, марганец, кадмий, свинец, селен, алюминий, бериллий, хром6+, фенол, фториды) составляет 0,072, свидетельствуя об отсутствии возникновения неблагоприятных эффектов в состоянии здоровья населения города Салехард в связи с употреблением питьевой воды.

Лабытнанги. В питьевой воде, подаваемой жителям города Лабытнанги, присутствуют: 2 химических вещества 1-го класса опасности (ртуть и бериллий), 7 химических веществ 2-го класса опасности (мышьяк, сурьма, свинец, нитриты, алюминий, кадмий и селен), 6 химических веществ 3-го класса опасности (железо, хлор, цинк, нитраты, медь и марганец), 3 вещества 4-го класса опасности (хлориды, сульфаты и фенол); 9 веществ,

нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности (свинец, нитраты, селен, ртуть, аммиак, мышьяк, алюминий, кадмий и бериллий), 9 веществ – по органолептическому признаку (сульфаты, медь, хлор, железо, цинк, нитриты, хлориды, фенол и марганец).

По данным ранжирования сравнительной канцерогенной опасности, первое ранговое место по вкладу занимает мышьяк (94,95%), второе – бериллий (3,78%), третье – свинец (0,49%), четвертое – кадмий (0,76%).

При ранжировании поллютантов по индексам сравнительной неканцерогенной опасности, рассчитанным с использованием референтных доз, наиболее значимыми химическими веществами (вносящими в суммарный HRI более 99%-ный вклад) стали: мышьяк (33,1%), сурьма (33,1%), нитриты (11,2%), нитраты (7,0%), хлор (3,3%), железо (2,5%), марганец (2,1%), кадмий (1,6%), аммиак (1,5%), селен (1,3%), нефтепродукты (1,1%), свинец (0,9%).

Поступая перорально, приоритетные химические вещества питьевой воды в наибольшей степени способствуют изменениям крови (6 веществ: нитриты, нитраты, железо, марганец, свинец, цинк). На центральную нервную систему негативное влияние оказывают 4 вещества: мышьяк, марганец, свинец, фенол; на желудочно-кишечный тракт – 4 вещества: мышьяк, хром, бериллий, фенол; на развитие – 2 вещества: свинец, фенол; на сердечно-сосудистую систему – 2 вещества: нитраты, мышьяк; на иммунную систему – 3 вещества: мышьяк, хлор, железо; на нервную систему – 2 вещества: мышьяк, свинец; на эндокринную систему – 3 вещества: мышьяк, кадмий и свинец; на печень – 2 вещества: селен и хром; на почки – 4 вещества: кадмий, хром, нефтепродукты, фенол; на слизистые – 3 вещества: железо, хлор и хром; на кожу – 3 вещества: мышьяк, железо и селен; на биохимические показатели – 3 вещества: сурьма, свинец, цинк.

Оценка водного канцерогенного риска выполнена в связи с воздействием мышьяка, бериллия, кадмия и свинца для населения города Лабытнанги (26 295 человек) и ориентирована на характеристику средней тенденции.

Индивидуальные канцерогенные риски, возникающие от воздействия кадмия, свинца и бериллия, согласно Р 2.1.10.1920-04 лежат во втором диапазоне 1×10^{-6} – 1×10^{-4} и должны подлежать постоянному контролю.

Индивидуальные канцерогенные риски, возникающие от воздействия мышьяка, в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 лежат в третьем диапазоне 1×10^{-4} – 1×10^{-3} и показывают необходимость разработки и реализации плановых мероприятий по оздоровлению.

Канцерогенные риски суммарный индивидуальный, прогнозируемый популяционный и популяционный годовой имеют следующие значения: $1,23 \times 10^{-4}$, 3,24, $4,63 \times 10^{-2}$, соответственно. От перорального воздействия мышьяка, свинца, кадмия, бериллия с питьевой водой в течение жизни

населения города Лабытнанги прогнозируется возникновение 3 случаев онкологических заболеваний. Мышьяк вносит самый весомый вклад в суммарный канцерогенный риск.

Значения индивидуального, популяционного, популяционного годового и суммарного канцерогенного риска на рассматриваемых территориях представлены в таблице 2.

Таблица 2. Канцерогенные риски здоровью населения города Лабытнанги, связанные с потреблением питьевой воды

№ п/п	Вещество	Экспозиция	Индивидуальный канцерогенный риск	Популяционный канцерогенный риск	Популяционный годовой риск
1	Мышьяк	$7,14 \times 10^{-5}$	$1,07 \times 10^{-4}$	2,82	$4,02 \times 10^{-2}$
2	Кадмий	$5,71 \times 10^{-6}$	$2,17 \times 10^{-6}$	$5,71 \times 10^{-2}$	$8,16 \times 10^{-4}$
3	Свинец	$3,71 \times 10^{-6}$	$1,75 \times 10^{-6}$	$4,59 \times 10^{-2}$	$6,56 \times 10^{-4}$
4	Бериллий	$2,86 \times 10^{-6}$	$1,23 \times 10^{-5}$	$3,23 \times 10^{-1}$	$4,62 \times 10^{-3}$
5	Суммарный риск		$1,23 \times 10^{-4}$	3,24	$4,63 \times 10^{-2}$

О низкой вероятности возникновения негативных эффектов от воздействия всех приоритетных загрязнителей питьевой воды для жителей города Лабытнанги свидетельствуют не превышающие 1,0 коэффициенты опасности индивидуальных неканцерогенных рисков (HQ).

Наибольшие значения коэффициентов опасности установлены в связи с воздействием мышьяка (HQ 0,48), сурьмы (HQ 0,38) и нитритов (HQ 0,05).

Подтверждением низкой вероятности проявления негативных изменений в критических органах и системах послужили не превышающие 1,0 индексы опасности суммарных неканцерогенных рисков.

Наибольшие значения индексов опасности установлены для токсических веществ, влияющих на иммунную систему (HI 0,526), кожу (HI 0,523) и эндокринную систему (HI 0,501).

Суммарная оценка органолептического риска от использования питьевой воды, поставляемой жителям города Лабытнанги, составляет менее 0,1, приоритетный фактор – железо.

Потенциальный хронический риск от воздействия приоритетных веществ питьевой воды (мышьяк, кадмий, хром, нитриты, нитраты, аммиак, хлор, железо, сурьма, марганец, нефтепродукты, свинец, селен, бериллий, фенол и цинк) составляет 0,055 и свидетельствует об отсутствии возникновения неблагоприятных эффектов в состоянии здоровья населения города Лабытнанги в связи с употреблением питьевой воды.

Харп. В питьевой воде присутствуют: 2 химических вещества 1-го класса опасности (ртуть и бериллий), 10 химических веществ 2-го класса опасности (бор, мышьяк, алюминий, барий, кадмий, молибден, свинец, селен, стронций и фториды), 6 химических веществ 3-го класса опасности (железо, марганец, медь, никель, нитраты, цинк), 3 вещества 4-го класса опасности (сульфаты, хлориды и фенол); 12 веществ, нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности (мышьяк, алюминий, ртуть, свинец, бор, стронций, барий, бериллий, кадмий, селен, никель и нитраты), 7 веществ – по органолептическому признаку (железо, хлориды, сульфаты, марганец, медь, цинк и фенол).

По данным ранжирования сравнительной канцерогенной опасности, первое ранговое место занимает мышьяк (96,81%), второе – бериллий (1,94%), третье – свинец (0,85%), четвертое – кадмий (0,41%).

При ранжировании поллютантов по индексам сравнительной неканцерогенной опасности, рассчитанным с использованием референтных доз, наиболее значимыми химическими веществами (вносящими в суммарный HRI более 95%-ный вклад) являются: мышьяк (36,4%), нитраты (32,2%), барий (7,3%), свинец (6,4%), марганец (4,2%), кадмий (3,1%), медь (2,7%), стронций (1,8%), нефтепродукты (1,8%).

Поступая перорально, приоритетные химические вещества питьевой воды наиболее существенно влияют на изменения крови (5 веществ: железо, никель, свинец, нитраты, марганец) и воздействуют на желудочно-кишечный тракт (5 веществ: медь, никель, мышьяк, бериллий, фенол). На центральную нервную систему негативное влияние оказывают 4 вещества: мышьяк, марганец, свинец, фенол; на развитие – 2 вещества: фенол, свинец; на сердечно-сосудистую систему – 4 вещества: мышьяк, никель, барий, нитраты; на иммунную систему – 2 вещества: железо, мышьяк; на нервную систему – 2 вещества: мышьяк, свинец; на эндокринную систему – 3 вещества: мышьяк, свинец, кадмий; на печень – 3 вещества: медь, селен, никель; на почки – 4 вещества: нефтепродукты, кадмий, барий и фенол; на массу тела – 2 вещества: бериллий, никель; на кожу – 3 вещества: железо, мышьяк, селен.

Оценка водного канцерогенного риска выполнена в связи с воздействием мышьяка, бериллия, кадмия и свинца на население поселка Харп (5 941 человек) и ориентирована на характеристику средней тенденции.

Индивидуальные канцерогенные риски, вызванные влиянием кадмия, бериллия и свинца согласно Р 2.1.10.1920-04 лежат во втором диапазоне 1×10^{-6} – 1×10^{-4} и должны находиться под постоянным контролем.

Индивидуальные канцерогенные риски, вызванные действием мышьяка, согласно Р 2.1.10.1920-04 лежат в третьем диапазоне 1×10^{-4} – 1×10^{-3} , что требует проработки и осуществления плановых мероприятий по оздоровлению.

Значения канцерогенных рисков суммарного индивидуального, прогнозируемого популяционного, годового популяционного составили $1,28 \times 10^{-4}$, $7,58 \times 10^{-1}$, $1,08 \times 10^{-2}$ соответственно. Благодаря низким величинам рассчитанных рисков не прогнозируется существенного уровня развития онкологических заболеваний при пероральном действии мышьяка, кадмия, бериллия и свинца, поступающих с питьевой водой в течение жизни жителей поселка Харп. Воздействие мышьяка дает наибольший вклад в суммарный канцерогенный риск.

Значения индивидуального, популяционного, популяционного годового, суммарного канцерогенного риска на рассматриваемых территориях представлены в таблице 3.

Таблица 3. Канцерогенные риски здоровью населения поселка Харп, связанные с потреблением питьевой воды

№ п/п	Вещество	Экспозиция	Индивидуальный канцерогенный риск	Популяционный канцерогенный риск	Популяционный годовой риск
1	Мышьяк	$7,14 \times 10^{-5}$	$1,07 \times 10^{-4}$	$6,37 \times 10^{-1}$	$9,09 \times 10^{-3}$
2	Кадмий	$6,00 \times 10^{-6}$	$2,28 \times 10^{-6}$	$1,35 \times 10^{-2}$	$1,94 \times 10^{-4}$
3	Бериллий	$2,86 \times 10^{-6}$	$1,23 \times 10^{-5}$	$7,30 \times 10^{-2}$	$1,04 \times 10^{-3}$
4	Свинец	$1,26 \times 10^{-4}$	$5,91 \times 10^{-6}$	$3,51 \times 10^{-2}$	$5,01 \times 10^{-4}$
5	Суммарный риск		$1,28 \times 10^{-4}$	$7,58 \times 10^{-1}$	$1,08 \times 10^{-2}$

Подтверждением низкой вероятности возникновения негативных эффектов от воздействия всех приоритетных поллютантов питьевой воды служат коэффициенты опасности индивидуальных неканцерогенных рисков (HQ), не превышающие 1,0.

Наибольшие значения коэффициентов опасности установлены в связи с воздействием мышьяка (HQ 0,238), нитратов (HQ 0,04) и свинца (HQ 0,036).

На низкую вероятность проявления негативных изменений в критических органах и системах указывают значения индексов опасности суммарного неканцерогенного риска меньшие 1,0.

Наибольшие значения индексов опасности установлены для токсических веществ, влияющих на сердечно-сосудистую систему (HI 0,299), эндокринную систему (HI 0,286) и центральную нервную систему (HI 0,28).

Значение суммарного органолептического риска от использования питьевой воды рассчитано менее 0,1, приоритетный показатель – мутность.

Потенциальный хронический риск в связи с воздействием приори-

тетных веществ питьевой воды (мышьяк, кадмий, бериллий, свинец, нитраты, барий, марганец, нефтепродукты, медь, стронций, селен, железо, никель и фенол) составляет 0,036, что свидетельствует об отсутствии возникновения неблагоприятных эффектов в состоянии здоровья населения поселка Харп в связи с употреблением питьевой воды.

Мероприятия по улучшению качества питьевой воды

Для исполнения приоритетной задачи – обеспечения населения городов Салехард, Лабытнанги и поселка Харп гарантированно качественной питьевой водой, считаем приоритетными следующие направления:

1) Охрана источников водоснабжения.

Санитарные условия для территории городского водозабора город Салехард оцениваются весьма неблагоприятными из-за несоответствия требованиям СанПиН 2.1.4.027-95 «Зоны санитарной охраны (далее – ЗСО) источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения». На территории 2-го пояса ЗСО водозабора городские сооружения расположены вплотную к кусту эксплуатационных скважин. Ввиду отсутствия организованной ливневой канализации территории талые и ливневые воды скапливаются на территориях ЗСО и влекут за собой возникновение опасности микробного загрязнения подземных вод. Требуется выполнение мероприятий по санитарному благоустройству территории 2-го пояса ЗСО в части организации отвода поверхностного стока.

В связи с этим на городском водозаборе города Салехард (Полуйское месторождение питьевых подземных вод) требуется обеспечение технологических режимов очистки сточных вод, соблюдение зон санитарной охраны водоисточников, предупреждение и ликвидация источников химического и микробного загрязнения подземных и поверхностных водоисточников в организованных водоохраных зонах, нормативное отведение и очистка промышленных и ливневых сточных вод.

Требуется усиление контроля за состоянием гигиенических условий водопользования в гидрологические периоды с наиболее неблагоприятными санитарными условиями водных объектов – весной и осенью.

2) Усовершенствование системы водоснабжения.

Тщательному планированию и реализации подлежат работы по реконструкции, строительству сооружений и сетей системы водоснабжения в городе Лабытнанги. Муниципальным службам города Лабытнанги рекомендуется принять меры по прекращению эксплуатации водозаборов, несоответствующих санитарно-гигиеническим требованиям, учесть в образовательных, лечебно-профилактических учреждениях, предприятиях пищевой промышленности, жилых домах локальное оборудование по доочистке воды.

Актуально запланировать и обеспечить проведение работ в поселке Харп по реконструкции и ремонту водопроводных сетей, восстановлению нарушенной теплоизоляции магистральных сетей, обновлению оборудования насосных станций.

3) Усовершенствование технологии обработки воды.

С целью уменьшения содержания в питьевой воде мышьяка муниципальным службам изученных населенных пунктов предусмотреть применение высокоэффективных методов обеззараживания воды и сорбционные, мембранные технологии водоподготовки.

4) Совершенствование социально-гигиенического мониторинга.

Для установления количественных зависимостей и причинно-следственных связей между микробиологическими, химическими и радиологическими показателями питьевой воды и заболеваемостью жителей Арктики внедрить в практику проведение комплексной оценки риска совместно с биомониторингом населения. Для анализа эффективности санитарно-эпидемиологического надзора за питьевой водой применять ежегодный мониторинг изменений величин различных видов рисков.

Требуется разработка дополнительных оздоровительных мероприятий для населения городов Салехард, Лабытнанги и поселка Харп по снижению воздействия мышьяка, кадмия, бериллия, свинца и шестивалентного хрома, поступающих с питьевой водой.

Заключение

Методология оценки риска позволила выявить угрозы здоровью населения Ямало-Ненецкого автономного округа и скорректировать мероприятия по их устранению. Приоритетным фактором риска на всей изученной территории явилось пероральное поступление мышьяка с питьевой водой. Уровень канцерогенного риска, связанного с ним, является неприемлемым для населения и обязывает к проведению плановых мероприятий по оздоровлению. В дальнейшем требуется конкретизация мер по снижению рисков, которая должна основываться на глубоком анализе гигиенических, экологических, социальных и экономических проблем округа.

Список источников

1. Kolesnikov, R. Ecological state of water bodies and their water protection zones within the boundaries of settlements of the Yamal Peninsula // E3S Web of Conferences, 2021, 265, 02009
2. Pechkina, Y., Shinkaruk, E., Kolesnikov, R., Krasnenko, A., Agbalyan, E. The quality of surface water in Salekhard // E3S Web of Conferences, 2021, 265, 05005

3. Агбальян Е.В., Колесников Р.А., Красненко А.С., Моргун Е.Н., Шинкарук Е.В., Печкин А.С., Локтев Р.И., Ильясов Р.М., Кобелев В.О. Оценка качества природных вод на научных полигонах Ямало-Ненецкого автономного округа (Пуровский, Тазовский, Шурышкарский, Полярно-Уральский) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 6. – С. 6-23.
4. Shestakova E., Fedorova I., Loktev R., Kolesnikov R., Alexeeva N. Urban water use in the Arctic and its effects on freshwater resources // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference proceedings. 2018. pp. 517-524.
5. Yurkevich N., Saeva O., Yurkevich N., Kolesnikov R., Kuleshova T. Hydrochemical characteristic of the arctic thermocarst lakes (Gydan peninsula, Russian) // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Sofia, 2020. pp. 423-430.
6. Чашин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территории активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. №1. – С. 3-12.
7. Салтыкова М.М., Бобровницкий И.П., Балакаева А.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения арктического региона: обзор литературы // Экология человека. 2020. № 4. – С. 48–55.
8. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004.
9. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью населения на современном этапе // Здравоохранение Российской Федерации. 2013. № 2. – С. 20-24.
10. Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Орлов А.А., Бактыбаева З.Б., Рахматуллин Н.Р. Оценка риска здоровью населения, связанного с качеством питьевой воды // Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 9 (282). – С. 17-19.
11. Бакиров А.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Бактыбаева З.Б., Рахматуллин Н.Р., Степанов Е.Г., Давлетнуров Н.Х. Эколого-гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения техногенных территорий республики Башкортостан // Медицина труда и экология человека. 2018. № 3 (15). – С. 5-12.
12. Паспорт региональной программы. Приложение №5 к государственной программе Ямало-Ненецкого автономного округа «Энергоэффективность и развитие энергетики, обеспечение качественными жилищно-коммунальными услугами населения на 2014 - 2024 годы». Постановление Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа от 31.07.2019 № 828-П.

References

1. Kolesnikov, R. Ecological state of water bodies and their water protection zones within the boundaries of settlements of the Yamal Peninsula // E3S Web of Conferences, 2021, 265, 02009
2. Pechkina, Y., Shinkaruk, E., Kolesnikov, R., Krasnenko, A., Agbalyan, E. The quality of surface water in Salekhard // E3S Web of Conferences, 2021, 265, 05005

3. Agbalyan E.V., Kolesnikov R.A., Krasnenko A.S., Morgun E.N., Shinkaruk E.V., Pechkin A.S., Loktev R.I., Ilyasov R.M., Kobelev V.O. Assessment of the quality of natural waters at the research sites of the Yamal-Nenets Autonomous District (Purovsky, Tazovsky, Shuryshkarsky, Polyarno-Uralsky) // Water industry of Russia: problems, technologies, management. 2019. № 6. P. 6-23.
4. Shestakova E., Fedorova I., Loktev R., Kolesnikov R., Alexeeva N. Urban water use in the Arctic and its effects on freshwater resources // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference proceedings. 2018. pp. 517-524.
5. Yurkevich N., Saeva O., Yurkevich N., Kolesnikov R., Kuleshova T. Hydrochemical characteristic of the arctic thermocarst lakes (Gydan peninsula, Russian) // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Sofia, 2020. pp. 423-430.
6. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland Yu.O., Kovshov A.A. Description of main health deterioration risk factors for population living in the territory of active natural management in the Arctic // Human Ecology. 2014. №1. pp. 3-12.
7. Saltykova M.M., Bobrovnikskii I.P., Balakaeva A.V. Air pollution and population health in the Russian Arctic: a literature review // Human Ecology. 2020. 4. pp. 48-55.
8. Guidelines for Assessing Public Health Risks from Exposure to Chemicals Polluting the Environment. Moscow: Federal Center for State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia; 2004.
9. Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z. Analysis of the risk to public health at the present stage // Healthcare of the Russian Federation. 2013. №. 2. pp. 20-24.
10. Valeev T.K., Suleymanov R.A., Orlov A.A., Baktybayeva Z.B., Rakhmatullin N.R. Estimation of risk to the health of the population connected with quality of potable water // Public health and habitat. 2016. № 9 (282). pp. 17-19.
11. Bakirov A.B., Suleimanov R.A., Valeev T.K., Baktybaeva Z.B., Rakhmatullin N.R., Stepanov E.G., Davletnurov N.Kh. Ecological and hygienic assessment of carcinogenic risk to the health of the population of technogenic territories of the Republic of Bashkortostan. // Occupational medicine and human ecology. 2018. № 3 (15). pp. 5-12.
12. Regional program passport. Appendix No. 5 to the state program of the Yamal-Nenets Autonomous District "Energy efficiency and energy development, provision of high-quality housing and communal services to the population for 2014 – 2024". Resolution of the Government of the Yamal-Nenets Autonomous District dated July 31, 2019 N 828-P.

Сведения об авторах

Русакова Мария Андреевна, научный сотрудник сектора охраны окружающей среды ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», ответственный исполнитель научно-исследовательской работы «Оценка риска здоровью населения Ямало-Ненецкого автономного округа в связи

с воздействием химических (неблагоприятных) факторов окружающей среды». Область научных интересов: охрана окружающей среды и рациональное природопользование, экология, геоэкология, математическое моделирование.

Колесников Роман Александрович, эколог-практик, специалист в области охраны окружающей среды, кандидат географических наук, заведующий сектором охраны окружающей среды ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Является экспертом Национального арктического научно-образовательного консорциума, экспертом ситуационного центра сферы туризма Российского государственного университета туризма и сервиса. Общественный инспектор по охране окружающей среды. Автор и соавтор более 70 научных работ. Область научных интересов: охрана окружающей среды и рациональное природопользование, геоэкология, геохимия, ландшафтоведение, почвоведение и география почв, палеоэкология и экологическое прогнозирование, рекреационное природопользование, экономическая география.

Шинкарук Елена Владимировна, 1977 г.р., окончила Тюменский государственный университет по специальности «биолог» в 2000 году. С 2012 года работает в ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», научный сотрудник. Область научных интересов: биология, цитогенетика, изучение качества поверхностных вод, снежный покров.

Участие авторов

Русакова М.А. – концепция и дизайн исследования, сбор материала и литературных данных, обработка и интерпретация данных, написание текста;
Колесников Р.А. – концепция и дизайн исследования, организация комплексных исследований, сбор материала и литературных данных;

Шинкарук Е.В. – сбор материала и литературных данных, обработка и интерпретация результатов.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Information about the authors

Mariya Andreevna Rusakova, researcher of the Environmental Sector of the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District, responsible performer of the research work “Assessment of the risk to the health of the population of the Yamal-Nenets Autonomous District due to the impact of chemical (unfavorable) environmental factors”. Research interests: environmental protection and rational nature management, ecology, geoecology, mathematical modeling.

Roman Aleksandrovich Kolesnikov, Russian scientist, ecologist-practitioner, specialist in the field of environmental protection, Candidate of Geographic Sciences, head of the Environmental Sector of the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Expert of the National Arctic Scientific and Educational Consortium, expert of the situational center of tourism of the Russian State University of Tourism and Service. Public Environmental Inspector. Author and co-author of over 70 scientific papers. Research interests: environmental protection and rational nature management, geoecology, geochemistry, landscape science, soil science and soil geography, paleoecology and ecological forecasting, recreational nature management, economic geography.

Elena Vladimirovna Shinkaruk, born in 1977, graduated from the Tyumen State University with a degree in biology in 2000. Since 2012, she has been working as a researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Research interests: biology, cytogenetics, study of surface water quality, snow cover.

Authors Contribution

Rusakova M.A. – concept and design of research, collection of material and literature data, data processing and interpretation, text writing;

Kolesnikov R.A. – concept and design of research, organization of complex research, collection of material and literature data;

Shinkaruk E.V. – collection of material and literature data, processing and interpretation of results.

All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Статья поступила в редакцию 18.10.2021г., принята к публикации 02.12.2021 г.

The article was submitted on October 18, 2021, accepted for publication on December 2, 2021.

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. № 4. (113). С. 54-71.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. № 4. (113). P. 54-71.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 911.53

doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.004

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА И СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. НАДЫМ

*Юлия Александровна Печкина¹, Элеонора Александровна
Косачева², Дарья Вячеславовна Денисюк², Максим Сергеевич
Мичугин³, Александр Сергеевич Печкин¹*

¹Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

pechkinagis@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-3218-5399>

²Томский государственный университет, Томск, Россия

³Российский государственный университет нефти и газа имени
И.М. Губкина, Москва, Россия

Аннотация. Статья посвящена исследованию городских зеленых насаждений. Авторами получены данные о видовом составе, жизненном и эстетическом состоянии зеленых насаждений на обследованных объектах г. Надым (Ямало-Ненецкий автономный округ). Видовой состав зеленых насаждений исследованных объектов представлен 14 видами из 11 родов, 6 семейств и 2 отделов. Преобладающими видами деревьев являются береза пушистая (*Betula pubescens Ehrh.*), ива (*Salix sp.*), лиственница сибирская (*Larix sibirica Ledeb.*), сосна сибирская (*Pinus sibirica Du Tour*). Наиболее высокий индекс жизненного состояния отмечается у древесных растений, произрастающих в сквере у памятника «Вечный огонь». Доля деревьев с высокими декоративными качествами составляет 47,8% от общего числа исследуемых экземпляров, доля деревьев средней декоративности – 45,6%, к деревьям с низкими декоративными качествами относится 6,6% учтенных растений.

Ключевые слова: зеленые насаждения, город Надым, Ямало-Ненецкий автономный округ, древесные растения, жизненное состояние зеленых насаждений.

Цитирование: Печкина Ю.А., Косачева Е.А., Денисюк Д.В., Мичугин М.С., Печкин А.С. Исследование видового состава и состояния древесных растений в зеленых насаждениях г. Надым // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. № 4 (113). С. 54-71. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.004

Original article

STUDY OF THE SPECIES COMPOSITION AND CONDITION OF WOODY PLANTS IN THE GREEN SPACES OF THE CITY OF NADYM

*Yulia A. Pechkina*¹, *Eleonora A. Kosacheva*², *Daria V. Denisyuk*²,
*Maksim S. Michugin*³, *Aleksandr S. Pechkin*¹

¹Arctic Research Center, Salekhard, Russia

pechkinagis@gmail.com

²Tomsk State University, Tomsk, Russia

³Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow, Russia

Abstract. The article is devoted to the study of urban green spaces. The authors obtained data on the species composition, vital and aesthetic state of green spaces at the surveyed sites in Nadym (Yamal-Nenets Autonomous District). The species composition of green spaces of the studied objects is represented by 14 species from 11 genera, 6 families and 2 divisions. The predominant tree species are white birch (*Betula pubescens* Ehrh.), willow (*Salix* sp.), Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) and Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour). The highest index of vitality is noted in the tree plants growing in the square near the Eternal Flame monument. The share of trees with high ornamental qualities is 47.8 % of the total number of specimens under study, the share of trees of medium ornamental quality is 45.6 %, and trees with poor ornamental qualities comprise 6.6 % of the recorded plants.

Keywords: green spaces, Nadym city, Yamal-Nenets Autonomous District, woody plants, vital condition of green spaces.

Citation: Yu.A. Pechkina, E.A. Kosacheva, D.V. Denisyuk, M.S. Michugin,

A.S. Pechkin. Study of the species composition and condition of woody plants in the green spaces of the city of Nadym // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. (113). № 4. P. 54-71. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.004

Введение

Зеленые насаждения являются неотъемлемой частью современного города, участвуют в формировании его облика и оказывают положительное влияние на психику человека [1, 2]. Зеленые насаждения обладают свойствами, улучшающими санитарно-гигиеническую обстановку, формируют окружающую среду человека и служат пространством для отдыха населения, поэтому не только жизненное состояние, но и декоративность древесно-кустарниковой растительности являются важными аспектами формирования эстетического облика городской территории [3].

Проведение озеленительных работ в городах севера Западной Сибири осложнено суровыми природно-климатическими условиями, которые ограничивают рост и развитие растений: пониженные температуры воздуха, высокий коэффициент увлажнения, короткий вегетационный период, наличие многолетнемерзлых пород, ветровой режим и др. [4]. В результате формируются такие особенности древесных растений на севере, как низкорослость, небольшой диаметр ствола, поверхностная корневая система. В то же время от размеров растений зависят такие параметры зеленых насаждений, как пространственная структура и густота посадок [5]. Из-за суровых условий климата северные города отличаются бедным видовым составом деревьев и кустарников [6].

Ухудшение экологической ситуации в городах диктует необходимость проведения мониторинга состояния городских экосистем [7, 8]. Для поддержания жизнеспособности зеленых насаждений города важно регулярно получать объективные данные об их составе и экологическом состоянии. Эффективным инструментом для получения данных о состоянии зеленого фонда города является инвентаризация [7].

Целью работы является определение видового состава, жизненного и эстетического состояния зеленых насаждений на исследуемых объектах г. Надым.

Объекты и методы исследования

Город Надым находится на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, в 6,5 км к западу от одноименной реки. Согласно физико-географическому районированию [9] город расположен в подзоне северной

тайги Обь-Тазовской подобласти, Надымской провинции. Исследования зеленых насаждений города Надыма, такие как оценка жизненного состояния древостоя на территории парка им. Е.Ф. Козлова, на основных улицах города, изучение роли зеленых пространств в жизни горожан, отражены в работах Л.И. Кирилюк [10], В. Куклиной [11], Ю.А. Печкиной [12], А.С. Попова [13], Р.Ю. Федорова [14]. В 2015 г. сотрудниками ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» проводилось обследование древесно-кустарниковой растительности на улицах Ямальской и Комсомольской [12, 15]. Данное исследование является продолжением работ 2015 г.

Зеленые насаждения г. Надыма представлены как участками естественной растительности, так и искусственными посадками. К первым относятся парк им. Е.Ф. Козлова (рис. 1), Кедровая роща (рис. 2), древесная растительность которых была сохранена при строительстве города. Ко вторым – насаждения вдоль улиц города, сквер им. В.В. Ремизова, скверы около памятника «Вечный огонь», администрации г. Надыма и Надымского района, около Свято-Никольского храма, насаждения во дворах многоэтажных домов, около административных и общественных зданий.



Рис. 1. Парк им. Е.Ф. Козлова

Большинство деревьев вдоль улиц, во дворах многоэтажных домов, у общественных организаций были посажены жителями города в 1980-1990-х годах. Так, со слов местного жителя, насаждения берез в сквере у памятника «Вечный огонь» были посажены учащимися школ города в 1986 году, а хвойные деревья (сосна сибирская (*Pinus sibirica Du Tour*) и лиственница сибирская (*Larix sibirica Ledeb.*)), произрастающие также в этом сквере, были сохранены во время строительства города (рис. 3).

В настоящее время также ведутся работы по озеленению города, главным образом, проводят посадку саженцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), ели сибирской (*Picea obovata* L.), в меньшей степени – саженцев лиственных деревьев. Например, в последние годы были посажены такие деревья, как сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) в сквере Воинской Славы в микрорайоне Кедровая роща, в микрорайоне 3-а около мемориальной доски Ю.И. Топчева, в парке им. Е.Ф. Козлова. Рассматривая озеленение разных микрорайонов города, можно отметить, что зеленые насаждения распределены неравномерно, в большей степени озелененные территории отмечаются во дворах с 5-этажной застройкой 1980-1990 гг., в то же время во дворах с 9- и 10-этажной застройкой зеленые насаждения практически отсутствуют. Вероятнее всего, это связано с более поздним временем постройки зданий, а также с механическим составом почвы и отсутствием мест для посадки деревьев.



Рис. 2. Кедровая роща



Рис. 3. Сквер около памятника «Вечный огонь»

В рамках данной работы выполнены в июле 2021 г. исследования видового состава, жизненного и эстетического состояния зеленых насаждений г. Надым. Изучены такие объекты, как Кедровая роща, парк им. Е.Ф. Козлова, скверы около памятника «Вечный огонь», Свято-Никольского храма, насаждения вдоль Ямальской и Комсомольской улиц (рис. 4). На территории парка им. Е.Ф. Козлова и Кедровой рощи закладывались пробные площадки размером 25*25 м, по 5 на каждый объект. При обследовании насаждений вдоль улиц и прилегающих скверов учитывались деревья и кустарники на всей площади. Всего описано 2954 экземпляра деревьев и кустарников. Для определения видов растений использовали определитель В.А. Глазунова и др. [16].



Рис. 4. Объекты исследования (на основе съемки с беспилотного летательного аппарата DJI Phantom 4 Pro от 18.07.2021 г.)

В работе использовалась методика оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования, разработанная в соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» и Законом Санкт-Петербурга «Об охране зеленых насаждений» от 12.05.2004 № 254-38 [17].

При обследовании деревьев учитывали такие параметры, как вид древесного растения, диаметр ствола (см) на высоте 1,3 м, высота дерева (м).

Состояние деревьев оценивали по балльной шкале: 1 балл – без признаков ослабления, 2 – ослабленное, 3 – сильно ослабленное, 4 – усыхающее, 5 – усохшее в текущем году (сухостой текущего года), 6 – сухостой прошлых лет. При этом использовали комплекс биоморфологических признаков: цвет листьев и густота кроны, наличие и доля сухих ветвей в кроне, состояние коры, признаки заселения стволовыми вредителями и др. Разделение усыхающих деревьев на три категории (4-6 баллов состояния) необходимо для более точной фиксации данных о динамике состояния древостоя. Для оценки общего состояния древостоя все деревья и кустарники распределили на три группы: I – деревья хорошего состояния (1 балл), II – деревья удовлетворительного состояния (2-3 балла), III – деревья неудовлетворительного состояния (4-6 баллов) [17].

Эстетическое состояние деревьев и кустарников оценивали по трехбалльной шкале согласно методике В.А. Агальцовой [18]: 1 – дерево имеет высокие декоративные качества; проведения санитарных мероприятий не требуется; 2 – дерево средней декоративности, требуются небольшие работы по лечению ран, обрезке сухих ветвей и сучьев с последующей заделкой и декорированием мест повреждения; 3 – дерево имеет низкие декоративные качества, с засохшими или поломанными стволами и отводится в рубку (класс жизненной устойчивости обычно V).

Расчет индекса состояния (жизнеспособности) древостоя производили по формуле В.А. Алексеева [19]:

где n_1 , n_2 , n_3 , n_4 – число соответственно здоровых, поврежденных, сильно поврежденных, отмирающих деревьев; n – общее число деревьев (включая сухостой).

Древесным растениям присваивали определенный коэффициент: для деревьев 1-й категории (здоровым) – 1,0; поврежденным (ослабленным) – 0,7; сильно поврежденным (сильно ослабленным) – 0,4; отмирающим (усыхающим) – 0,1; свежему и старому сухостю – 0.

Значение индекса интерпретируются следующим образом [19]:

1,0-0,8 - жизненное состояние «здоровое»,

0,79-0,5 - жизненное состояние «поврежденное»,

0,49-0,20 – жизненное состояние «сильно поврежденное»,

менее 0,19 – жизненное состояние «разрушенное» и «полностью деградированное».

Результаты и обсуждение

Видовой состав зеленых насаждений исследуемых объектов представлен 14 видами из 11 родов, 6 семейств и 2 отделов (таблица 1). Среди деревьев и кустарников на обследованных объектах отмечаются такие как береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), ель

сибирская (*Picea obovata* L.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), ива (*Salix* sp.), рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.), ольха (*Alnus*), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), можжевельник сибирский (*Juniperus communis* L.), шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindl.), жимолость (*Lonicera* sp.).

Таблица 1. Видовой состав исследуемых объектов

Древесная порода	Сквер у памятника «Вечный огонь»		Сквер у Свято-Никольского храма		Парк им. Е.Ф. Козлова		Кедровая роща		Ул. Комсомольская		Ул. Ямальская	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	93	19,8	175	46,6	22	7,6	219	46,5	578	48,9	88	53,0
Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	127	27,0	1	0,3	3	1,0	14	2,9	29	2,5	-	-
Ель сибирская (<i>Picea obovata</i> L.)	2	0,4	6	1,6	1	0,3	-	-	21	1,8	2	1,2
Лиственница сибирская (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	10	2,1	51	13,6	143	49,2	-	-	162	13,7	2	1,2
Сосна сибирская (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour)	30	6,4	13	3,4	83	28,6	216	45,8	8	0,7	12	7,2
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	28	6,0	16	4,3	-	-	1	0,2	4	0,3	21	12,7
Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	5	1,1	1	0,3	9	3,0	-	-	9	0,8	2	1,2
Ива (<i>Salix</i> sp.)	105	22,3	57	15,2	20	6,8	19	4,2	260	22,0	37	22,3
Рябина сибирская (<i>Sorbus sibirica</i> Hedl.)	69	14,7	54	14,4	10	3,5	2	0,4	63	5,3	-	-

Продолжение таблицы 1.

Древесная порода	Сквер у памятника «Вечный огонь»		Сквер у Свято-Никольского храма		Парк им. Е.Ф. Козлова		Кедровая роща		Ул. Комсомольская		Ул. Ямальская	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Шиповник (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Черемуха обыкновенная (<i>Padus avium</i> Mill.)	-	-	1	0,3	-	-	-	-	8	0,7	-	-
Ольха (<i>Alnus</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	33	2,8	-	-
Жимолость (<i>Lonicera</i> sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,3	-	-
Можжевельник (<i>Juniperus communis</i> L.)									2	0,2	2	1,2
Итого	470	100	375	100	291	100	471	100	1181	100	166	100

Преобладающими видами деревьев на исследуемых объектах являются береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) (39,6% от общего числа обследованных деревьев), ива (*Salix* sp.) (17,0%), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) (12,7%), сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) (12,1%). На долю остальных видов деревьев и кустарников приходится 18,2%.

Показатели жизненного состояния зеленых насаждений исследуемых объектов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели жизненного состояния древесно-кустарниковой растительности

Объекты исследования зеленых насаждений	Число растений различной категории жизненного состояния, шт./%									Всего	
	хорошие (хорошее)		ослабленные и сильно ослабленные (удовлетворительное)			усыхающие, сухой текущего года и сухой прошлых лет (неудовлетворительное)				шт.	%
	1	ито-го	2	3	ито-го	4	5	6	ито-го		
Сквер у памятника «Вечный огонь»	248/52,8	248	159/33,8	49/10,4	208	7/1,5	5/1,1	2/0,4	14	16,0	16,0

Продолжение таблицы 2

Объекты исследования зеленых насаждений	Число растений различной категории жизненного состояния, шт./%									Всего	
	хорошие (хорошее)		ослабленные и сильно ослабленные (удовлетворительное)			усыхающие, сухой текущий год и сухой прошлых лет (неудовлетворительное)				шт.	%
	1	итого	2	3	итого	4	5	6	итого		
Сквер у Свято-Никольского храма	154/41,1	154	194/51,7	17/4,5	211	5/1,3	4/1,1	1/0,4	10	12,7	12,7
Парк им. Е.Ф. Козлова	63/21,6	63	198/68,0	17/5,8	215	4/1,4	8/2,7	1/0,3	13	291	9,8
Кедровая роща	120/25,5	120	304/64,5	36/7,6	340	2/0,4	4/0,8	5/1,1	11	471	15,9
Ул. Комсомольская	250/21,2	250	781/66,1	117/9,9	898	9/0,8	23/1,9	1/0,1	33	1181	40,0
Ул. Ямальская	28/16,9	28	77/46,4	46/27,7	123	11/6,6	3/1,8	1/0,6	15	166	5,6
Итого	863	863	1713	282	1995	38	47	11	96	2954	100

В целом, в зеленых насаждениях г. Надым доля древесно-кустарниковых растений без признаков ослабления (1-я категория) составляет 863 экземпляра или 29,2%. Количество ослабленных (2-я категория) – 1713 экземпляра или 58,0%. Сильно ослабленных (3-я категория) – 282 экземпляра – 9,5%, усыхающие (4-я категория) – 38 экземпляров или 1,3%. К сухостью текущего года и прошлых лет (5-6-я категория) отнесено 58 экземпляров, что составляет 2,0%.

Таблица 3. Индексы жизненного состояния древесно-кустарниковой растительности на исследованных объектах по В.А. Алексею [19]

Объект исследования	Индекс состояния древостоя (I _n)	Состояние
Сквер у памятника «Вечный огонь»	0,80	Здоровое
Сквер у Свято-Никольского храма	0,79	Поврежденное
Парк им. Е.Ф. Козлова	0,71	Поврежденное
Кедровая роща	0,73	Поврежденное
Ул. Комсомольская	0,71	Поврежденное
Ул. Ямальская	0,61	Поврежденное

Наиболее высокий индекс жизненного состояния по В.А. Алексееву (таблица 3) равный 0,8 отмечается у древесных растений, произрастающих в сквере у памятника «Вечный огонь», деревья и кустарники характеризуются здоровым состоянием. Зеленые насаждения относятся к «поврежденным» на таких объектах, как парк имени Е.Ф. Козлова, сквер у Свято-Никольского храма, Кедровая роща и ул. Комсомольская – индексы жизненного состояния составляют 0,71-0,79. Древесные растения, произрастающие на ул. Ямальской, относятся к «поврежденным», но индекс жизненного состояния ниже, чем на остальных объектах, и составляет 0,61.

Наличие сухих ветвей отмечается у 28% древесно-кустарниковой растительности от общего числа учтенных экземпляров. Среди всех обследованных хвойных деревьев у 19% из них отмечается пожелтение хвои (рис. 5).



Рис. 5. Пожелтение хвои сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour)

При сравнении жизненного состояния отдельных видов деревьев на разных объектах можно отметить, что средний балл жизненного состояния некоторых видов деревьев, таких как сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.), рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.), произрастающих в парке им. Е.Ф. Козлова, отличается от тех, которые растут в Кедровой роще. Например, средний балл жизненного состояния сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в парке им. Е.Ф. Козлова составляет 1,8, т.е. соответствует категориям здоровых и поврежденных деревьев, в Кедровой роще – 2,3, относится к категории поврежденных и сильно поврежденных деревьев. Вероятнее всего это свя-

зано с тем, что с западной и юго-восточной границ Кедровой рощи проходят автомобильные дороги, по которым разрешен проезд грузового автомобильного транспорта, также территория рощи используется жителями для пикников, на некоторых участках отмечается захламление бытовым мусором.

Сравнение с результатами 2015 г. показывает, что в 2021 г., на ул. Комсомольской снизилась доля древесных насаждений в хорошем состоянии в 2,3 раза. Доля экземпляров в удовлетворительном состоянии увеличилась в 2,0 раза. Но при этом доля деревьев и кустарников в неудовлетворительном состоянии снизилась с 12,5% до 2,8%, возможно за счет проведения санитарной вырубki в этот период. Подобная ситуация с зелеными насаждениями наблюдается на ул. Ямальской. Доля древесно-кустарниковой растительности в хорошем состоянии снизилась с 49,0% до 16,9%. Доля деревьев и кустарников, относящихся к категории с удовлетворительным состоянием, увеличилась с 46,8% до 74,1%. Доля древесной растительности в неудовлетворительном состоянии увеличилась с 4,2 до 9,0%.

По результатам оценки эстетического состояния древесно-кустарниковой растительности можно отметить, что доля деревьев с высокими декоративными качествами составляет 47,8% от общего числа исследуемых экземпляров, доля деревьев средней декоративности – 45,6%, к деревьям с низкими декоративными качествами относится 6,6% учтенных растений. Оценивая эстетическое состояние древесно-кустарниковой растительности в зависимости от объектов исследования, можно отметить, что наибольшая доля деревьев с высокими декоративными качествами (67,1%) наблюдается в сквере около памятника «Вечный огонь». На таких объектах, как сквер у Свято-Никольского храма, парк им. Е.Ф. Козлова, Кедровая роща и ул. Комсомольская доля деревьев с высокими декоративными качествами варьирует от 45,2 до 48,3%, на ул. Ямальской – 38,2%.

Среди древесной растительности наибольшая доля деревьев с высокими декоративными качествами отмечается у таких видов, как рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.) (61,8%), осина (*Populus tremula* L.) (66,7%), ель сибирская (*Picea obovata* L.) (60,0%), береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) (58,6%) и лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) (52,7%). Доли деревьев с высокими декоративными качествами и средней декоративности у сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) составляет 42,7 и 49,2%. Такое же распределение долей отмечается и у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). У ивы (*Salix* sp.) разных видов доля деревьев с высокой декоративностью самая низкая и составляет 19,5%.

В результате проведенных исследований древесно-кустарниковой растительности можно рекомендовать следующие мероприятия: производить вырубку сухостоя, удалять сухие ветви. Например, произвести спил сухих

веток у березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) на участке по ул. Комсомольской около здания пожарной части, на участке по ул. Ямальской удалить сухие ветви у ивы (*Salix* sp.) и березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) около котельной. Для повышения эстетической привлекательности ивы (*Salix* sp.) необходимо систематически проводить формовочные обрезки и удаление сухих ветвей. Видовое разнообразие ивы (*Salix* sp.) можно увеличить путем приобретения саженцев из фондов Тюменского садового питомника Ахмечет.

Заключение

В результате проведенного в июле 2021 г. исследования было учтено 2954 экземпляра деревьев и кустарников, произрастающих на территории г. Надым на таких объектах, как Парк им. Е.Ф. Козлова, Кедровая роща, скверы около памятника «Вечный огонь», Свято-Никольского храма и на улицах Комсомольская и Ямальская. Работа является продолжением работы 2015 года.

Видовой состав зеленых насаждений исследуемых объектов г. Надым представлен 14 видами из 11 родов, 6 семейств и 2 отделов. Среди них преобладающими видами древесных растений являются береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) (39,6% от общего числа обследованных деревьев), разные виды ив (*Salix* sp.) (17,0%), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) (12,7%), сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) (12,1%). На долю остальных видов деревьев приходится 18,2%.

На исследуемых объектах г. Надым доля древесно-кустарниковых растений без признаков ослабления (1-я категория) составляет 863 экземпляра (29,2%). Количество ослабленных (2-я категория) – 1713 экземпляров или 58,0%. Сильно ослабленных (3-я категория) – 282 экземпляра – 9,5%, усыхающие (4-я категория) – 38 экземпляров или 1,3%. К сухостою текущего года и прошлых лет (5-6 категория) отнесено 58 экземпляров, что составляет 2,0 %.

Средний балл жизненного состояния сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), рябины сибирской (*Sorbus sibirica* Hedl.), произрастающих в парке им. Е.Ф. Козлова, отличается от тех, что растут в Кедровой роще.

На озелененных территориях г. Надым отмечаются разные индексы жизненного состояния древесно-кустарниковой растительности. Зеленые насаждения сквера у памятника «Вечный огонь» характеризуются наиболее высоким индексом жизненного состояния. Древесно-кустарниковая растительность парка им. Е.Ф. Козлова, Кедровой рощи, сквера Свято-Никольского храма, улиц Комсомольской и Ямальской имеет средний индекс жизненного состояния. При этом на ул. Ямальской дре-

весно-кустарниковая растительность характеризуется наименьшим значением индекса жизненного состояния.

Доля деревьев с высокими декоративными качествами составляет 47,8% от общего числа исследуемых экземпляров, доля деревьев средней декоративности – 45,6%, к деревьям с низкими декоративными качествами относится 6,6% учтенных растений.

На основе проведенных исследований древесно-кустарниковой растительности можно рекомендовать следующее: производить вырубку сухостоя, удалять сухие ветви. Для ивы (*Salix* sp.), произрастающей на территории города, рекомендуется производить формовочные обрезки для поддержания декоративного вида, а также повышать видовое разнообразие.

Список источников

1. Лаврова О.П. Природные зрительные элементы как важный фактор формирования комфортной визуальной среды урбанизированных пространств // Лесной вестник. – 2018. – Т. 22. – № 3. – С. 133-141.
2. Лунц Л.Б. Городское зеленое строительство: учебник для вузов / Л.Б. Лунц. – М.: Стройиздат, 1974. – 275 с.
3. Ханина М.В. Разработка шкалы оценки декоративности деревьев и кустарников в зимний период / М.В. Ханина, А.И. Довганюк // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2015. – № 5. – С. 95-99.
4. Кириллов П.С. Агротехника выращивания растений в Ямало-Ненецком автономном округе / П.С. Кириллов, А.А. Егоров // методические рекомендации для учреждений и подразделений, занимающихся строительством и благоустройством территории в населенных пунктах. – СПб: ТАКСОН, 2017. – 36 с.
5. Сродных Т.Б. Рост и развитие под влиянием зональных и интразональных факторов древесных видов, преобладающих в озеленении северных городов Западной Сибири / Т.Б. Сродных // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 8 (50). – С. 79-81.
6. Зальвская О.С. Сезонное развитие дендрофлоры в северных урбаносистемах / О.С. Зальвская // Вестник Поморского университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 4. – С. 60-65.
7. Токарь О.Е. Оценка жизненного состояния древесных растений в зеленых насаждениях города Ишима / О.Е. Токарь // Самарский научный вестник. – 2020. – Т. 9, № 3. – С. 142–147. DOI: 10.17816/snv202093123
8. Подгорная Н.А. Разработка информационного обеспечения аэрокосмического мониторинга зеленых насаждений мегаполиса: автореферат дис. ... к-та тех. наук. – Москва, 2008. – 25 с.
9. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа. – Омск: ФГУП «Омск. Картограф. ф-ка», 2004. – 303 с.
10. Кириллюк Л.И. Формирование принципа экологической инфраструктуры малых северных городов / Л.И. Кириллюк, А.А. Буганов // Лесное хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 28-29.

11. Kuklina V., Sizov O., Fedorov R. Green spaces as an indicator of urban sustainability in the Arctic cities: case of Nadym // *Polar science*. – 2021. – P. 100672.
12. Печкина Ю.А. Зеленые насаждения города Надыма как элемент экологического каркаса / Ю.А. Печкина, А.С. Печкин, А.С. Красненко // *Географические исследования Евразии: история и современность: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 160-летию экспедиции П.П. Семенова на Тянь-Шань*. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 309-313.
13. Попов А.С. Оценка состояния кедрово-лиственничного древостоя парка им. Е.Ф. Козлова в г. Надыме Ямало-Ненецкого автономного округа / А.С. Попов, В.И. Крюк, Р.Н. Гайсин, Н.В. Луганский, Е.Н. Горина // *Леса России и хозяйство в них*. – 2014. – № 2 (49). – С. 24-29.
14. Fedorov R.Yu., Kuklina V.V., Sizov O.S., Soromotin A.V., Prichodko N., Pechkin A.S., Krasnenko A.S., Lobanov A.A., Esau I.N. Zooming in on Arctic urban nature: green and blue space in Nadym, Siberia // *Environmental research letters*. – 2021. – Vol. 16. – No. 7. – P. 075009.
15. Печкин А.С. Зеленые насаждения главных улиц города Надыма / А.С. Печкин, Ю.А. Печкина, А.С. Красненко, Е.В. Агбальян, И.П. Семенюк // *Урбо-экосистемы: проблемы и перспективы развития: материалы VI Международной научно-практической конференции*. – Ишим, 2018. – С. 117-119.
16. Глазунов В.А. Определитель сосудистых растений Тюменской области / В.А. Глазунов, Н.И. Науменко, Н.В. Хозяинова – Тюмень: ООО «РГ «Прспект», 2017. – 744 с.
17. Методика оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования Санкт-Петербурга: Приложение к распоряжению Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности от 30.08.2007 № 90-р. / Электронный ресурс: Об утверждении Методики оценки экологического состояния зеленых насаждений Санкт-Петербурга - docs.cntd.ru (дата обращения: 01.07.2021 г.).
18. Агальцова В.А. Основы лесопаркового хозяйства / В.А. Агальцова. МГУЛ, 2008. – 213 с.
19. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // *Лесоведение*. – 1989. – № 4. – С. 51-57.

References

1. Lavrova O.P. Natural visual elements as an important factor in the formation of a comfortable visual environment of urbanized spaces / O.P. Lavrova // *Lesnoy vestnik*. - 2018. - Vol. 22. - No. 3. - pp. 133-141.
2. Lunz L.B. Urban green construction / L.B. Lunz // *Tutorial*. – Moscow: Strojizdat, 1974. 275 p.
3. Khanina M.V. Development of a scale for assessing the decorativeness of trees and shrubs in winter / M.V. Khanina, A.I. Dovganyuk // *Bulletin of Landscape architecture*. – 2015. – No. 5. – pp. 95-99.
4. Kirillov P.S. Agricultural engineering of plant cultivation in the Yamal-Nenets Autonomous District / P.S. Kirillov, A.A. Egorov // *guidelines*. – Saint-Petersburg:

- Taxon, 2017. – 36 p.
5. Srodnykh T.B. Growth and development of tree species prevailing in the landscaping of northern cities of Western Siberia under the influence of zonal and intrazonal factors / T.B. Srodnykh // *Agrarian Bulletin of the Urals*. – 2008. – No. 8 (50). – pp. 79-81.
 6. Zalyvskaya O.S. Seasonal development of dendroflora in northern urban systems / O.S. Zalyvskaya // *Bulletin of the Pomeranian University. Series: Natural Sciences*. – 2011. – No. 4. – pp. 60-65.
 7. Tokar O.E. The assessment of woody plants vital state in the landscaping of Ishim/ O.E. Tokar // *Samara Scientific Bulletin*. – 2020. – Vol. 9, No. 3. – pp. 142–147. DOI: 10.17816/snv202093123
 8. Podgornaya N.A. Development of information support for aerospace monitoring of megapolis green spaces: abstract of the dissertation ... Candidate of Engineering Sciences. - Moscow, 2008. - 25 p.
 9. Atlas of the Yamal-Nenets Autonomous District. - Omsk: Omsk cartographic factory, 2004. - 303 p.
 10. Kirilyuk L.I. Formation of the principle of ecological infrastructure of small northern cities / L.I. Kirilyuk // *Forestry*. - 2007. - No.4. - pp. 28-29.
 11. Kuklina V. Green spaces as an indicator of urban sustainability in the Arctic cities: case of Nadym / V. Kuklina, O. Sizov, R. Fedorov // *Polar science*. 2021. P. 100672.
 12. Pechkina Yu.A. Green spaces of the city of Nadym as an element of the ecological framework / Yu.A. Pechkina, A.S. Pechkin, A.S. Krasnenko // *Geographical studies of Eurasia: History and Modernity: materials of the International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists dedicated to the 160th anniversary of P.P. Semenov's expedition to the Tien Shan*. – Saint-Petersburg, 2016. – pp. 309-313.
 13. Popov A.S. Assessment of the condition of the cedar-larch stand of the Kozlov Park in Nadym, Yamal-Nenets Autonomous District / A.S. Popov, V.I. Kryuk, R.N. Gaisin, N.V. Luganskij, E.N. Gorina // *Forests of Russia and the economy in them*. – 2014. – No. 2 (49). – pp. 24-29.
 14. Fedorov R.Yu., Kuklina V.V., Sizov O.S., Soromotin A.V., Prichodko N., Pechkin A.S., Krasnenko A.S., Lobanov A.A., Esau I.N. Zooming in on Arctic urban nature: green and blue space in Nadym, Siberia // *Environmental research letters*. – 2021. – Vol. 16. – No. 7. – P. 075009.
 15. Pechkin A.S. Green spaces of the main streets of the city of Nadym / A.S. Pechkin, Yu.A. Pechkina, A.S. Krasnenko, E.V. Agbalyan, I.P. Semenyuk // *Urban ecosystems: problems and prospects of development: materials of the VI International Scientific and Practical Conference*. – Ishim, 2018. – pp. 117-119.
 16. Glazunov V.A. Identification guide of vascular plants of the Tyumen region / V.A. Glazunov, N.I. Naumenko, N.V. Chozyainova – Tyumen: LLC «RG «Prospekt», 2017. – 744 p.
 17. Methodology for assessing the ecological state of public green spaces in St. Petersburg: Appendix to the Order of the Committee for Nature Management, Environmental Protection and Environmental Safety dated 30.08.2007 No.90-R. / Electronic resource Approval of the Methodology for Assessing the Ecological State of Green Spaces in St. Petersburg - docs.cntd.ru (accessed 01.07.2021).

18. Agaltsova V.A. Fundamentals of forest park management / V.A. Agaltsova. MSFU, 2008 – 213 p.
19. Alekseev V.A. Diagnostics of the vital condition of trees and tree stands / V.A. Alekseev // Forest science. – 1989. – No. 4. – pp. 51-57.

Сведения об авторах

Юлия Александровна Печкина, 1991 г.р., окончила Саратовский государственный университет, географический факультет в 2013 году, в 2016 году – аспирантуру в Саратовском государственном университете по специальности 25.00.36 Геоэкология (Науки о Земле). Работает в ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Область научных интересов: геоэкология, охрана окружающей среды, городская экология, геохимия ландшафтов.

Элеонора Александровна Косачева, студент 4-го курса геолого-географического факультета Томского государственного университета. Направление подготовки 05.03.02 География.

Дарья Вячеславовна Денисюк, студент 4-го курса геолого-географического факультета Томского государственного университета. Направление подготовки 05.03.02 География.

Максим Сергеевич Мичугин, магистрант 2-го года обучения направления подготовки 05.04.06.01 Нефтегазовая геоэкология Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина.

Александр Сергеевич Печкин, 1990 г.р., окончил Саратовский государственный университет по специальности «эколог-природопользователь» в 2013 году. С 2015 года – ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (г. Надым, Россия), научный сотрудник. Область научных интересов: геоэкология, экология почв, пожары, гидрология, гидрохимия, снежный покров, ДЗЗ, ГИС, спектрометрирование ландшафтов.

Участие авторов

Печкина Ю.А. – полевые исследования, обработка полевого материала, подготовка, написание и оформление текста статьи;

Косачева Э.А. – полевые исследования, внесение полученного материала в базу данных Microsoft Excel, обработка полевого материала;

Денисюк Д.В. – полевые исследования, внесение полученного материала в базу данных Microsoft Excel, обработка полевого материала;

Мичугин М.С. – полевые исследования, внесение полученного материала в базу данных Microsoft Excel, подготовка иллюстрированного материала;

Печкин А.С. – полевые исследования, сбор литературных данных;

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Information about the authors

Yulia Alexandrovna Pechkina, born in 1991, graduated from the faculty of geography of the Saratov State University in 2013. In 2016, she completed her postgraduate studies at the Saratov State University with a degree in Geocology (Earth Sciences). Researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Research interests: geocology, environmental protection, urban ecology, landscape geochemistry.

Eleonora Aleksandrovna Kosacheva, 4th year student of the Faculty of Geology and Geography of the Tomsk State University. The direction of training: 05.03.02 Geography.

Daria Vyacheslavovna Denisyuk, 4th year student of the Faculty of Geology and Geography of the Tomsk State University. The direction of training: 05.03.02 Geography.

Maxim Sergeevich Michugin, 2nd year Master's student of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas. The direction of training: 05.04.06.01 Oil and Gas Geocology.

Alexander Sergeevich Pechkin, born in 1990, graduated from the Saratov State University in 2013 (specialty "Environmentalist"). Since 2015, he has been working as a researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Research interests: geocology, soil ecology, fires, hydrology, hydrochemistry, geobotany, snow cover, remote sensing, GIS, landscape spectrometry.

Authors Contribution

Pechkina Y.A. – field research, field material processing, preparation of the text, writing and formatting the text;

Kosacheva E.A. – field research, entering the obtained material into the Microsoft Excel database, field material processing;

Denisyuk D.V. – field research, entering the obtained material into the Microsoft Excel database, field material processing;

Michugin M.S. – field research, entering the obtained material into Microsoft Excel database, preparation of illustrated material;

Pechkin A.S. – field research, collection of literature data.

All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Статья поступила в редакцию 20.10.2021 г., принята к публикации 02.12.2021 г.

The article was submitted on October 20, 2021, accepted for publication on December 2, 2021.

**НАУКИ О ЗЕМЉЕ:
ГЕОФИЗИКА И КРИОСФЕРА**

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. № 4. (113). С. 74-86.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. № 4. (113). P. 74-86.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ГЕОФИЗИКА И КРИОСФЕРА

Научная статья

УДК 330.59 (470.345)

doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.005

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ МОРЕНЫ ЛЕДНИКА ИГАН В 2018-2021 ГГ.

*Александр Николаевич Шеин¹, Ярослав Константинович
Камнев²*

^{1,2}Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

¹*A.N.Shein@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6520-0551>*

²*KamnevYK@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2993-0979>*

Аннотация. В статье представлены результаты измерений методом электротомографии на морены ледника ИГАН. В 2018-2021 гг. проводились мониторинговые измерения по сети профилей. Построены двумерные геоэлектрические разрезы. Сравнительный анализ разрезов позволил определить изменения в теле морены: происходит деградация мерзлого материала в краевых частях морены. Размер высокоомного материала (каменно-ледяного ядра) увеличивается к центру морены, что говорит о том, что в теле морены содержится достаточно цементирующего материала. Полученные данные можно использовать при оценке рисков природных катастроф в виде селей. Результаты исследования указывают на необходимость проведения дальнейшего мониторинга морены и подтверждают эффективность метода электротомографии для решения задач мониторинга приледниковых морен.

Ключевые слова: электротомография, морена, Полярный Урал, ледник.

Цитирование: А.Н. Шеин, Я.К. Камнев. Предварительные результаты исследований методом электротомографии морены

ны ледника ИГАН в 2018-2021 гг. // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. (113). № 4. С. 74-86. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.005

Original article

PRELIMINARY RESULTS OF ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY OF THE IGAN GLACIER MORaine IN 2018-2021

Alexandr N. Shein¹, Yaroslav K. Kamnev²

^{1,2}Arctic Research Center, Salekhard, Russia

¹A.N.Shein@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6520-0551>

²KamnevYK@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2993-0979>

Abstract. The article presents the results of measurements of the IGAN glacier moraine by electrical resistivity tomography. In 2018-2021 monitoring measurements were carried out for a set of profiles. Two-dimensional geoelectric sections were obtained. A comparative analysis of the sections made it possible to determine changes in the moraine body: degradation of frozen material occurs in the marginal parts of the moraine. The size of the high-resistance material (rock-ice core) increases towards the center of the moraine, which indicates that the body of the moraine contains sufficient cementing material. The data obtained can be used to assess the risks of natural disasters in the form of mudflows. The results of the study indicate the need for further monitoring of the moraine and confirm the effectiveness of the electrical resistivity tomography for solving the problems of monitoring periglacial moraines.

Keywords: electrical resistivity tomography, moraine, Polar Urals, glacier.

Citation: A.N. Shein, Y.K. Kamnev. Preliminary results of electrical resistivity tomography of the IGAN glacier moraine in 2018-2021 // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2020. (113). № 4. P. 74-86. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.005

Введение

В 1940-1970-х годах изучением ледников Полярного Урала, включая приледниковые морены, занимались исследователи из ВНИГИ [1], Института географии РАН [2, 3, 4]. До 1956 г. на Урале было выявлено более 50 ледников. Ввиду отсутствия стационарных наблюдений, процессы, формирующие уральские ледники и их режим, оставались не изучены [5]. Наиболее подробные исследования проводились в период Международного геофизического года (МГГ) и Гидрологического десятилетия (1965-1974). В 1959–1964 гг. выявлены и описаны новые ледники северных районов Урала. Эту работу при помощи материалов аэрофотосъемок и наземных обследований проводили Л.Д. Долгушин (1960), А.О. Кеммерих (1960) и Л.С. Троицкий (1963). К 1964 г. на Урале насчитывалось 143 ледника, а обобщенные сведения всех лет исследований об оледенении вошли в Каталог ледников СССР (1966) и монографию «Оледенение Урала» (1966). С 1981 г. систематические наблюдения за ледниками прекратились, краткие наблюдения проводились в экспедициях ИГ РАН и МГУ в 1999, 2008-2010, 2012, 2017 гг. С 2017 г. НЦИА и МГУ проводят новые исследования на ледниках в районе Хадатинских озёр, в том числе на леднике ИГАН [6].

Ледник ИГАН находится на Полярном Урале и расположен на восточном склоне горы Хар-Наурды-Кеу на высоте 1246 м, в районе озёра Большая Хадата-Юган-Лор на территории Государственного биологического (ботанического и зоологического) заказника регионального (окружного) значения «Горнохадатинский» Приуральяского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Он был открыт в 1953 г. Л.Д. Долгушиным. Изучением ледника ИГАН занимались в 1960 – 1970 гг. [3, 7]. По результатам проведённых исследований ледники ИГАН и Обручева на Полярном Урале являлись эталонами изученности в СССР и даже в мире. В 2007- 2012 гг. М.Н. Ивановым проведены полевые исследования на ледниках ИГАН и Обручева и получены новые сведения об их состоянии и эволюции [8]. Все эти исследования касались самого ледника ИГАН, но строение приледниковых территорий оставалось слабо изученным. Последние геофизические исследования на Полярном Урале проводились в 60-х годах прошлого века методами электро- и сейсморазведки по технологиям тех лет [9].

Интерес к ледникам связан с несколькими причинами. Прежде всего, мониторинг состояния ледников как индикаторов необходим для решения фундаментальных задач изучения климатических изменений. Помимо этого, таяние и сокращение ледников приводит к активизации ряда опасных процессов, таких как гляциальные паводки, селевые потоки, снежные лавины. Мониторинг приледниковых морен позволяет оценить гляциальную опасность и спрогнозировать возможные риски, что крайне важно в связи с проживанием на близлежащих территориях коренных ма-

лочисленных народов и рекреационной привлекательностью ледников и районов их распространения. Некоторые из этих задач можно решить, используя материалы дистанционного зондирования Земли. Однако результаты исследований малых ледников Урала в силу их малых размеров показали необходимость постоянного наземного мониторинга оледенения. Всё вышеперечисленное делает актуальной задачу мониторинга морены ледника ИГАН. В 2018-2021 гг. проводился мониторинг центральной части приледниковой морены методом электротомографии с целью построения геоэлектрической модели внутреннего строения морены, что в свою очередь необходимо для оценки рисков разрушения естественной дамбы.

Методика исследования

Электротомография (ЭТ) относится к группе методов сопротивления и сочетает в себе элементы вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и профилирования (ЭП).

Технология ЭТ основана на измерениях с помощью многоэлектродных установок и двумерной автоматической инверсии полученных данных [10]. При электротомографии в качестве питающих и измерительных электродов используются одни и те же расположенные на профиле заземления (рис. 1). Их количество может достигать нескольких десятков и даже сотен штук. Электроды заземляются с фиксированным шагом (в нашем случае 5 м) и подключаются к коммутационному кабелю (косе).

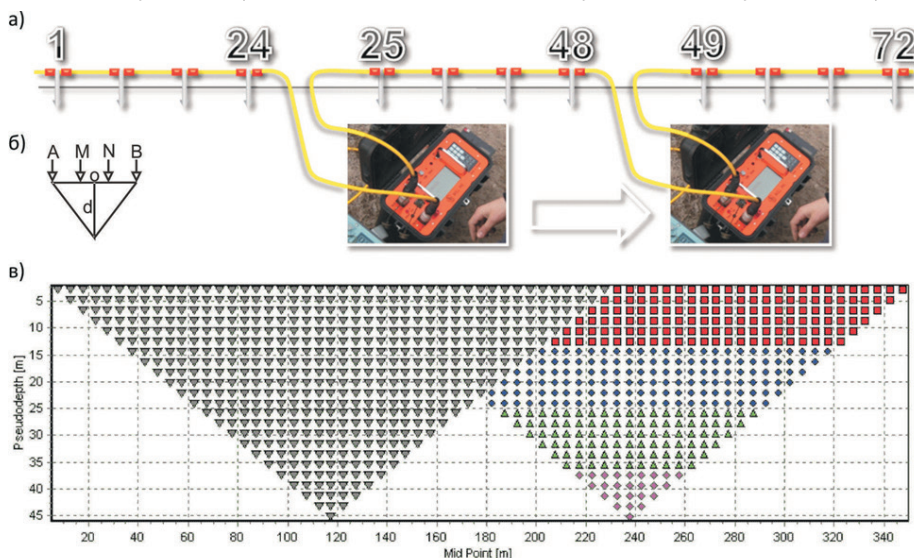


Рис. 1. Схема измерений при электротомографии: а – подключение электродов и кабелей к прибору; б – положение точки записи в симметричной установке; в – положение точки записи на псевдоразрезе

Такая схема измерений приводит к существенному увеличению плотности наблюдений по сравнению с традиционным методом вертикальных электрических зондирований. При этом плотность измерений соответствует детальности многоразносного электропрофилирования с шагом по профилю 5 м. Такой межэлектродный шаг позволяет достигать глубинности исследования от 25 до 40 м в зависимости от используемой установки (Шлюмберже и диполь-диполь).

Измерения выполнены многоэлектродной электроразведочной станцией «Скала-48» (совместная разработка ИНГГ СО РАН и ООО «КБ Электротри»), которая поочередно коммутирует и опрашивает различные комбинации электродов. Результатом измерений является информация о распределении кажущегося удельного электрического сопротивления по глубине вдоль профиля измерений (геоэлектрический разрез). Длина профилей (при межэлектродном расстоянии 5 м) составляла 235 м.

Качество измерений оценивалось аппаратными средствами прибора «Скала-48» по относительному стандартному отклонению измеренного сопротивления для каждого замера. Замеры, в которых погрешность определения сопротивления превышала 1%, выбраковывались при первичной обработке данных. Кроме того, оценивалась воспроизводимость данных при повторных зондированиях. При этом средняя относительная погрешность не превышала 5%, что удовлетворяет требованиям нормативных документов [11]. Измеренные профильные данные обрабатываются совместно. Такой подход позволяет построить двумерный геоэлектрический разрез. Решение обратной двумерной задачи (двумерная инверсия данных) выполняется с помощью специализированных программ.

На морене ледника ИГАН измерения методом ЭТ проводились Научным центром изучения Арктики совместно с МГУ в 2018 г., 2020 г. и во время летней экспедиции 2021 г. Повторные зондирования по одним и тем же профилям позволяют отследить динамику изменения удельного электрического сопротивления (УЭС) среды со временем.

В 2021 г. в южной части центральной морены ледника ИГАН проведены измерения методом электротомографии по трём профилям (рис. 2). Профиль 1 совпадал с измерениями, проведёнными в 2018 г. (рис. 2, серая кривая) и 2020 г. (рис. 2, синяя кривая). Профиль 2 (рис. 2, красная кривая) располагался параллельно первому в 30 м севернее (ближе к центру морены) и совпадал с измерениями, проведёнными в 2020 г. Профиль 3 (рис. 2, зелёная кривая) располагался параллельно первым двум в 30 м севернее профиля 2. В результате такого расположения профилей можно проследить изменения, произошедшие в теле морены за 2-3 года, построить геоэлектрическую модель и проследить внутреннее строение морены от края к центру, используя данные трёх профилей.

Результаты измерений методом электротомографии

Измерения проводились установкой диполь-диполь с межэлектродным расстоянием 5 м. Профили длиной 235 м ориентированы с запада на восток (рис. 2). Максимальная глубинность исследований достигала 30-35 м. При измерениях сила тока в питающей линии поддерживалась не ниже 20 мА, уровень напряжения на приёмных электродах составлял от 50 мВ. Стоит отметить сложности при заземлениях в крупнообломочный материал морены: электроды заземлялись с помощью влажного подсолёного грунта, который размещался между каменным материалом. Такие действия приводили к значительному увеличению трудозатрат при работах, тем не менее это позволяло снизить сопротивление заземлений до приемлемых ($\approx 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$) значений. Общий объём работ ЭТ составил 705 п.м. Известно, что осевая дипольная установка (диполь-диполь) обладает хорошей чувствительностью к вертикальным границам, средней чувствительностью к горизонтальным границам. Установка Шлюмберже обладает одинаковой чувствительностью к горизонтальным и вертикальным границам. Наилучшие же результаты при инверсии данных ЭТ могут быть получены при комбинировании различных типов установок с последующей совместной инверсией [10, 12, 13]. Исходя из этого, кроме основных измерений установкой диполь-диполь, на каждом профиле проводились контрольные измерения установкой Шлюмберже.

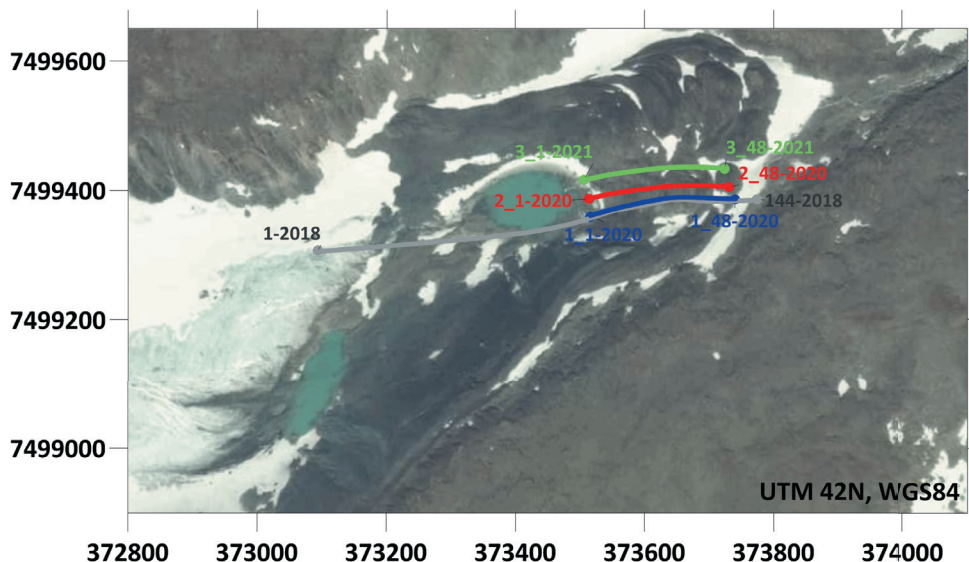


Рис. 2. Схема профилей ЭТ в южной части центральной морены ледника ИГАН. Серая кривая – профиль 2018 г., синяя кривая – профиль 1 2020/21 г., красная кривая – профиль 2 2020/21 г., зелёная кривая – профиль 3 2021 г.

Полученные разными установками разрезы подвергались сравнительному анализу, что служило инструментом контроля качества и корректности проводимых измерений. Один из примеров сравнения можно увидеть на рисунке 3. На качественном уровне результаты инверсии совпадают: изометричные аномалии высокого УЭС и проводящие зоны совпадают. Однако стоит сказать, что детальность геоэлектрического разреза, полученного при использовании установки диполь-диполь (рис. 3А) лучше, чем при использовании установки Шлюмберже (рис. 3Б). Центральная высокоомная часть разреза (90-150 м, рис. 3Б, сине-зелёные оттенки) и южная более проводящая часть морены (150-200 м, рис. 3Б, оттенки красного) выглядят наиболее консолидированно в отличие от результата, полученного при использовании установки диполь-диполь (рис. 3А). Такое строение ещё стоит подтвердить дополнительными исследованиями, но факт присутствия каменно-ледяных ядер подтверждается при каждом из проведённых измерений.

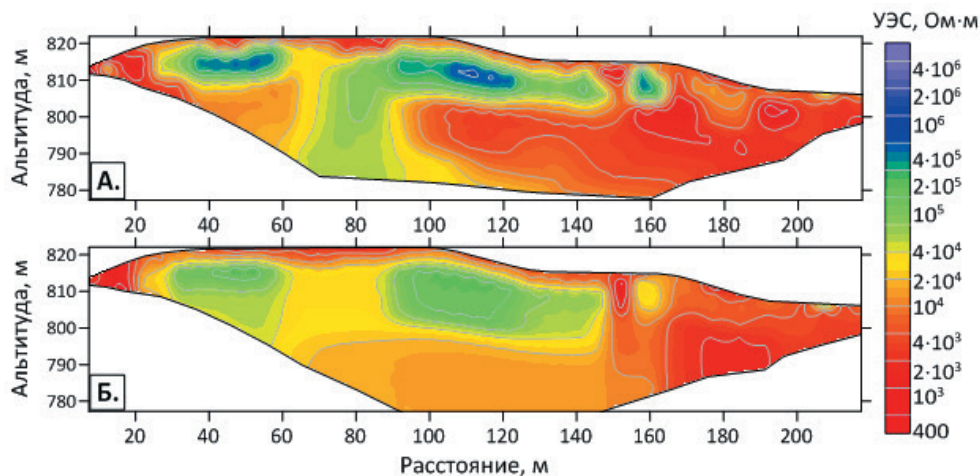


Рис. 3. Геоэлектрические разрезы, построенные по данным электротомографии, полученным в 2021 г. на морене ледника ИГАН. А – профиль 1, установка диполь-диполь; Б – профиль 1, установка Шлюмберже

В результате проведённых измерений построено 3 геоэлектрических разреза по профилям 1-3. Они представлены на рисунке 4 в порядке, соответствующем схеме профилей (рис. 2): сверху (рис. 4А) самый северный профиль 3, снизу (рис. 4В) – южный профиль 1. На геоэлектрических разрезах можно проследить талые зоны с сопротивлением материала не больше 10 кОм·м (рис. 4, оттенки красного): в левой (до 20 м) части на профиле 1 (рис. 4В) проводящая зона связана с подозрительным таликом, а в правой на всех профилях (после 150 м) с маргинальным каналом, по которому происходит сток воды. Внутри морены выделяются аномалии высокого УЭС (больше 10 кОм·м, рис. 4, оттенки синего), предположительно,

связанные с каменно-ледяными ядрами. Эти отложения являются своего рода цементом естественной дамбы подпрудного озера. Стоит отметить, что при смещении к центру морены размер каменно-ледяных ядер возрастает.

Как уже говорилось, размер высокоомного материала (каменно-ледяных ядер) увеличивается к центру морены, что говорит о том, что в теле морены содержится достаточно цементирующего материала и риск возникновения катастрофического паводка из-за прорыва приледникового озера минимален. Однако существует вероятность разрушения (таяния) цементирующего материала. Чтобы проследить возможные изменения, происходящие в структуре ледяных ядер, были организованы периодические наблюдения по одним и тем же профилям. В 2020/21 гг. были проведены измерения по моренной части профиля, отснятого во время экспедиции 2018 г. (см. рис. 2, серая и синяя кривая). Измерения и обработка проводились идентичным образом, одним алгоритмом в одинаковых программах: установка диполь-диполь и робастная инверсия.

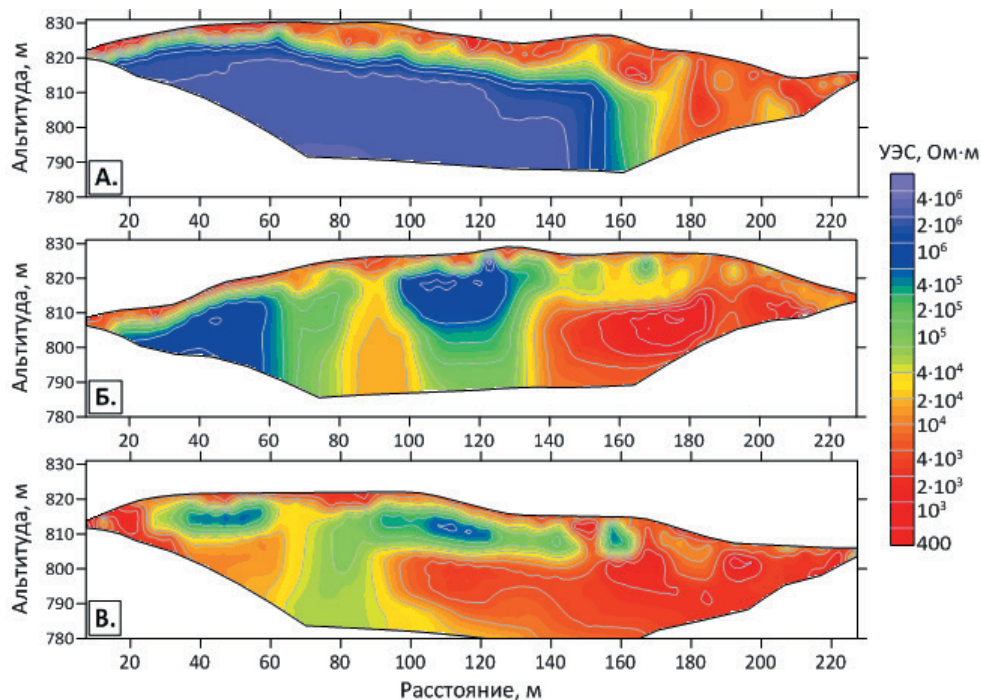


Рис. 4. Геоэлектрические разрезы, построенные по данным электротомографии, полученным в 2021 г. на морене ледника ИГАН. А – профиль 3, Б – профиль 2, В – профиль 1

На рисунке 5А представлен участок геоэлектрического разреза, полученного в 2018 г. Ниже приводится результат инверсии данных электротомографии 2020 г. и 2021 г. по профилю 1 (рис. 5Б и 5В). Видно, что более выраженная талая (проводящая) зона появилась в приозёрной части профиля (40-60 м). Также происходит расширение талой (проводящей) зоны (оттенки красного на рис. 5, во второй половине профилей) с течением лет в восточной части морены: в 2018-2020 гг. — основная часть проводящей зоны распространялась от 140 до 230 м по профилю 1, а в 2021-м — от 100 до 230 м. Такие изменения внутреннего строения можно связать с таянием каменно-ледяного материала морены.

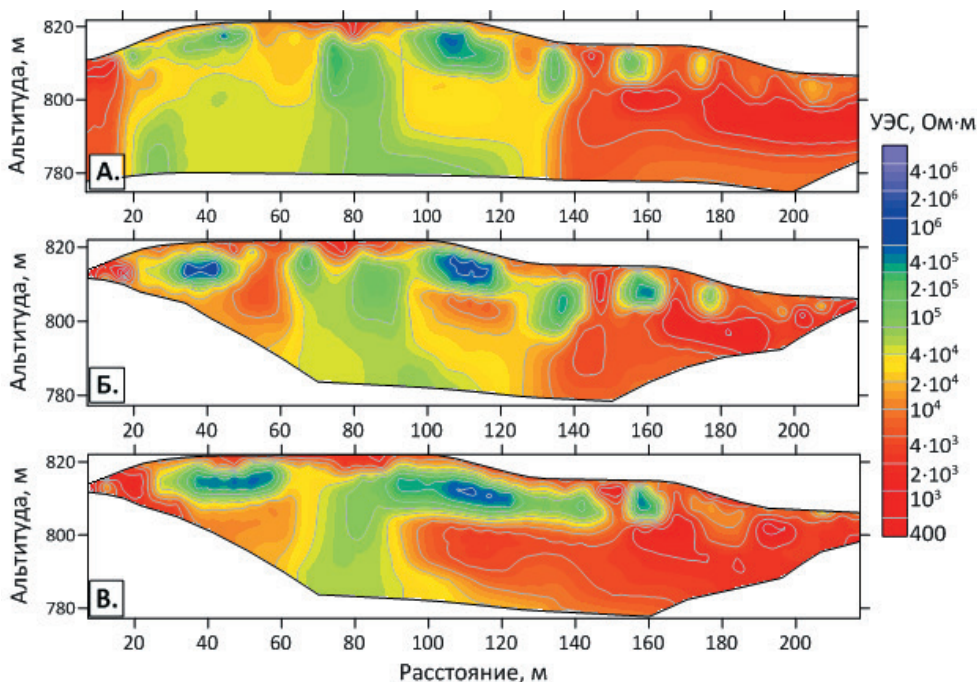


Рис. 5. Геоэлектрические разрезы, построенные по данным электротомографии, полученным на морене ледника ИГАН в 2018 г. (А), 2020 г. (Б) и 2021 г. (В) по профилю 1 установкой диполь-диполь

Аналогичная, но менее динамичная картина наблюдается на профиле 2 (рис. 6). На рис. 6 представлены геоэлектрические разрезы, полученные методом электротомографии по профилю 2 в 2020 г. (рис. 6А) и в 2021 г. (рис. 6Б). Сопротивление пород морены в восточной части (130-230 м) уменьшилось, а сама талая зона (рис. 6, оттенки красного) увеличилась в 2021 г. по сравнению с 2020 г. Отметим, что изменения в строении морены ледника ИГАН происходят в краевой части. При движении к центру значительных изменений в каменно-ледяной части морены не наблюдается.

В дальнейшем представляется необходимым продолжить мониторинг центральной части морены методом электротомографии. Расширение сети наблюдения позволит более детально построить геоэлектрическую модель внутреннего строения морены, что в свою очередь необходимо для оценки рисков разрушения естественной дамбы.

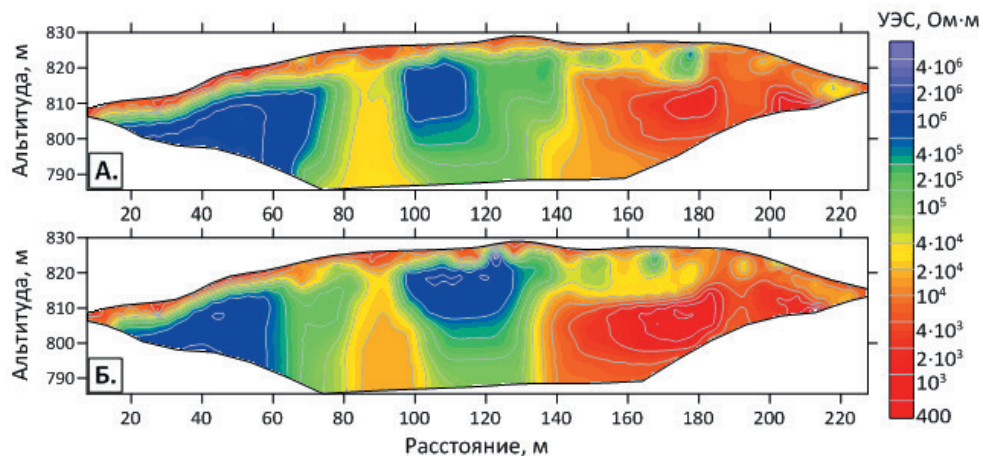


Рис. 6. Геоэлектрические разрезы, построенные по данным электротомографии, полученным на морене ледника ИГАН в 2020 г. (А) и 2021 г. (Б) по профилю 2 установкой диполь-диполь

Заключение

В 2021 г. на морене ледника ИГАН Полярного Урала были продолжены мониторинговые измерения методом электротомографии. После предварительной обработки полученного материала можно сделать следующие выводы:

- сравнительный анализ разрезов позволил определить изменения в теле морены: происходит деградация мерзлого материала в краевых частях морены;
- размер высокоомного материала (каменно-ледяного ядра) увеличивается к центру морены, что говорит о том, что в теле морены содержится достаточно цементирующего материала. Полученные данные можно использовать при оценке рисков природных катастроф в виде селей;
- результаты исследования указывают на необходимость проведения дальнейшего мониторинга морены и подтверждают эффективность метода электротомографии для решения задач мониторинга приледниковых морен.

Список источников

1. Полярный Урал и его взаимоотношения с другими складчатыми областями / А.В. Хабаков. – Москва; Ленинград: Изд-во Главсевморпути, 1945. – 77 с., 2 л. карт.: ил.; 25 см. – (Труды Горно-геологического управления/ Глав. упр. Сев. мор. пути при СНК СССР; Вып. 15).
2. Долгушин Л.Д. Ледники Урала и некоторые особенности их эволюции. // Вопросы физической географии Урала. – М.: МОИП, 1960, с. 33-60.
3. Троицкий Л.С. О современной динамике ледников Полярного Урала. / Гляциологические исследования № 9. – М.: АН СССР, 1963, с. 94-102.
4. Троицкий Л.С., Ходаков В.Г., Михалев В.И., Гуськов А.С., Лебедева И.М., Адаменко В.Н., Живкович Л.А. Оледенение Урала – М.: Наука, 1966, 307 с.
5. Каталог ледников СССР. Том 03. Северный Край. Ч. 3. Урал. / Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 52 с.
6. Камнев Я.К. Геоэлектрическое строение разреза у ледника Иган / Я.К. Камнев, Д.С. Панькова, В. В. Оленченко // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 124-128. – DOI 10.33764/2618-981X-2019-2-2-124-128.
7. Сурова Т.Г., Троицкий Л.С., Пуннинг Я.М. Палеогеография и абсолютная хронология голоцена Полярного Урала. // Известия АН ЭССР. Серия Химия, Геология. – 1975. – Т. 24. – № 2. – С. 152-159.
8. Иванов М.Н. Эволюция оледенения Полярного Урала в позднем голоцене. – М.: Географический факультет МГУ, 2013. – 200 с.
9. Боровинский Б.А. Электро- и сейсмические исследования многолетне-мерзлых горных пород и ледников. – М.: Наука, 1969. – 184 с.
10. Балков Е.В. Электротомография: аппаратура, методика и опыт применения / Е.В. Балков, Г.Л. Панин, Ю.А. Манштейн, А.К. Манштейн, В.А. Белобородов // Геофизика. – 2012. – № 6. – С. 54–63.
11. Инструкция по электроразведке: Наземная электроразведка, скважинная электроразведка, шахтно-рудничная электроразведка, аэроэлектроразведка, морская электроразведка/М-во геологии СССР. – Л.: 1984. – 352 с.
12. Бобачев А.А. Электротомография методом сопротивлений и вызванной поляризации / А.А. Бобачев, А.А. Горбунов, И.Н. Модин, В.А. Шевнин // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2006. – № 2. – С. 14–17.
13. Прямые и обратные задачи электротомографии для рудной геофизики: учеб.-метод. пособие / А.Н. Шеин, В.В. Оленченко; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2021. – 130 с.

References

1. The Polar Urals and its relations with other folded areas / A.V. Khabakov. - Moscow; Leningrad: Publishing House of Glavsevmorput, 1945. - 77 p., Proceedings of Mining and Geological Administration / Chief Directorate of the Northern Sea Route under the Council of People's Commissars of the USSR; Issue 15.
2. Dolgushin L.D. Glaciers of the Urals and some features of their evolution. // Matters of the physical geography of the Urals. Moscow: MOIP, 1960, pp. 33-60.
3. Troitsky L.S. Modern dynamics of glaciers of the Polar Urals. / Glaciological Studies

- No. 9. - Moscow: USSR Academy of Sciences, 1963, pp. 94-102.
4. Troitsky L.S., Khodakov V.G., Mikhalev V.I., Guskov A.S., Lebedeva I.M., Adamenko V.N., Zhivkovich L.A. Glaciation of the Urals - Moscow: Nauka, 1966, 307 p.
 5. Catalogue of glaciers of USSR. Vol. 03. Northern Krai. Part 3 - Ural. / Leningrad: Gidrometeoizdat, 1966. - 52 p.
 6. Kamnev Y.K. Geoelectric structure of the section near Egan glacier / Y.K. Kamnev, D.S. Pankova, V.V. Olenchenko // Interexpo Geo-Siberia. - 2019. - Vol. 2. - № 2. - pp. 124-128. - DOI 10.33764/2618-981X-2019-2-2-124-128.
 7. Ivanov M.N. Evolution of glaciation in the Polar Urals in the Late Holocene. - Moscow: Faculty of Geography, Moscow State University, 2013. - 200 c
 8. Surova T.G., Troitsky L.S. Punning Y.M. Paleogeography and absolute Holocene chronology of the Polar Urals. // Izvestiya AS ESSR. Chemistry, Geology Series. - 1975. - Vol.24. - №2. - pp. 152-159.
 9. Borovinsky B.A. Electro- and seismic studies of permafrost rocks and glaciers. - Moscow: Nauka, 1969. - 184 p.
 10. Balkov E.V. Electrical resistivity tomography: apparatus, methods and application experience / E.V. Balkov, G.L. Panin, Y.A. Manstein, A.K. Manstein, V.A. Beloborodov // Geophysics. - 2012. - № 6. - pp. 54-63.
 11. Instructions for electric prospecting: Ground electric prospecting, borehole electric prospecting, mine electric prospecting, air electric prospecting, marine electric prospecting. - Leningrad: 1984. - 352 p.
 12. Bobachev A.A. Electro-tomography by resistivity and induced polarization / A.A. Bobachev, A.A. Gorbunov, I.N. Modin, V.A. Shevnin // Devices and systems of exploration geophysics. - 2006. - № 2. - pp. 14-17.
 13. Direct and Inverse Tasks of ElectroTomography for Ore Geophysics: Tutorial / A.N. Shein, V.V. Olenchenko; Novosibirsk State University. - Novosibirsk: IPC NSU, 2021. - 130 p.

Сведения об авторах

Шейн Александр Николаевич, 1981 г.р., окончил механико-математический факультет НГУ, в 2010 г. защитил кандидатскую диссертацию. ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (Салехард, Россия), ведущий научный сотрудник сектора криосферы, к.ф.-м.н. Сфера научных интересов: численное моделирование электромагнитных и температурных полей, криолитозона, геотехнический мониторинг, импульсная электроразведка, электротомография, георадиолокация, процессы вызванной поляризации.

Камнев Ярослав Константинович, 1987 г.р., окончил физический факультет НГУ, в 2016 г. защитил кандидатскую диссертацию. ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (Салехард, Россия), заведующий сектором криосферы, к.ф.-м.н. Сфера научных интересов: криолитозона, геотехнический мониторинг, импульсная электроразведка, электротомография, георадиолокация.

Участие авторов

Шейн А.Н. – организация и проведение полевых работ, обработка и интерпретация данных, написание и редактирование текста;

Камнев Я.К. – концепция исследования, организация и проведение полевых работ, написание и редактирование текста;

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Information about the authors

Alexandr Nickolaevich Shein, born in 1981, graduated from the Faculty of Mechanics and Mathematics of the Novosibirsk State University, defended his PhD thesis in 2010. Leading researcher of the Cryosphere Sector of the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Salekhard, Russia), Candidate of Physico-Mathematical Sciences. Research interests: numerical modeling of electromagnetic and temperature fields, cryolithozone, geotechnical monitoring, transient electromagnetics, electrical resistivity tomography, ground penetrating radar, induced polarization.

Yaroslav Konstantinovich Kamnev, born in 1987, graduated from the Faculty of Physics of the Novosibirsk State University, defended his PhD thesis in 2016. Head of the Cryosphere Sector of the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Salekhard, Russia), Candidate of Physico-Mathematical Sciences. Research interests: cryolithozone, geotechnical monitoring, transient electromagnetics, electrical resistivity tomography, ground penetrating radar.

Authors Contribution

Shein A.N. – organization and conduct of fieldwork, data processing and interpretation, text writing and editing;

Kamnev Y.K. – research concept, organization and conduct of fieldwork, text writing and editing.

All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Статья поступила в редакцию 11.10.2021 г., принята к публикации 02.12.2021 г.

The article was submitted on October 11, 2021, accepted for publication on December 2, 2021.

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. № 4. (113). С. 88-105.

Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. № 4. (113). P. 88-105.

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

Научная статья

УДК 616-003.96+612.017.1(571.121)

doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.006

ОБЩИЙ И МЕСТНЫЙ ИММУНИТЕТ У КОРЕННОГО И ПРИШЛОГО НАСЕЛЕНИЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Борис Николаевич Зырянов¹, Татьяна Фёдоровна Соколова²

¹*Медицинская клиника «Дента-Смак», Омск, Россия*

²*«Омский государственный медицинский университет», Омск, Россия*

¹*sdpzyryanov@mail.ru*

²*tfsokolova@mail.ru*

Аннотация. Изучены общий и местный иммунитет у коренного и пришлого населения Крайнего Севера. Выявлено нарушение клеточного и гуморального звена общего и местного иммунитета у пришлых лиц, длительно проживающих в Арктике. Полученные результаты исследования свидетельствуют о срыве адаптации пришлого населения при длительном их проживании в условиях Крайнего Севера. Даны рекомендации.

Ключевые слова: системный и местный иммунитет, коренное и прошлое население, адаптация, Крайний Север.

Цитирование: Зырянов Б.Н. Общий и местный иммунитет у коренного и пришлого населения Крайнего Севера / Б.Н. Зырянов, Т.Ф. Соколова // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. (113). № 4. С. 88-105. Doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.006

Original article

GENERAL AND LOCAL IMMUNITY IN THE INDIGENOUS AND IMMIGRANT POPULATION OF THE FAR NORTH

Boris N. Zyryanov¹, Tatyana F. Sokolova²

¹*Medical Clinic «Denta-Smak», Omsk, Russia*

²*«Omsk State Medical University», Omsk, Russia*

¹*sdpyryanov@mail.ru*

²*tfsokolova@mail.ru*

Abstract. The general and local immunity in the indigenous and immigrant population of the Far North has been studied. A violation of the cellular and humoral links of general and local immunity has been revealed in newcomers who have been living in the Arctic for a long time. The results of the study indicate a breakdown in the adaptation of the immigrant population due to their long-term residence in the Far North. Recommendations are given.

Keywords: general and local immunity, indigenous and immigrant population, adaptation, Far North.

Citation: Zyryanov B.N., Sokolova T.F. General and local immunity in the indigenous and immigrant population of the Far North // Scientific Bulletin of Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. (113). № 4. P. 88-105. Doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.006

Введение

Известно, что патология органов и тканей человека на Крайнем Севере высокая, имеет свои особенности и протекает более тяжело [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Ямало-Ненецкий автономный округ как область, относящаяся к районам высоких широт, является крайне дискомфортной территорией с тяжёлыми климато-географическими и социально-гигиеническими условиями, влияющими на здоровье людей, что проявляется напряжением адаптационных систем организма как коренного, так и пришлого населения Крайнего Севера [4, 5]. Проживание в условиях Крайнего Севера приводит к снижению резервов адаптации человека и сопровождается большим риском нарушения и утраты здоровья. Экстремальные климато-географические и гелиогеофизические условия, характерные для Крайнего Севера, определяют развитие ряда особенностей функционирования организма человека, особенно прибывшего в этот регион. Интенсивное

освоение Крайнего Севера сопровождается ещё и резким усилением антропогенного пресса на природу, вызывая крайне низкую устойчивость и большую ранимость экосистем этого региона [10], что дополнительно вызывает снижение адаптационных резервов человека в Арктике. В основе адаптации человека к экстремальным климатическим факторам лежат комплексные механизмы, которые являются основой состояния здоровья, предболезни и болезни [2, 3, 5, 8, 11, 12, 13, 14].

Иммунная система является одним из важных инструментов формирования адаптации человека на Крайнем Севере, состояние которой определяет интегральную реактивность организма. Изучению состояния иммунитета у населения Крайнего Севера посвящён ряд работ [1, 15, 16, 17, 18, 19]. Природные условия на Крайнем Севере для здоровья человека значительно более тяжелые, чем в средней полосе. Суровый климат и особый режим инсоляции (полярный день, полярная ночь), тяжёлый аэродинамический режим, космические факторы, худшая, чем в средних и низких широтах защита магнитного поля Земли делают условия проживания не просто более трудными по природным и космическим факторам, чем в средней полосе, но отличающимися от них принципиально [3, 4, 10, 18]. Состояние общего (системного) и местного иммунитета у коренного и пришлого населения Крайнего Севера изучено недостаточно. В связи с этим представляет интерес изучить ряд показателей, характеризующих общий и местный иммунитет, для выявления особенностей компенсаторно-приспособительных реакций у приезжих лиц с различными сроками проживания в экстремальных условиях Крайнего Севера и у постоянно проживающих коренных жителей в этих суровых условиях.

Целью исследования явилось изучение общего и местного иммунитета у коренного и пришлого населения Крайнего Севера.

Материалы и методы

В качестве региона Крайнего Севера для изучения был взят Ямало-Ненецкий автономный округ (далее – ЯНАО). Исследование показателей общего (системного) и местного иммунитета проведено у 131 человека коренного населения (ненцы, ханты, селькупы) и у 153 человек пришлого населения Крайнего Севера, выходцев из средней полосы Западной Сибири, проживающих в ЯНАО различные сроки (2 года, 4-6 лет и 10 лет). Обследование проводилось в г. Салехарде. Всего было обследовано 284 человека, лица мужского пола. Возраст обследованных согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) составил 35-44 года. Пришлые лица, проживающие разные сроки в условиях Крайнего Севера, составили основную группу, а коренные жители Крайнего Севера – группу сравнения. В группы обследованных были включены практически здоровые

люди, не состоящие на диспансерном учете, без признаков перенесенных острых инфекционных заболеваний на момент обследования, ведущие привычный образ жизни. В качестве примера клинического материала у обследуемых лиц были изучены стоматологические заболевания. Так, на кариес зубов было обследовано 284 человека, которым проводилось углублённое обследование. У них определялись интенсивность кариеса зубов (индекс КПУ – число поражённых кариесом поверхностей зубов и число удалённых зубов) и прирост кариеса зубов за один год.

Общий анализ крови с оценкой количества лейкоцитов, эозинофилов, нейтрофилов, лимфоцитов и моноцитов выполнялся на гематологическом анализаторе «ABX PENTRA 60» (Франция). Уровень основных классов сывороточных иммуноглобулинов (IgA, IgG, IgM) в крови для оценки состояния общего (системного) гуморального иммунитета определяли методом простой радиальной диффузии в агаровом геле по Mancini. Местный иммунитет изучался у обследуемых в ротовой жидкости и в осадке ротовой жидкости. Гуморальное звено местного иммунитета оценивали по содержанию секреторного иммуноглобулина А (sIgA), иммуноглобулина А (IgA), иммуноглобулина G (IgG) и иммуноглобулина М (IgM) в надосадочной части ротовой жидкости методом иммуноферментного анализа с помощью набора реагентов ЗАО «Вектор-Бест» (Россия). Лизоцим в ротовой жидкости определялся методом О.В. Бухарина и Н.В. Васильева (1971). Показатели звена клеточного местного иммунитета – нейтрофилы, лимфоциты и макрофаги – определялись в мазках центрифугата осадка ротовой жидкости на предметном стекле путём окраски по Романовскому – Гимза и под микроскопом «Биолан» с увеличением 630 проводился их подсчёт с помощью сетки Автандилова. Количество лейкоцитов в оральных смывах для оценки местного звена клеточного иммунитета определялось по методу Ю.В. Лахтина (1990). Забор ротовой жидкости проводился согласно рекомендациям В.К. Леонтьева [21] в модификации Б.Н. Зырянова Т.Ф. Соколовой [22]. Всего было проведено 2026 анализов. Статистический анализ осуществлялся с использованием пакета программы «Statistica 8 for Windows». Статистические показатели определялись подсчетом средней арифметической (M) и её ошибки ($\pm m$) с оценкой значимости различий между сравниваемыми показателями по t-критерию Стьюдента и оценивался коэффициент корреляции по Пирсону (r). Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05 [23].

Результаты исследования и обсуждение

Особое внимание в наших исследованиях уделялось изучению общего (системного) иммунитета пришлого населения с различными сроками проживания в экстремальных условиях Крайнего Севера и для сравнения у

коренных жителей этого региона. Наиболее адаптированной к этим экстремальным условиям нами представлена группа коренного населения этого региона, что подтверждается клиническими данными. Так, индекс КППУ (интенсивность кариеса зубов) у пришлого населения, длительно (10 лет) проживающего в Арктике, в два раза выше, чем у коренного населения ($p < 0,001$) и равен у пришлого населения $22,11 \pm 0,25$, а у коренного населения Арктики - $11,52 \pm 0,36$, а прирост кариеса зубов за один год у пришлого населения в четыре раза выше, чем у коренных жителей ($p < 0,001$), соответственно: $4,00 \pm 0,05$ и $1,00 \pm 0,10$. В результате проведенного анализа гуморального звена общего иммунитета у изучаемых нами групп оказалось (таблица 1), что иммуноглобулин А (Ig A) у пришлых жителей, длительно (более 10 лет) проживающих в Арктике, существенно ниже ($p < 0,05$), чем у коренного населения (группа сравнения). Это свидетельствует об истощении гуморального звена общего иммунитета у приезжих лиц.

Таблица 1. Показатели гуморального звена общего иммунитета у приезжего населения, проживающего в ЯНАО 10 лет, и у коренного населения этого округа в возрасте 35-44 лет ($M \pm m$, p)

Показатели / Группы населения	Ig A, г/л	Ig G, г/л	Ig M, г/л	Лизоцим, мг/л
Коренное население	$1,89 \pm 0,07$	$7,25 \pm 0,32$	$1,06 \pm 0,05$	$25,60 \pm 2,80$
Приезжее население	$1,67 \pm 0,05$	$7,44 \pm 0,20$	$1,00 \pm 0,04$	$35,20 \pm 2,90$
p	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$

Содержание лизоцима у пришлых жителей, наоборот, выше ($p < 0,05$), чем у коренных жителей Арктики, что можно оценить как напряжение этого компонента гуморального звена общего иммунитета у пришлых лиц. Более низкие показатели лизоцима у коренного населения могут свидетельствовать об экономном функционировании этой части гуморального звена общего иммунитета, достаточного для необходимой адаптации коренных жителей Крайнего Севера, которые можно принять за региональную норму.

Следующим важным моментом является изучение клеточного звена общего иммунитета у исследуемых нами групп населения Арктики. Результаты проведенных исследований показали (таблица 2), что количество лейкоцитов у пришлых лиц в первые четыре-шесть лет проживания на Крайнем Севере (I и II группы) выше, чем у коренного населения

($p < 0,01-0,001$) и только через 10 лет проживания пришлых жителей (III группа) эти показатели равны данным коренного населения ($p > 0,05$). Это свидетельствует о напряжении этого компонента клеточного звена общего иммунитета в первые годы проживания приезжих в Арктике. Рост эозинофилов у пришлого населения на протяжении длительного проживания их на Крайнем Севере может свидетельствовать об аллергологическом фоне, а также о возможном росте глистной инвазии в этом эпидемиологически неблагоприятном регионе на Обском Севере [4, 9]. Число нейтрофилов, обеспечивающих естественную резистентность организма, и моноцитов, создающих условия не только для формирования неспецифического иммунитета, но и для представления антигена, что необходимо для специфического иммунного ответа в исследуемых группах, имело статистически значимые различия ($p < 0,05-0,001$). Так, у пришлого населения Крайнего Севера (основная группа) количество нейтрофилов было выше ($p < 0,001$) на протяжении всех сроков проживания их в Арктике, а моноцитов у них было выше при проживании приезжих до шести лет ($p < 0,05-0,01$), чем у коренных жителей (группа сравнения). Число лимфоцитов, главных клеток иммунной системы, обеспечивающих клеточный и гуморальный иммунитет, в основной группе было почти в 2 раза ниже ($p < 0,001$), чем в группе сравнения. Эти показатели клеточного звена общего иммунитета при проживании пришлых лиц на Крайнем Севере свидетельствуют о напряжении большинства клеток (лейкоциты, моноциты до шести лет проживания, нейтрофилы на протяжении всех 10 лет) и истощении при анализе этих же клеток при более длительном проживании пришлых лиц. А крайне низкое число лимфоцитов у приезжих на протяжении всех десяти лет проживания на Крайнем Севере свидетельствует об истощении клеточного звена общего иммунитета, что снижает сопротивляемость к инфекции и способствует ухудшению адаптации.

Таблица 2. Показатели клеточного звена общего иммунитета у пришлого населения, проживающего в ЯНАО различные сроки (от двух до 10 лет основная группа), и у коренных жителей Ямала (группа сравнения) в возрасте 35-44 лет ($M \pm m, p$)

Группы населения Показатели	Приезжее население, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе			Коренное население (группа сравнения)
	2 года – I группа	4-6 лет – II группа	10 лет – III группа	
Лейкоциты $\times 10^9/\text{л}$	$8,33 \pm 0,21$	$7,18 \pm 0,37$ $p1 < 0,01$	$5,60 \pm 0,20$ $p1 < 0,001$ $p2 < 0,01$	$5,48 \pm 0,09$ $p1 < 0,001$ $p3 < 0,001$ $p4 > 0,05$

Продолжение таблицы 2

Группы населения Показатели	Приезжее население, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе			Коренное население (группа сравнения)
	2 года – I группа	4-6 лет – II группа	10 лет – III группа	
Эозинофилы	0,67±0,20	3,22±0,20 p1<0,001	2,50±0,10 p1<0,001 p2<0,01	3,50±0,07 p1<0,001 p3>0,05 p4<0,001
Нейтрофилы	68,86±0,40	66,06±1,20 p1<0,05	67,30±0,70 p1>0,05 p2>0,05	54,94±1,10 p1<0,001 p3<0,001 p4<0,001
Лимфоциты	17,11±0,27	16,78±0,40 p1>0,05	17,90±0,80 p1>0,05 p2>0,05	30,44±0,87 p1<0,001 p3<0,001 p4<0,001
Моноциты	8,89±0,53	9,28±1,13 p1>0,05	6,50±0,50 p1<0,01 p2<0,05	6,87±0,22 p1<0,01 p3<0,05 p4>0,05

Примечание: p1 – достоверность различий между I и последующими группами, p2 – достоверность различий между II и III группами, p3 – достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p4 – достоверность различий между III группой и группой коренного населения.

Для более углублённого исследования иммунитета нами были изучены показатели местного иммунитета, характеризующие более полно резистентность коренного и пришлого населения Крайнего Севера в процессе адаптации к суровым условиям Арктики. Среди показателей местного иммунитета были изучены показатели гуморального и клеточного звена у этих групп лиц. Это исследование проводилось на материале осадка, надосадочной части ротовой жидкости и оральных смывов. Анализ показателей гуморального звена местного иммунитета у пришлого населения с различными сроками проживания в Арктике и у коренных жителей этого региона в возрасте 35-44 лет показал (таблица 3), что секреторный иммуноглобулин А (sIgA) в процессе длительного проживания (от 2 до 10 лет) пришлого человека был намного ниже по сравнению с этим показателем коренных жителей Арктики ($p<0,001$) и не менялся по срокам проживания. Аналогичная тенденция в изучаемых группах ($p<0,05-0,001$) отмечалась и при анализе иммуноглобулина А (IgA). Таким образом, титр иммуноглобулинов sIgA и IgA у коренного населения был достаточно высок, что обеспечивало высокую резистентность коренных лиц в процессе

адаптации к условиям Арктики, а у пришлого населения отмечалось истощение защитных резервов и ухудшение адаптации, что ведёт к росту заболеваний. Это подтверждается клиническими данными, в частности, ростом интенсивности кариеса зубов (индекс КПУ) у пришлого населения практически в два раза по сравнению с коренным ($22,11 \pm 0,25$ – у пришлого населения и $11,52 \pm 0,36$ – у коренных лиц, $p < 0,001$). Проведённый корреляционный анализ подтвердил связь между sIgA и индексом КПУ, которая оказалась обратной и сильной ($r = - 0,63 - - 0,82$, $p < 0,01$). Однако иммуноглобулин G (IgG) на протяжении всех сроков проживания был значительно выше у пришлых лиц ($p < 0,05-0,001$), что могло характеризовать такое состояние как напряжение местного иммунитета пришлых лиц. Иммуноглобулин M (IgM) у пришлого населения на протяжении 10 лет был ниже в 4,2 – 9,6 раза ($p < 0,001$), чем у коренного населения. Однако лизоцим у пришлых лиц был существенно выше, чем у коренных жителей Арктики ($p < 0,05-0,01$). Эти факты могут свидетельствовать об истощении гуморального звена местного иммунитета в отношении sIgA, IgA и IgM и напряжении этого звена в отношении IgG и лизоцима. В целом, отмечается снижение в 2,1 раза общего количества иммуноглобулинов (sIgA, IgA, IgG, IgM) у пришлых лиц по отношению к коренным жителям Крайнего Севера ($p < 0,001$).

Таблица 3. Показатели гуморального звена местного иммунитета (надосадочная часть ротовой жидкости) у пришлого населения с различными сроками проживания в ЯНАО (от двух до 10 лет основная группа) и у коренных жителей Ямала (группа сравнения) в возрасте 35-44 лет ($M \pm m$, p)

Группы населения Показатели	Приезжее население, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе			Коренное население (группа сравнения)
	2 года – I группа	4-6 лет – II группа	10 лет – III группа	
sIgA, г/л	$0,40 \pm 0,06$	$0,43 \pm 0,05$ $p1 > 0,05$	$0,35 \pm 0,03$ $p1 > 0,05$ $p2 > 0,05$	$0,92 \pm 0,08$ $p1 < 0,001$ $p3 < 0,001$ $p4 < 0,001$
IgA, г/л	$0,23 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,02$ $p1 > 0,05$	$0,17 \pm 0,018$ $p1 < 0,05$ $p2 > 0,05$	$0,28 \pm 0,01$ $p1 < 0,05$ $p3 < 0,001$ $p4 < 0,001$
IgG, г/л	$0,43 \pm 0,05$	$0,33 \pm 0,03$ $p1 > 0,05$	$0,48 \pm 0,03$ $p1 > 0,05$ $p2 < 0,001$	$0,25 \pm 0,02$ $p1 < 0,01$ $p3 < 0,05$ $p4 < 0,001$

Продолжение таблицы 3

Группы населения Показатели	Приезжее население, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе			Коренное население (группа сравнения)
	2 года – I группа	4-6 лет – II группа	10 лет – III группа	
IgM, г/л	0,10±0,01	0,17±0,02 p1<0,01	0,23±0,019 p1<0,001 p2<0,05	0,96±0,01 p1<0,001 p3<0,001 p4<0,001
Сумма иммуноглобулинов, г/л	1,16±0,03	1,11±0,03	1,23±0,02	2,41±0,03 p<0,001
Лизоцим, мг/л	35,53±3,71	28,46±2,88 p1>0,05	30,24±2,84 p1>0,05 p2>0,05	22,06±2,15 p1<0,01 p3>0,05 p4<0,05

Примечание: p1 – достоверность различий между I и последующими группами, p2 – достоверность различий между II и III группами, p3 – достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p4 – достоверность различий между III группой и группой коренного населения.

Анализ показателей клеточного звена местного иммунитета (таблица 4) выявил следующие особенности у обследуемых лиц. Так, у пришлого населения при длительном проживании на Крайнем Севере растёт количество нейтрофилов и лимфоцитов по сравнению с коренными жителями ($p<0,05-0,001$), а число макрофагов при проживании пришлых лиц два года в Арктике растёт ($p<0,001$), а через 10 лет резко в 7,4 раза снижается ($p<0,001$).

Таблица 4. Показатели клеточного звена местного иммунитета (осадок ротовой жидкости) у пришлого населения с различными сроками проживания в ЯНАО (от двух до 10 лет основная группа) и у коренных жителей Ямала (группа сравнения) в возрасте 35-44 лет ($M\pm m, p$)

Группы населения Показатели	Приезжее население, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе			Коренное население (группа сравнения)
	2 года – I группа	4-6 лет – II группа	10 лет – III группа	
Нейтрофилы	1,07±0,05	2,00±0,26 p1<0,001	2,50±0,38 p1<0,001 p2>0,05	1,68±0,12 p1<0,001 p3>0,05 p4<0,05

Продолжение таблицы 4

Группы населения Показатели	Приезжее население, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе			Коренное население (группа сравнения)
	2 года – I группа	4-6 лет – II группа	10 лет – III группа	
Лимфоциты	2,60±0,24	2,08±0,35 p1>0,05	5,50±0,31 p1<0,001 p2<0,001	2,35±0,22 p1>0,05 p3>0,05 p4<0,001
Макрофаги	1,00±0,03	0,58±0,09 p1<0,001	0,08±0,01 p1<0,001 p2<0,001	0,59±0,10 p1<0,001 p3>0,05 p4<0,001

Примечание: p1 – достоверность различий между I и последующими группами, p2 – достоверность различий между II и III группами, p3 – достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p4 – достоверность различий между III группой и группой коренного населения.

Количество оральных смывов у пришлого населения в течение всех 10 лет растёт и по годам проживания равно: 2 года – $120,92 \pm 6,46 \times 10^6/\text{л}$; 4-6 лет – $152,00 \pm 8,99 \times 10^6/\text{л}$; 10 лет – $142,20 \pm 6,42 \times 10^6/\text{л}$, что выше ($p < 0,01-0,001$), чем у коренных жителей – $95,02 \pm 4,17 \times 10^6/\text{л}$. Эти данные свидетельствуют о напряжении клеточного звена местного иммунитета за исключением макрофагов, которые ведут к истощению этого звена.

Анализ показал, что при переезде здоровых лиц из комфортной зоны Западной Сибири на Крайний Север и длительном проживании их в этом регионе уровень резистентности организма существенно меняется. Выявлено, что у пришлых лиц, проживающих 10 лет на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, сформировался неблагоприятный адаптационный фон. Это свидетельствует о нарушении адаптации пришлого населения, длительно проживающего в Арктике. Результаты изучения системного и местного гуморального иммунитета выявили снижение на 11,6% титра IgA ($p < 0,05$) в крови пришлого населения Крайнего Севера (таблица 1) и снижение в 2,1 раза всех классов иммуноглобулинов в полости рта (таблица 3) в сравнении с аналогичными показателями у коренных лиц Арктики ($p < 0,001$). Эти показатели играют основную роль в обеспечении длительного гуморального иммунитета, дефицит которого ослабляет сопротивляемость к инфекциям. Уровень секреторного иммуноглобулина A (sIgA), обеспечивающего местную резистентность к инфекции путем стимулирования фагоцитоза в основной группе лиц, проживающих 10 лет в экстремальных климатических условиях Крайнего Севера (таблица 3), был почти в 2,6 раза ниже ($p < 0,001$), чем в группе сравнения. Показате-

ли клеточного звена общего иммунитета выявили у пришлого населения Крайнего Севера (таблица 2) снижение лейкоцитов, лимфоцитов и моноцитов и рост нейтрофилов и эозинофилов, а результаты клеточного звена местного иммунитета (таблица 4) также обнаружили снижение макрофагов в полости рта, что значительно снижает сопротивляемость организма приезжих к инфекции.

Заключение

С учетом вышеизложенного можно заключить, что при переезде здоровых людей на Крайний Север и проживании их в этом регионе уровень резистентности организма существенно меняется. Длительное проживание пришлого населения на Крайнем Севере приводит к формированию неблагоприятных адаптационных реакций организма, отражая экстремальное воздействие условий Крайнего Севера на организм человека. Наблюдается срыв механизмов адаптации ведущих функциональных систем организма приезжих с развитием реакций напряжения и истощения общего и местного иммунитета, его гуморальных и клеточных звеньев у пришлого населения. При этом прослеживаются выраженные различия между изучаемыми показателями у мигрантов Крайнего Севера и группы лиц коренного населения Арктики, у которой преобладают благоприятные реакции. Однако у коренного населения Арктики тоже существуют проблемы. Низкий уровень функционирования иммунной системы у них, по-видимому, обусловлен генетически, веками сложившейся экономной работы иммунитета в суровых условиях Арктики, то есть биологически сформированным типом адаптации [1, 2, 14]. В последнее время снижение качества здоровья коренного населения Крайнего Севера обусловлено рядом социальных причин: изменением традиционного характера питания, уклада жизни, новыми производственными отношениями. До сих пор в динамически меняющейся биосфере нет норм иммунных показателей у коренного населения, которые требуют систематического пересмотра с учётом меняющейся хрупкой экосистемы в Заполярье.

Дисбаланс показателей иммунного статуса у пришлых лиц, длительно проживающих на Крайнем Севере, способствует снижению адаптационного потенциала у них. Это проявляется снижением количества клеток, обеспечивающих естественную резистентность организма, и специфическим иммунным ответом, а именно: уменьшением общего количества иммуноглобулинов, снижением IgA в крови и ростом лизоцима, снижением содержания секреторного иммуноглобулина A (sIgA) в полости рта. Результаты комплексного исследования показателей, характеризующих состояние иммунной системы при действии экстре-

мальных факторов внешней среды, позволяют более полно представить нарушение механизмов адаптации организма пришлого человека к условиям Крайнего Севера.

Таким образом, экстремальные климатогеографические условия Крайнего Севера обуславливают в организме человека, длительно проживающего в этих условиях, развитие неблагоприятных адаптационных реакций организма, способствующих нарушению адаптации человека в этом регионе. Длительное нарушение показателей иммунного статуса на фоне экстремальных условий Крайнего Севера, приводящее вначале в большей мере к напряжению различных факторов иммунитета, а далее к истощению иммунитета, ведёт к существенному снижению адаптивных ресурсов и может стать причиной формирования хронической патологии развития заболеваний и определять уровень здоровья человека в Арктике. Следовательно, в патогенезе развития заболеваний у пришлого населения на Крайнем Севере возникает причинно-следственная связь между иммунитетом, адаптацией и патологией, то есть нарушения иммунитета ведут к срыву адаптации, который вызывает различные заболевания. Подобная связь, но в меньшей степени отмечается и у коренного населения Арктики. Необходимо отметить, что более оптимальные показатели общего и местного иммунитета у коренного населения сочетаются с более низкой заболеваемостью у них по сравнению с пришлыми лицами на Крайнем Севере, то есть чем выше качество иммунитета, тем лучше адаптация к климату Арктики и меньше патология.

Следует заключить, что различные по природе стрессовые факторы Крайнего Севера истощают механизмы адаптации и приводят к иммунной недостаточности, трансформируются в общее неспецифическое звено патогенеза многих заболеваний. Суровые климатоэкологические и антропогенные условия Крайнего Севера препятствуют разворачиванию процессов саморегуляции иммунной системы, возвращающих системы организма к оптимальному режиму функционирования, что приводит к активации, напряжению, а затем и истощению клеточного и гуморального звеньев общего и местного иммунитета и в конечном счете к сокращению резервных возможностей организма пришлого человека на Крайнем Севере. При этом происходит перестройка уровня функционирования иммунной системы, проявляющаяся разнонаправленными сдвигами состава клеточных и гуморальных факторов иммунной системы и их функциональной активности как в общем, так и в местном иммунитете населения на Крайнем Севере. Это нарушение иммунитета неблагоприятно влияет на процессы адаптации человека в Арктике и способствует возникновению патологии. Выявленные нами изменения в иммунной системе у населения Крайнего Севера подтверждаются исследованиями других авторов [15, 18, 19].

Рекомендации

Лицам при переезде в регион Крайнего Севера из комфортных зон Российской Федерации для освоения этих суровых экстремальных территорий рекомендуется проводить регулярный контроль общего и местного иммунитета с целью своевременного выявления нарушения адаптации приезжих лиц и проведения коррекции и оптимизации иммунитета для улучшения адаптации, что в целом повысит качество жизни пришлого населения в Арктике. В связи с этим при проведении диспансеризации пришлого населения с момента прибывания приезжих лиц на Крайний Север необходимо включать при обследовании этих лиц систему иммунитета. Для коренного населения также необходим контроль иммунитета для совершенствования адаптации к условиям Арктики. С этой целью для получения качественных и оперативных результатов исследования иммунитета у коренного и пришлого населения Крайнего Севера, создания банка данных динамического наблюдения этих групп населения, его мониторинга и проведения организационных и лечебно-профилактических мероприятий настоятельно рекомендуется в экстремальных регионах Крайнего Севера открытие иммунологических центров и обеспечение тесной связи их с ведущими вузами России. Это позволит проводить дальнейшие научные исследования по иммунитету коренного и пришлого населения на Крайнем Севере, прогнозирования нарушения адаптации приезжего населения, разработки региональных норм показателей системного и местного иммунитета, оптимизации клеточных и гуморальных факторов иммунной защиты для совершенствования адаптации как пришлого, так и коренного населения в Арктике и повышения качества их жизни.

Список источников

1. Бельчусова Е.А. Неспецифические адаптивные реакции организма коренных жителей Арктики / Е.А. Бельчусова, Е.Н. Николаева, О.Н. Колосова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3. – С. 43-48.
2. Даренская М.А. Особенности метаболических реакций у коренного и пришлого населения Севера и Сибири / М.А. Даренская // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2014. – № 2 (96). – С. 97-103.
3. Зырянов Б.Н. Особенности организации стоматологической помощи населению Крайнего Севера Тюменской области / Б.Н. Зырянов, Л.В. Глушкова, Н.И. Мышко, В.А. Мышко // Экономика и менеджмент в стоматологии. – 2012. – № 2. – С. 28-30.
4. Зырянов Б.Н. Влияние медико-географических особенностей Крайнего Севера на состояние зубных тканей и поражаемость кариесом зубов коренного и приезжего населения. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук / Центральный научно-исследовательский

- институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. – Москва, 1981. – 20 с.
5. Зырянов Б.Н. Особенности клинического течения стоматологических заболеваний на Крайнем Севере Тюменской области / Б.Н. Зырянов // Компенсаторно-приспособительные процессы: фундаментальные и клинические аспекты: материалы Всероссийской конференции. Редакционная коллегия: Куликов В.Ю., Пальцев А.И., Цырендоржиев Д.Д. – Новосибирск, 2002. – С. 274-275.
 6. Казначеев В.П. Роль эндокринных факторов в процессах адаптации к экстремальным условиям высоких широт / В.П. Казначеев, Ю.П. Шорин / Вестник АМН СССР. – 1980. – № 7. – С. 76-85.
 7. Каспарова А.Э. Общий адаптационный синдром и его влияние на реализацию репродукции в условиях субарктического региона / А.Э. Каспарова, Л.В. Коваленко, В.С. Шелудько [и др.] // Человек на Севере: системные механизмы адаптации. Сборник трудов, посвящённый 90-летию основания Магадана. Под общей редакцией академика РАН, доктора мед. наук Н.Н. Беседновой. – Магадан: Типография «Экспресс-полиграфия», 2019. – Т. 3. – С. 116-128.
 8. Петрова П.Г. Эколого-физиологические аспекты адаптации человека к условиям севера / П.Г. Петрова // Вестник Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова. Серия «Медицинские науки» – 2019. – № 2 (15). – С. 29-38.
 9. Хаснулин В.И. Хронический гепатит и цирроз печени в Заполярье / В.И. Хаснулин. – Новосибирск, 1994. – 198 с.
 10. Соломонов Н.Г. Экологические аспекты освоения севера / Н.Г. Соломонов // Доклад на XI Всесоюзном симпозиуме «БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРА». – Якутск, 1986. – 12 с.
 11. Зырянов Б.Н. Биохимические показатели ротовой жидкости у детей как критерий прогнозирования развития кариеса зубов / Б.Н. Зырянов, И.А. Львова, Е.Л. Матвеева, М.А. Ковинька // Маэстро стоматологии. – 2005. – № 1. – С. 58-61.
 12. Зырянов Б.Н. Особенности лечения стоматологических заболеваний у коренного и пришлого населения Крайнего Севера Тюменской области / Б.Н. Зырянов // Методические рекомендации. – Омск, 2011. – 51 с.
 13. Зырянов Б.Н. Растворимость эмали в патогенезе кариеса зубов у детей Крайнего Севера Дальнего Востока / Б.Н. Зырянов // Институт стоматологии. – 2014. – № 2 (63). – С. 82-83.
 14. Хаснулин В.И. Введение в полярную медицину / В.И. Хаснулин. – Новосибирск, 1998. – 337 с.
 15. Добродеева Л.К. Соотношение содержания иммунокомпетентных клеток в регуляции иммунного статуса человека, проживающего на Севере / Л.К. Добродеева, О.Е. Филиппова, С.Н. Балашова // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 2 (48). – С. 132-134.
 16. Зырянов Б.Н. Иммуитет полости рта в механизмах развития кариеса зубов у рабочих нефтяников Севера Томской области / Б.Н. Зырянов, Р.Г. Гамзатов, Т.Ф. Соколова // Институт стоматологии. – 2013. – № 4 (61). – С. 78-79.
 17. Морозова О.С. Клеточный иммунитет у женщин старшей возрастной группы, проживающих на Крайнем Севере / О.С. Морозова, Т.Б. Сергеева,

- Л.С. Щёголева // Журнал медико-биологических исследований. – 2020. – Т. 8. – № 3. – С. 235-240.
18. Некрасова М.В. Адаптивные иммуно-гормональные реакции у мужчин в экстремальных климатических и профессиональных условиях Севера / М.В. Некрасова, Е.Ю. Шашкова, Е.В. Попова // Российский иммунологический журнал. – 2016. – Т. 10 (19). – № 2 (1). – С. 29-31.
 19. Щёголева Л.С. Адаптивный иммунный статус у представителей различных социально-профессиональных групп жителей Европейского Севера Российской Федерации / Л.С. Щёголева, О.В. Сидоровская, Е.Ю. Шашкова [и др.] // Экология человека. – 2017. – № 10. – С. 46-51.
 20. Агаджанян Н.А. Экология человека: избранные лекции / Н.А. Агаджанян, В.И. Торшин. – М.: КРУК, 1994. – 256 с.
 21. Леонтьев В.К. Биохимические методы исследования в клинической и экспериментальной стоматологии / В.К. Леонтьев, Ю.А. Петрович. – Омск, 1976. – 93 с.
 22. Зырянов Б.Н. Подготовка обследованных к забору слюны и ротовой жидкости при стоматологических исследованиях / Б.Н. Зырянов, Т.Ф. Соколова // Маэстро стоматологии. – 2013. – № 2. – С. 85-86.
 23. Зайцев В.М. Прикладная медицинская статистика: учебное пособие / В.М. Зайцев, В.Г. Лифляндский, В.И. Маринкин. – Санкт-Петербург: Фолиант, 2003. – 423 с.

References

1. Belchusova E.A. Nonspecific adaptive reactions of the organism of the indigenous inhabitants of the Arctic / E.A. Belchusova, E.N. Nikolaeva, O.N. Kolosova // Modern problems of science and education. - 2016. - No. 3. - pp. 43-48.
2. Darenskaya M.A. Features of metabolic reactions in the indigenous and immigrant population of the North and Siberia / M.A. Darenskaya // Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences. – 2014, № 2 (96). - pp. 97-103.
3. Zyryanov B.N. Features of the organization of dental assistance to the population of the Far North of the Tyumen region / B.N. Zyryanov, L.V. Glushkova, N.I. Myshko, V.A. Myshko // Economics and management in dentistry. - 2012. - № 2. - pp. 28-30.
4. Zyryanov B.N. Influence of medical and geographical features of the Far North on the condition of dental tissues and the incidence of dental caries in the indigenous and immigrant population. Abstract of thesis for the degree of Candidate of Medical Sciences / Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery. Moscow, 1981. - 20 p.
5. Zyryanov B.N. Features of the clinical course of dental diseases in the Far North of the Tyumen region / B.N. Zyryanov // Compensatory-adaptive processes: fundamental and clinical aspects: materials of the All-Russian Conference. Editorial Board: Kulikov V.Yu., Paltsev A.I., Tsyrendorzhiev D.D. – Novosibirsk, 2002. – pp. 274-275.
6. Kaznacheev V.P. The role of endocrine factors in the processes of adaptation to extreme conditions of high latitudes V.P. Kaznacheev Yu.P. Shorin / Bulletin of the

- USSR Academy of Medical Sciences, 1980. - № 7. - pp. 76-85.
7. Kasparova A.E. General adaptation syndrome and its impact on the realization of reproduction in the subarctic region / A.E. Kasparova, L.V., Kovalenko, V.S. Sheludko [et al.] // *Man in the North: systemic mechanisms of adaptation. A collection of works dedicated to the 90th anniversary of the founding of Magadan. Under the general editorship of Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences N.N. Besednova.* - Magadan: Printing house "Express-polygraphy", 2019. - Vol. 3. - pp. 116-128.
 8. Petrova P.G. Ecological and physiological aspects of human adaptation to the conditions of the North / P.G. Petrova // *Bulletin of the North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov. Series "Medical Sciences"* - 2019. - No. 2 (15). - pp. 29-38.
 9. Hasnulin V.I. Chronic hepatitis and cirrhosis of the liver in Polar region / V.I. Hasnulin. - Novosibirsk, 1994. - 198 p.
 10. Solomonov N.G. Environmental aspects of the development of the North / N.G. Solomonov // *Report at the XI All-Union Symposium "Biological Problems of the North"*. - Yakutsk, 1986. - 12 p.
 11. Zyryanov B.N. Biochemical indicators of oral fluid in children as a criterion for predicting the development of caries of teeth / B.N. Zyryanov, I.A. Lvova, E.L. Matveeva, M.A. Covinka // *Maestro of dentistry.* - 2005. - No. 1. - pp. 58-61.
 12. Zyryanov B.N. Features of the treatment of dental diseases in the indigenous population and newcomers of the Far North of the Tyumen region / B.N. Zyryanov // *Methodological recommendations.* - Omsk, 2011. - 51 p.
 13. Zyryanov B.N. Solubility of enamel in the pathogenesis of dental caries in children of the Far North of the Far East / B.N. Zyryanov // *Institute of Dentistry.* - 2014. - No. 2 (63). - pp. 82-83.
 14. Hasnulin V.I. *Introduction to Polar Medicine* / V.I. Hasnulin. - Novosibirsk, 1998. - 337 p.
 15. Dobrodeeva L.K. The ratio of the content of immunocompetent cells in the regulation of the immune status of a person living in the North / L.K. Dobrodeeva, O.E. Filippova, S.N. Balashova // *Bulletin of the Ural Medical Academic Science.* - 2014. - № 2 (48). - pp. 132-134
 16. Zyryanov B.N. Oral cavity immunity in the mechanisms of dental caries development in oil workers in the North of the Tomsk region / B.N. Zyryanov, R.G. Gamzatov, T.F. Sokolova // *Institute of Dentistry.* - 2013. - No. 4 (61). - pp. 78-79.
 17. Morozova O.S. Cellular immunity in older women living in the Far North / O.S. Morozova, T.B. Sergeeva, L.S. Shchegoleva // *Journal of Biomedical Research.* - 2020, Vol. 8, No. 3. - pp. 235-240.
 18. Nekrasova M.V. Adaptive immuno-hormonal reactions in men in extreme climatic and professional conditions of the North / M.V. Nekrasova, E.Y. Shashkova, E.V. Popovskaya // *Russian Immunological Journal.* - 2016, Vol.10 (19). - № 2 (1). - pp. 29-31.
 19. Shchegoleva L.S. Adaptive immune status in representatives of various social and professional groups of residents of the European North of the Russian Federation / L.S. Shchegoleva, O.V. Sidorovskaya, E.Yu. Shashkova [et al.] // *Human Ecology.* - 2017. - No. 10. - pp. 46-51.

20. Agadzhanian N.A. Human ecology: selected lectures / N.A. Agadzhanian, V.I. Torshin. - Moscow: KRUK, 1994. - 256 p.
21. Leontyev V.K. Biochemical methods of research in clinical and experimental dentistry / V.K. Leontyev, Yu.A. Petrovich. - Omsk, 1976. - 93 p.
22. Zyryanov B.N. Preparation of the examined patients for the collection of saliva and oral fluid at dental investigations / B.N. Zyryanov, T.F. Sokolova // Maestro of Dentistry. - 2013. - No. 2. - pp. 85-86.
23. Zaitsev V.M. Applied medical statistics: textbook / V.M. Zaitsev, V.G. Lifyandsky, V.I. Marinkin. - St. Petersburg: Foliant, 2003. - 423 p.

Сведения об авторах

Зырянов Борис Николаевич родился в 1942 году. В 1966 году окончил стоматологический факультет Омского государственного медицинского института. С 1978 года по 1987 год работал на кафедре социальной гигиены и организации здравоохранения. С 1987 г. по 2017 г. работал на кафедре стоматологии последипломного образования Омского государственного медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации. В 1981 году защитил кандидатскую, а в 1998 году – докторскую диссертацию. Доктор медицинских наук, профессор, Действительный член (академик) Академии Полярной Медицины и Экстремальной Экологии Человека. Окончил курсы Сотрудничающего Центра Всемирной организации здравоохранения по стоматологическому образованию. Место работы – медицинская клиника «Дента–Смак» (Омск, Россия). Область научных интересов: стоматология, Арктика, северная медицина, иммунология, биохимия, экология, общественное здоровье, организация здравоохранения, адаптация к полярным регионам, педагогика.

Соколова Татьяна Фёдоровна родилась в 1952 году в Омске. В 1976 году окончила Омский государственный медицинский институт, санитарно-гигиенический факультет. В 1987 году защитила кандидатскую, а в 2004 году – докторскую диссертацию. Она доктор медицинских наук, доцент кафедры фармакологии, клинической фармакологии Омского государственного медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации. Область научных интересов: иммунология, фармакология.

Участие авторов

Зырянов Б.Н. – концепция исследования, организация комплексных исследований, сбор материала, статистическая обработка данных, сбор литературных данных, интерпретация результатов исследования, написание и редактирование текста;

Соколова Т.Ф. – сбор литературных данных, интерпретация результатов исследования, редактирование текста;

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Information about the authors

Boris Nikolaevich Zyryanov, born in 1942, graduated from Dentistry Faculty of the Omsk State Medical Institute in 1966. From 1978 to 1987 he worked at the Department of Social Hygiene and Organization of Public Health. From 1987 to 2017 he worked at the Department of Dentistry of Postgraduate Education at the Omsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation. He defended his thesis in 1981 and his doctoral dissertation in 1998. Doctor of Medical Sciences, Professor, Full Member (Academician) of the Academy of Polar Medicine and Extreme Human Ecology. He completed the course at World Health Organization Collaborating Center for Dental Education. He works at Medical Clinic “Denta-Smak” (Omsk, Russia). Research interests: dentistry, Arctic, Northern medicine, immunology, biochemistry, ecology, public health, healthcare organization, adaptation to the Polar Regions, pedagogy.

Tatyana Feodorovna Sokolova, born in 1952 in Omsk, graduated from Sanitary and Hygienic Faculty of the Omsk State Medical Institute in 1976. She passed Ph.D. defense in 1987 and defended her doctoral dissertation in 2004. Doctor of Medical Sciences, Assistant professor of the Department of Pharmacology, Clinical Pharmacology at the Omsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation. Research interests: immunology, pharmacology.

Authors Contribution

Zyryanov B.N. - research concept, organization of complex research, material collection, statistical data processing, collection of literature data, interpretation of research results, writing and editing the text.

Sokolova T.F. - collection of literary data, interpretation of research results, text editing.

All co-authors - approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Статья поступила в редакцию 13.10.2021 г., принята к публикации 02.12.2021 г.

The article was submitted on October 13, 2021, accepted for publication on December 2, 2021.

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. № 4. (113). С. 106-120.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. № 4. (113). P. 106-120.

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

Научная статья

УДК 316, 314

doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.007

АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МОЛОДЕЖИ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Екатерина Александровна Сухова

Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

Learn2@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5663-5457>

Аннотация. В статье представлены краткие результаты научно-исследовательской работы «Социальная активность молодежи Ямало-Ненецкого автономного округа», выполненной автором в 2020 году. Определены основные факторы, способствующие и препятствующие повышению социальной активности молодежи. Группа молодежи 18 – 24 лет оказалась наименее удовлетворенной и с наибольшим числом проблем, связанных с образованием, трудоустройством, досугом. Сформулированы предложения для повышения эффективности молодежной политики в этом направлении.

Ключевые слова: молодежь, социальная активность, Ямало-Ненецкий автономный округ.

Цитирование: Сухова Е.А. Анализ социальной активности молодежи Ямало-Ненецкого автономного округа// Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. (113). № 4. С. 106-120. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.007

Original article

ANALYSIS OF THE SOCIAL ACTIVITY OF YOUNG PEOPLE IN THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

Ekaterina A. Sukhova

Arctic Research Center, Salekhard, Russia

Learn2@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5663-5457>

Abstract. The article presents brief results of the research work “Social activity of young people in the Yamal-Nenets Autonomous District” carried out by the author in 2020. The main factors contributing to and hindering the increase in the social activity of young people were identified. The group of young people aged 18-24 turned out to be the least satisfied and had the largest number of problems related to education, employment, and leisure. Proposals for improving the effectiveness of youth policy in this direction were formulated.

Keywords: young people, social activity, Yamal-Nenets Autonomous District.

Citation: Sukhova E.A. Analysis of the social activity of young people in the Yamal-Nenets Autonomous District // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. (113). № 4. P. 106-120. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.007

Введение

Молодежь является наиболее энергичной и мобильной группой общества. В то же время интересы отдельных социальных групп молодежи находятся в противоречии со сложившимися социальными условиями и социально-экономическими ресурсами региона. Неактивное использование молодежью предлагаемых возможностей для самореализации в самых разных сферах и областях жизнедеятельности, выявление причин низкой активности некоторых групп молодежи на сегодняшний день является одной из актуальных проблем работы с подрастающим поколением.

Тенденции развития молодежных движений и сообществ таковы, что в последние годы отмечается рост осознания частью молодых людей значимости собственной роли в процессе становления и развития общества. Самоорганизация и самореализация такой молодежи осуществляется через деятельность молодежных объединений, реализацию социальных

проектов и инициатив, различные формы молодежного самоуправления, но процент такой молодежи в нашей стране достаточно мал.

Есть понимание, что в молодежной среде помимо молодежи, вовлеченной в активную общественную деятельность, присутствует латентно активная молодежь, которая имеет активную гражданскую позицию, возможно, даже заявляет о ней, но фактически (в силу осознаваемых или неосознаваемых ей обстоятельств) бездействует.

Методы

Данное исследование направлено на выявление несоответствия социального запроса молодежи муниципальных образований на предоставление ей возможности для проявления своей социальной активности (во всех возможных сферах) и предлагаемых видах и формах мероприятий молодежной политики, проводимой исполнительными органами власти на территории региона.

Социальная активность — деятельное, мотивированное участие индивидов в преобразовании объективных социальных условий, в таком их изменении, которое способствует более полному достижению интересов и удовлетворению потребностей¹. В частности, под социальной активностью понимается участие в общественной, добровольческой (волонтерской) культурной, спортивной жизни населенного пункта.

Объектом исследования является молодежь Ямало-Ненецкого автономного округа (далее — ЯНАО), к которой в рамках исследования отнесено все население в возрасте 14–35 лет, проживающее в муниципальных образованиях ЯНАО. Предметом исследования является социальная активность молодежи ЯНАО, выраженная в различных видах и формах, отраженная в суждениях экспертов и мнениях респондентов. Цель исследования — определение актуальных интересов, проблем и потребностей современной молодежи ЯНАО в целях совершенствования деятельности органов местного самоуправления и исполнительных органов государственной власти по реализации государственной молодежной политики.

В рамках исследования было проведено 4 социологических опроса и обработано 3950 анкет. Генеральная совокупность исследования представляет собой все население Ямало-Ненецкого автономного округа в возрасте от 14 до 35 лет. По данным РОСБРИС², численность молодежи

¹ Определение из словаря социологии на <https://dic.academic.ru/>

² Российская база данных по рождаемости и смертности. Центр демографических исследований Российской экономической школы, Москва (Россия). База данных доступна по адресу: http://demogr.nes.ru/index.php/ru/demogr_indicat/data. Данные скачаны (08.10.2021).

ЯНАО на начало 2020 года составляла 159,4 тыс. человек, что составляет более 29% от всего населения региона.

Анализ всех ответов респондентов проводился в разрезе возрастных групп: до 18 лет (несовершеннолетние, в основном школьники), 18-24 года (молодежь, которая не уехала для очного обучения в высшие учебные заведения в другие населенные пункты), 25-30 лет (работающая молодежь, молодые специалисты), 31-35 лет (старшая молодежь, в основном семейная, с детьми), для некоторых вопросов были проанализированы ответы респондентов в возрасте старше 35 лет.

Выполнен анализ данных в разрезе городов ЯНАО (Новый Уренгой, Ноябрьск, Салехард, Надым и Надымский район, Тарко-Сале и Пуровский район, Муравленко, Губкинский, Лабытнанги), сводный анализ по всем городам ЯНАО, сводный анализ по сельским населенным пунктам, анализ опроса экспертов-добровольцев ЯНАО.

Результаты

Исследование молодежи в виде многоаспектного анализа молодежного социума в условиях трансформации российского общества проводят М.К. Горшков и Ф.Э. Шереги в монографии [1].

Ю.В. Березутский в своей монографии [2], посвященной исследованию социальной активности дальневосточной молодежи, дает оценку и интерпретацию существующих проблем молодежного сознания и поведения, являющихся особым предметом реализации государственной молодежной политики.

С.О. Елишев [3] выделяет в исследовании молодежи интеграционный подход, учитывающий психофизиологические и возрастные особенности, свойственные молодежи, ее место и функции в социальной структуре общества, групповые социокультурные ценности и интересы, ее участие в процессе жизнедеятельности общества, особенности самоидентификации и самоопределения.

Е.Л. Омельченко применяет солидарный подход, в фокусе которого характер внутри- и межгрупповых коммуникаций, рассматриваемых в качестве наиболее значимых для образования разделяемой своими групповой идентичности и определения демаркационных линий, отграничивающих своих от чужих [4].

Ю.А. Зубок исследование молодежи основывает на рискологическом подходе, при котором главным аспектом изучения является риск как основная особенность развития молодежи в условиях неопределенности [5].

В.А. Луков, разработавший тезаурусный подход для изучения молодежи, в своей статье [6] делает вывод, что в молодежных исследованиях актуальной может стать биосоциологическая трактовка возникающих

проблем, порождаемых все большей близостью к временам постчеловека.

Каждый раз на новом витке истории рождаются новые теории и методы, раскрывающие сущность и проблемы этой социально-демографической группы населения. Ведь именно молодежь, трансформируясь в ответ на внешние изменения, является источником преобразований в обществе, что обосновывает разработку нового инструментария для отображения всех современных реалий.

В рамках данной работы одним из основных выберем регионально-территориальный аспект.

1. Мнение молодежи о качестве реализуемой государственной молодежной политики.

Данные об удовлетворенности уровнем работы с молодежью представлены в разрезе муниципальных образований ЯНАО, территорий (город, село) и по ЯНАО в целом. Следует отметить в среднем более высокую удовлетворенность в сельских населенных пунктах по сравнению с городами. Лишь в городе Губкинском средняя удовлетворенность выше (рис. 1).

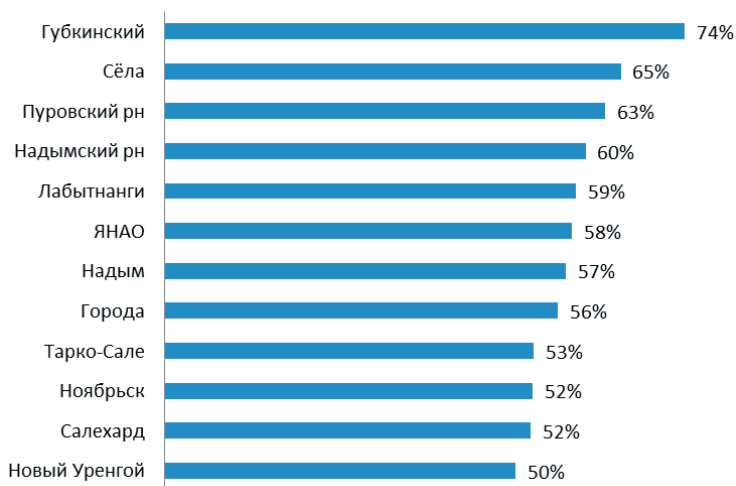


Рис. 1. Удовлетворенность уровнем работы с молодежью

2. Степень готовности молодежи к участию в реализации государственной молодежной политики.

На основании ответов респондентов всех муниципальных образований доля респондентов, не желающих участвовать ни в какой роли в мероприятиях и проектах их населенных пунктов (13%), гораздо меньше, чем никогда или раз в жизни участвующих (52%). Что говорит о существенном

потенциале для вовлечения в социально активную деятельность новых людей (в качестве участников, волонтеров и даже организаторов проектов и мероприятий) разного возраста. Подробный анализ (приведенный выше) имеющегося потенциала социальной активности молодежи в разрезе муниципальных образований, возрастных групп и интересов респондентов может послужить основанием для организации работы по увеличению реализации потенциала социальной активности молодежи ЯНАО.

3. Интересы молодежи в различных сферах жизнедеятельности.

Названные респондентами примеры наиболее успешно реализованных проектов являются в основном массовыми мероприятиями общегородского масштаба. С другой стороны, часть ответов относится к мероприятиям по благоустройству городского пространства и даже строительству дороги, что говорит о высокой социальной значимости подобных объектов. Большое внимание уделено местам встреч и отдыха для молодежи. Также следует отметить малое число упоминаний о небольших локальных адресных мероприятиях. А также довольно много ответов «не знаю», «не помню», «таких нет» (от 10% до 25% ответов и в разных муниципальных образованиях), что свидетельствует о том, что значительная часть населения не нашла себя и не участвовала в общественной жизни своего населенного пункта.

Также респондентам были предложены для рассмотрения 13 направлений социальной активности, в отношении которых они указывали «участвовал» или «хочу участвовать». Максимальный реализованный потенциал социальной активности (доля респондентов, которые участвовали) наблюдается в мероприятиях и проектах спорта, культуры, экологических мероприятий, патриотической тематики и помощи животным. Максимальный нереализованный потенциал социальной активности (доля респондентов, которые хотели участвовать, но не участвовали) имеется у проектов и мероприятий поисковых акций, медиа- и интернет-волонтерства, общественно-политической деятельности. Вероятно, в связи с пандемией коронавирусной инфекции в 2020 году также значительной является востребованность участвовать в медицинском волонтерстве. Также следует отметить высокий процент невовлеченных, но желающих участвовать в таких достаточно популярных проектах и мероприятиях, как спортивные, культурные, экологические, помощь животным. Несмотря на то, что уже есть достаточно много реализуемых проектов этих направлений, некоторая часть (до 20% от численности возрастных групп) все же не участвовала в них, хоть высказывает о своем желании этого. Также следует отметить высокий процент желающих участвовать в проектах и мероприятиях общественно-политической деятельности и сопоставить его с фактором предоставления возможности участвовать в самоуправлении

населенным пунктом, который оказался достаточно значимым для молодежи и положительным образом может сказаться на уменьшении оттока молодежи.

Из проведенного анализа предпочтений респондентов разных возрастных групп относительно направлений социальной активности можно определить два основных направления деятельности по повышению вовлеченности населения:

1. С одной стороны, можно увеличить число участников мероприятий за счет «переманивания» их из других проектов, так как выявлен запрос активного населения на расширение спектра своего участия по направлениям.

2. С другой стороны, для увеличения доли вовлеченного населения в мероприятия социальной активности можно организовывать мероприятия, направленные на первичное вовлечение в эту деятельность ввиду того, что и такой потенциал выявлен.

Хотелось бы заметить, что неудовлетворенное желание участвовать в мероприятиях некоторых направленностей может быть использовано третьими силами (иноагенты). В связи с этим таким направлениям следовало бы уделить более пристальное внимание. К ним можно отнести: общественно-политическую деятельность, спортивную жизнь, патриотические мероприятия (его приверженцы могут быть использованы деструктивными сообществами на основе интереса к истории отдельных национальных групп либо вовлечены в сознательное искажение фактов), онлайн-волонтерство (деятельность в сети Интернет), медиаволонтерство (СМИ).

Следует учесть научные выводы исследования социальной активности Ю.А. Зубок и Ю.В. Березутского о том, что молодежь, нацеленная на эмпатию и солидарность, готова к активным формам жизнедеятельности значительно чаще, чем их рациональные сверстники [7].

Подробный анализ востребованности направлений социальной активности в разрезе муниципальных образований и возрастных групп (проведенный выше) позволит спланировать и организовать максимально учитывающие желания молодежи мероприятия.

4. Мнение молодежи об основных факторах, препятствующих и способствующих развитию, самореализации, жизнедеятельности.

При анализе основных причин участия молодежи в проектах и мероприятиях социальной активности установлено, что ими являются следующие причины: для саморазвития, чтобы помочь другим людям и потому что интересно. Опираясь на это и изучив основные интересы молодежи, можно повысить вовлеченность молодежи в общественную жизнь населенных пунктов. Анализ интересов возрастных групп приведен для каж-

дого муниципального образования, а также в анализе городских и сельских населенных пунктов. Следует отметить, что первые три самые значимые причины для всех возрастных групп одинаковые, но последующие могут различаться. Например то, что быть социально активным сейчас престижно, чаще упоминали респонденты в возрасте до 18 лет и 18-24 лет. Это можно использовать при организации вовлечения в общественную деятельность участников разных возрастных групп.

Анализ причин невовлечения в мероприятия и проекты социальной активности показал следующие наиболее часто упоминающиеся причины: плохо информирован (37%), в неудобное время проводится или график работы неудобен (33%), нет креатива (17%), мне не интересно (17%). Именно в таком порядке (почти) выглядит перечень и для села, но сельские респонденты на третье место поставили «я стесняюсь или боюсь быть осмеянным» (20%).

Также респонденты высказывали причины, непосредственно препятствующие реализации собственных проектов. Наиболее активными оказались респонденты города Губкинского и Салехарда, наименее активными из города Лабитнанги. Более всего причин, которые мешают реализации индивидуального проекта, указали респонденты Салехарда. Основными причинами респонденты всех муниципальных образований называют нехватку финансов и помещений, сложности во взаимодействии с органами власти (аппарат и законодательство), отсутствие поддержки властей и населения, недостаток информации и знаний, сложная логистика.

5. Оценка условий жизни молодежи.

При анализе условий жизни молодежи в населенных пунктах была использована теория потребностей человека Маслоу, актуальность применения которой в современных исследованиях обоснована [5]. Были сформулированы семь утверждений, в отношении которых респонденты выставляли свои оценки по десятибалльной шкале. Наиболее высоко оцененным респондентами оказалось удовлетворение потребности в безопасности жизни в населенных пунктах, расположенных в сельских населенных пунктах северных районов ЯНАО. Возрастная группа до 18 лет во всех муниципальных образованиях была наиболее оптимистична и выставила наивысшие баллы по всем утверждениям, а вот наименее оптимистичной в городах оказались респонденты старше 35 лет, а в сельской местности это возрастная группа 25-30 лет. Среди городов наименее удовлетворенными оказались респонденты из Тарко-Сале и Салехарда, а наиболее удовлетворенными из Муравлено и Губкинского.

6. Социальные ожидания молодежи относительно своего будущего.

Распределение в разрезе муниципальных образований (рис. 2).



Рис. 2. Процент респондентов, желающих уехать из своего населенного пункта в течение 5 лет

Значительная часть молодежи во всех муниципальных образованиях желает уехать ранее чем через 5 лет – 29% (в основном это молодежь до 18 лет), еще 10% хотят уехать через 5 лет, 16% останутся в ЯНАО до пенсии (в основном это респонденты старше 35 лет) и лишь 12% хотят остаться здесь навсегда. Всего 43% респондентов желают, чтобы их дети оставались жить и работать в их населенных пунктах (рис. 3).

Есть также высказывания респондентов относительно неясности перспектив населенных пунктов, особенно в сельской местности. Это влияет на их поведение – неясное будущее мешает заниматься индивидуальной проектной деятельностью.

7. Мнение молодежи о повышении эффективности государственной молодежной политики.

Респонденты надеются в результате эффективной государственной молодежной политики увидеть качественные изменения в социально-экономических условиях жизнедеятельности молодежи в своих населенных пунктах: создание современных инновационных рабочих мест для молодежи, повышение качества помощи и сопровождения в реализации индивидуальных молодежных проектов; создание финансовых и нормативных условий, предоставление помещений и площадок для организации на территории населенных пунктов площадок для общения, досуга

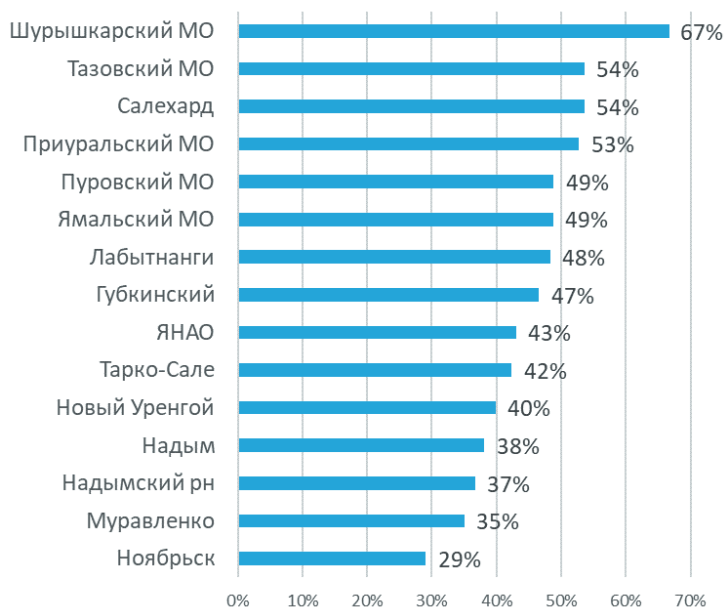


Рис. 3. Процент респондентов, желающих, чтобы их дети остались жить и работать в их населенных пунктах

и реализации себя в творчестве и профессиональной деятельности в креативных отраслях. Все это позволит молодым людям, с одной стороны, реализовать себя, а с другой стороны, быть востребованными и полезными обществу, что (по мнению респондентов) должно быть непременно связано с улучшением морального облика молодежи, которая станет культурнее, здоровее, сплоченнее, инициативнее, патриотичнее, которая посвятит свою профессиональную и общественную деятельность своему населенному пункту и не захочет уезжать в другие регионы.

8. Потенциальная подверженность молодежи деструктивному и экстремистскому влиянию.

В целом по всем муниципальным образованиям ЯНАО 9% респондентов указали, что у них есть знакомые, подверженные деструктивному воздействию, и еще 19% указали, что слышали о таких. В общем, потенциально подверженных деструктивному воздействию выявлено 28% респондентов. В сельской местности доля потенциально подверженных несколько ниже, чем в городах. Это хорошо коррелирует с результатами исследования субъективного благополучия [9], где приводятся данные о негативном воздействии городской среды на молодежь. Так, максимальный процент подверженности деструктивному воздействию на селе наблюдается в возрастной группе до 18 лет (31%) и старше 35 лет (32%), а

в городах это возрастные группы до 18 лет (34%) и 18-24 года (35%). Если сравнивать города, то максимальное потенциальное деструктивное воздействие выявлено в городе Ноябрьске (33%), а минимальное в городе Губкинском (17%).

Заключение

Выявлено, что основной причиной низкой социальной активности молодежи является плохая информированность о проводимых мероприятиях и имеющихся возможностях реализации индивидуальных проектов. Но, несмотря на это, есть достаточно высокий спрос молодежи на участие в проектах и мероприятиях разной направленности: наиболее удовлетворенным спросом в разных муниципальных образованиях являются направления спортивной, культурной жизни и мероприятия экологической направленности, а наименее удовлетворенный спрос у мероприятий поисковых акций, общественно-политической деятельности, медицинского, медиа- и онлайн-волонтерства. Возрастная группа молодежи от 18 до 24 лет оказалась наименее удовлетворенной и обозначила наиболее для нее проблемные области: образование, трудоустройство, досуг.

На основании проведенного анализа сформулированы предложения по увеличению социальной активности молодежи ЯНАО и повышению эффективности государственной молодежной политики ЯНАО.

1. Необходимо провести работу по улучшению информирования населения о мероприятиях государственной молодежной политики, реализуемых проектах, успешных реализациях индивидуальных инициатив молодежи. Для этого использовать наиболее популярные каналы распространения информации целевой аудитории – TikTok, Instagram, ВКонтакте. Эффективно использовать технологии маркетинга в социальных сетях. Учитывая востребованность участия молодежи в медиа- и онлайн-волонтерстве, организовать медиасообщество волонтеров, которое может решить проблему информированности населения о проводимых мероприятиях и организации сбора и обработки обратной связи от населения.

2. Для уменьшения вероятности использования неудовлетворенного спроса молодежи на участие в общественно-политической деятельности деструктивными силами особое внимание следует уделить доступности участия, открытости и широкому освещению молодежных общественно-политических проектов, сбору и отработке предложений от молодежи, организации обсуждений на онлайн-площадках и в реальном общении, разработке новых форматов вовлечения молодежи в общественно политическую деятельность.

3. Обеспечить организацию малых форм дополнительного образования для разных возрастных групп: краткосрочные курсы, мастер-классы,

воркшопы, лабораториумы и прочие современные формы работы с молодежью и детьми, чтобы они могли попробовать большее число разных направлений активности. Таким образом решится проблема вовлечения детей и молодежи в дополнительное образование и будут созданы рабочие места для молодых преподавателей и мастеров.

4. Инициировать открытие на территории населенных пунктов (особенно крупных городов) досуговых центров, сочетающих возможность дополнительного образования для школьников после основных уроков, общения и досуга студентов и работающей молодежи, семейного отдыха и времяпрепровождения. Использовать их для проведения ярмарок активностей для ознакомления населения с имеющимися возможностями проявления своей активности и инициатив по разным направлениям в рамках населенного пункта. Это касается всех возрастов от дошколят до пенсионеров.

5. Молодежь 18-24 лет – кадровый потенциал региона. Они не уехали учиться в другие регионы и с большой долей вероятности останутся работать здесь. Необходимо провести более глубокое исследование проблем этой возрастной группы молодежи. А для обеспечения адресной консультативной, юридической и материальной помощи особо нуждающимся молодым людям организовать при муниципалитетах Попечительские советы или предложить выполнять эти функции другим организациям, работающим на их территории.

6. Формировать единый план мероприятий в рамках одного населенного пункта и доводить его до сведения населения (в том числе для молодежи, по всем задействованным ведомствам: культура, спорт, образование, молодежная политика, внутренняя политика). Согласовывать проведение мероприятий разными ведомствами и по возможности совмещать, что приведет к увеличению вовлеченной молодежи и эффективному использованию ресурсов.

7. Ввиду высокой востребованности идейно-воспитательной работы с молодежью разработать мероприятия по поиску и широкому освещению среди населения (молодежи) положительных примеров из жизни с применением современных медиатехнологий, описывающие реальные примеры из жизни молодых людей, их способы решения проблем или просто истории, как можно жить в наше время в своем городе или поселке и быть успешным, счастливым, востребованным обществом.

Не будем утверждать, что предложенные меры приведут к стопроцентной реализации потенциала социальной активности молодежи, скорее, наоборот, убеждены, что какая-то часть так и останется лишь потенциальной. Есть исследования [10], данные которых свидетельствуют о том, что применяемые схемы стимулирования не являются простым решением улучшения поведения молодых людей, однако есть свидетельства того, что стимулы могут быть полезны.

Список источников

1. Горшков М.К., Шереги Ф.Э. Молодежь России в зеркале социологии. К итогам многолетних исследований: [монография] / М.К. Горшков, Ф.Э. Шереги – М: ФНИСЦ РАН, 2020. – 688 с. ISBN 978-5-89697-327-0 DOI: 10.19181/monogr.978-5-89697-325-6.2020
2. Березутский Ю.В. Социальная активность молодежи региона: социологический анализ / Ю.В. Березутский; Дальневосточный институт управления – филиал РАНХиГС. – Хабаровск: Дальневосточный институт управления – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 2019. – 174 с. – ISBN 9785944562739.
3. Елишев С.О. Молодежная проблематика и подходы к определению понятия «молодежь» в социологии // Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. 2017. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/molodezhnaya-problematika-i-podhody-k-opredeleniyu-ponyatiya-molodezh-v-sotsiologii> (дата обращения: 11.10.2021).
4. Омельченко Е.Л. Солидарности и культурные практики российской молодежи начала XXI века: теоретический контекст / Е.Л. Омельченко // Социологические исследования. – 2013. – № 10 (354). – С. 52-61. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20366244>
5. Зубок Ю.А. Проблемы социального развития молодежи в условиях риска / Ю.А. Зубок // Социологические исследования. – 2003. – № 4 (228). – С. 42. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17299582>
6. Луков В.А. Концептуализация молодежи в XXI веке: новые идеи и подходы / В.А. Луков // Социологические исследования. – 2012. – № 2 (334). – С. 21-30. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17685881>
7. Зубок Ю.А. Социальная активность молодежи: мировоззренческие основания саморегуляции / Ю.А. Зубок, Ю.В. Березутский // Власть и управление на Востоке России. – 2020. – № 2 (91). – С. 89-105. – DOI: 10.22394/1818-4049-2020-91-2-89-105.
8. Kenrick, D. T., Griskevicius, V., Neuberg, S. L., & Schaller, M. (2010). Renovating the Pyramid of Needs. // *Perspectives on Psychological Science*, 5(3), 292–314. DOI: 10.1177/1745691610369469
9. Morgan, M. L., Vera, E. M., Gonzales, R. R., Conner, W., Bena Vacek, K., & Dick Coyle, L. (2009). Subjective Well-Being in Urban Adolescents: Interpersonal, Individual, and Community Influences. // *Youth & Society*, 43(2), 609–634. DOI: 10.1177/0044118x09353517
10. Kavanagh, J., Oakley, A., Harden, A., Trouton, A., & Powell, C. (2010). Are incentive schemes effective in changing young people’s behaviour? A systematic review. // *Health Education Journal*, 70(2), 192–205. DOI: 10.1177/0017896910375878.

References

1. Gorshkov M.K., Sheregi F.E. Youth of Russia in the Mirror of Sociology. To the results of years of research: [monograph] / M.K. Gorshkov M.K., Sheregi F.E. – Moscow: Federal Center of Theoretical and Applied Sociology of the Russian Academy of Sciences, 2020. – 688 p. ISBN 978-5-89697-327-0 DOI 10.19181/monogr.978-5-89697-325-6.2020.
2. Berezutskiy Yu.V. Far-East Institute of Management - Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration. - Khabarovsk, 2019. - 174 p. - ISBN 9785944562739.
3. Elishev S.O. Youth issues and approaches to the definition of the concept of “youth” in sociology // Moscow State University Bulletin. Series 18. Sociology and Political Science. 2017. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/molodezhnaya-problematika-i-podhody-k-opredeleniyu-ponyatiya-molodezh-v-sotsiologii> (date of reference: 11.10.2021).
4. Omelchenko E.L. Solidarity and cultural practices of Russian youth at the beginning of the 21st century: theoretical context / E. L. Omelchenko // Sociological Studies. – 2013. – № 10(354). – pp. 52–61. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20366244>.
5. Zubok Yu.A. Problems of social development of young people at risk / Y.A. Zubok // Sociological Studies. - 2003. - № 4(228). - P. 42. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17299582>.
6. Lukov V.A. Conceptualization of youth in the 21st century: new ideas and approaches / V.A. Lukov // Sociological Studies. - 2012. - № 2(334). - pp. 21–30. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17685881>.
7. Zubok Yu.A. Social activity of young people: worldview bases of self-regulation / Yu.A. Zubok, Yu.V. Berezutskiy // Power and Management in the East of Russia. – 2020. – № 2(91). – pp. 89–105. – DOI: 10.22394/1818-4049-2020-91-2-89-105.
8. Kenrick, D. T., Griskevicius, V., Neuberg, S. L., & Schaller, M. (2010). Renovating the Pyramid of Needs. // Perspectives on Psychological Science, 5(3), 292–314. DOI: 10.1177/1745691610369469.
9. Morgan, M. L., Vera, E. M., Gonzales, R. R., Conner, W., Bena Vacek, K., & Dick Coyle, L. (2009). Subjective Well-Being in Urban Adolescents: Interpersonal, Individual, and Community Influences. // Youth & Society, 43(2), 609–634. DOI: 10.1177/0044118x09353517.
10. Kavanagh, J., Oakley, A., Harden, A., Trouton, A., & Powell, C. (2010). Are incentive schemes effective in changing young people’s behaviour? A systematic review. // Health Education Journal, 70(2), 192–205. DOI: 10.1177/0017896910375878.

Сведения об авторе

Сухова Екатерина Александровна, 1976 г.р., окончила Тюменский государственный нефтегазовый университет по специальности «управление и информатика в технических системах» в 2000 году. С 2012 года – ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (Салехард, Россия), младший научный

сотрудник. Область научных интересов: социология, демография, обработка данных ИИ.

Information about the author

Ekaterina Alexandrovna Sukhova, born in 1976, graduated from the Tyumen State Oil and Gas University in 2000 with a degree in Management and Informatics in Technical Systems. Junior researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Salekhard, Russia) since 2012. Research interests: sociology, demography, AI data processing.

Статья поступила в редакцию 08.10.2021 г., принята к публикации 02.12.2021 г.

The article was submitted on October 8, 2021, accepted for publication on December 2, 2021.

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. № 4. (113). С. 122-134.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. № 4. (113). P. 122-134.

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

Научная статья

УДК 330.59 (470.345)

doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.008

К ЮБИЛЕЮ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ТАЁЖНЫХ ЛЕСОВ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОЕКТА «ЛЕТОПИСЬ ПРИРОДЫ ЕВРАЗИИ»: ОБЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И «ДОЧЕРНИЕ» ПРОЕКТЫ

*Юрий Павлович Курхинен^{1, 2}, Отсо Оваскайнен^{3, 4, 5}, Томас
Рослин^{6, 7}, Мария Дельгадо⁸, Сергей Николаевич Гашев⁹,
Алёна Юрьевна Левых¹⁰, Александр Михайлович Крышень¹¹,
Яана Кекконен¹², Ханна Суси¹³*

¹Университет Хельсинки, Хельсинки, Финляндия

²Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,
Россия

³Университет Хельсинки, Хельсинки, Финляндия

⁴Университет Йювяскюля, Йювяскюля, Финляндия

⁵Норвежский университет науки и технологий, Тронхейм, Норвегия

⁶Шведский университет сельскохозяйственных наук, Уппсала, Швеция

⁷Университет Хельсинки, Хельсинки, Финляндия

⁸Университет Овьедо, Мьерес, Испания

⁹Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

¹⁰Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

¹¹Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,
Россия

¹²Университет Хельсинки, Хельсинки, Финляндия

¹³Университет Хельсинки, Хельсинки, Финляндия

^{1, 2}kurhinenj@gmail.com

^{3, 4, 5}otso.ovaskainen@helsinki.fi

^{6,7}*tomas.roslin@helsinki.fi*

⁸*delgado.mmar@gmail.com*

⁹*gsn-61@mail.ru*

¹⁰*aljurlev@mail.ru*

¹¹*kryshen@krc.karelia.ru*

¹²*jaana.kekkonen@helsinki.fi*

¹³*hanna.susi@helsinki.fi*

Аннотация. В статье представлены основные сведения о международном проекте «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем», реализующемся на базе Университета Хельсинки, исторические предпосылки появления проекта на севере Евразии в 2011 году, состав участников проекта, механизм его реализации, некоторые результаты, направления развития и тематика «дочерних» проектов, значение проекта для развития международного сотрудничества и изучения влияния глобальных процессов на биологическое разнообразие Евразии.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, таёжные леса, международный проект, летопись природы, климатические изменения.

Цитирование: Ю.П. Курхинен, О. Оваскайнен, Т. Рослин, М. Дельгадо, С.Н. Гашев, А.Ю. Левых, А.М. Крышень, Я. Кекконен, Х.С. Суси. К юбилею исследований биологического разнообразия таёжных лесов в рамках международного проекта «Летопись природы Евразии»: общие результаты и «дочерние» проекты // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. (113). № 4. С. 122-134. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.008

Original article

ANNIVERSARY OF TAIGA FORESTS BIODIVERSITY STUDIES WITHIN THE INTERNATIONAL PROJECT “EURASIAN CHRONICLE OF NATURE”: GENERAL RESULTS AND SUBSIDIARY PROJECTS

Juri P. Kurhinen^{1,2}, Otso Ovaskainen^{3,4,5}, Tomas Roslin^{6,7}, Maria Delgado⁸, Sergey N. Gashev⁹, Alyona Yu. Levykh¹⁰, Alexander M. Kryshen¹¹, Jaana Kekkonen¹², Hanna Susi¹³

¹*University of Helsinki, Helsinki, Finland*

²*Forest Research Institute of Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia*

³*University of Helsinki, Helsinki, Finland*

⁴*University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland*

⁵*Norwegian university of science and technology, Trondheim, Norway*

⁶*Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden*

⁷*University of Helsinki, Helsinki, Finland*

⁸*Oviedo University, Mieres, Spain*

⁹*Tyumen State University, Tyumen, Russia*

¹⁰*Arctic Research Center, Salekhard, Russia*

¹¹*Forest Research Institute of Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia*

¹²*University of Helsinki, Helsinki, Finland*

¹³*University of Helsinki, Helsinki, Finland*

^{1, 2}*kurhinenj@gmail.com*

^{3, 4, 5}*otso.ovaskainen@helsinki.fi*

^{6, 7}*tomas.roslin@helsinki.fi*

⁸*delgado.mmar@gmail.com*

⁹*gsn-61@mail.ru*

¹⁰*aljurlev@mail.ru*

¹¹*kryshen@krc.karelia.ru*

¹²*jaana.kekkonen@helsinki.fi*

¹³*hanna.susi@helsinki.fi*

Abstract. The article presents basic information about the international project «Eurasian Chronicle of Nature: Large Scale Analysis of Changing Ecosystems», implemented by the University of Helsinki, such as, historical background of the project in the North of Eurasia in 2011, the project participants, its implementation mechanism, some results, directions of development and topics of its subsidiary projects, the importance of the project for the development of international cooperation and for the research of the global processes influence on the biological diversity of Eurasia.

Keywords: biodiversity, taiga forests, international project, nature chronicle, climate change.

Citation: J.P. Kurhinen, O. Ovaskainen, T. Roslin, M. Delgado, S.N. Gashev, A.Yu. Levykh, A.M. Kryshen, J. Kekkonen, H. Susi. Anniversary

of taiga forests biodiversity studies within the international project "Eurasian Chronicle of Nature": general results and subsidiary projects // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. (113). № 4. P. 122-134. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.008

В 2021 г. исполнилось 10 лет с момента запуска на базе Университета Хельсинки международного проекта, получившего впоследствии название «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем» (руководитель проекта – профессор Отсо Оваскайнен, координатор – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Юрий Курхинен). Возникновение международного проекта именно на севере Европы и именно в 2011 г. имеет свои предпосылки. Задолго до начала его разработки (фактически с конца 1970-х годов) финскими и российскими учёными велись активные совместные исследования на приграничных территориях Финляндии и России, в том числе в начале XXI в. проводилось углублённое изучение отдельных аспектов биологического разнообразия и его динамики в связи с антропогенным воздействием, а также была выдвинута и разрабатывалась концепция «таёжных коридоров» Фенноскандии [1-2], которая получила свое продолжение и в рамках данного проекта.

Проект реализуется путём чередования этапов: 1) полевые исследования и камеральная обработка данных; 2) создание единой базы данных, её статистический и содержательный анализ; 3) выдвижение новых научных гипотез. Основные результаты проекта и новые научные гипотезы обсуждаются на ежегодных международных научных семинарах.

Первые семинары проекта с широким участием заповедников европейской части России состоялись на базе Природного парка «Оленьи ручьи» (стартовый семинар, Свердловская область, 2011), научно-исследовательской станции «Мекриярви» (Финляндия, 2012), Национального парка «Водлозерский» (Петрозаводск, 2013).

Первоначально проект был направлен на исследование биологического разнообразия таёжных лесов во взаимосвязи с антропогенными изменениями ландшафтов, в том числе разработку прикладных рекомендаций для природопользователей. Однако увеличение количества участников и расширение базы данных проекта открыло возможности для совместного изучения биологического разнообразия не только таёжной зоны, но и биогеоценозов других природных зон, и совместного изучения влияния на биоту Евразии глобальных природных процессов.

К настоящему времени в базе проекта объединены данные со 114 особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на постсоветском пространстве, в том числе с 92 ООПТ России. В качестве партнёров в проекте задействовано более 500 исследователей из 180 научных организаций и

ООПТ России, Финляндии, Белоруссии, Швеции, Узбекистана, Казахстана, Киргизстана, Грузии и других стран.

Помимо заповедников и национальных парков в работе проекта активно участвуют подразделения Российской академии наук (ФИЦ «Карельский научный центр РАН», г. Петрозаводск; ФГБУН «Институт экологии растений и животных УрО РАН», г. Екатеринбург; ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН», г. Москва, и др.), ряд российских университетов (ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» и др.). В 2021 г. заключён договор на научно-образовательное сотрудничество Университета Хельсинки и ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», в том числе в рамках проекта.

Очень востребованными оказались сегодня фенологические данные, которые позволяют вести научные исследования по актуальному направлению «Изучение воздействия изменения климата на природные экосистемы и изменения взаимодействия человека с природой в связи с климатическими факторами». В рамках проекта подготовлены и опубликованы более 500 тыс. записей о фенологических явлениях [4-5]. Это направление предполагается развивать в ближайшее время, в том числе в аспекте изучения динамических процессов в популяциях и сообществах на фоне климатических изменений.

На сегодняшний день ждут своего осмысления и опубликования значительные массивы данных по: 1) массовым учётам охотничьих животных; 2) массовым учётам мелких млекопитающих; 3) массовым учётам птиц на маршрутах, в том числе в рамках «Летописей природы» заповедников России и стран СНГ, представляющих бесценный банк многолетних данных по разным группам живых организмов и уникальный опыт длительного экологического мониторинга.

Независимо от объёма камеральных, статистических, аналитических работ, выполняющихся исследователями и специалистами по работе с базами данных Университета Хельсинки, сотрудничество по проекту строится на основе принципа непреходящего авторства организаций-партнёров и отдельных исследователей, предоставивших материалы в общую базу данных. В рамках проекта в высокорейтинговых журналах опубликован ряд совместных публикаций с большим количеством соавторов [4-12].

Ход реализации проекта постоянно освещается и обсуждается на научно-практических мероприятиях международного и всероссийского (с международным участием) уровня [13-17]. Краткое обсуждение проекта состоялось на международном онлайн-семинаре «Актуальные вопросы изучения арктических и субарктических экосистем в условиях глобализации природных и социальных процессов», прошедшем 21 мая 2021 г. на базе ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» в г. Салехарде.

Алгоритм разработки проекта с самого начала предусматривал проведение ежегодных семинаров, в которых должен участвовать по меньшей мере один представитель от Университета Хельсинки. В результате систематической работы появлялись дополнительные возможности участия в семинарах для сотрудников весьма удалённых ООПТ. Официальная часть семинара обычно направлена на решение следующих задач: анализ материалов проекта, накопленных в Базе данных; обсуждение публикаций проекта: а) уже опубликованных, б) подготовленных к публикации и в) находящихся на стадии подготовки; обсуждение сотрудничества с другими проектами и базами данных; анализ функционирования материнского проекта и перспективы «дочерних» проектов; планирование работы на следующий год. Наряду с этим существует неофициальный («социальный») аспект работы семинара – в течение нескольких дней сотрудники ООПТ и других организаций-партнёров общаются, делятся опытом, планами, совместно решают методические вопросы. В настоящее время стало ясно, что и этот аспект работы очень важен для участников сети сотрудничества.

В настоящее время в рамках основного проекта «Летопись природы Евразии» исследователями Университета Хельсинки был инициирован и силами участников сформировавшейся международной сети сотрудничества реализуется ряд «дочерних» проектов по исследованию: 1) ареала, генетики и экологии обыкновенной летяги (*Pteromys volans* L., 1758) Евразии; 2) динамики численности тетеревиных птиц в современных условиях; 3) изменений структуры сообществ и динамики популяций мелких млекопитающих в условиях изменения климата; 4) исследованию ареала и популяционной генетики княженики (*Rubus arcticus* L., 1753) Евразии; 5) антропогенного влияния на адаптацию таёжных видов.

В целом 10-летний период работы по международному проекту «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем» показал, что он играет значимую роль в развитии международного научного сотрудничества; способствует объединению усилий большого количества учёных из разных стран в изучении влияния глобальных природных, антропогенных и социальных процессов на биологическое разнообразие Евразии; даёт возможность каждому участнику сети сотрудничества по согласованию с авторами материалов полевых исследований использовать материалы единой Базы данных для решения более частных исследовательских задач; позволяет в относительно сжатые сроки собрать обширный полевой материал для решения вновь возникающих актуальных исследовательских задач.

Список источников

1. Курхинен Ю.П. Млекопитающие Восточной Фенноскандии в условиях антропогенной трансформации таёжных экосистем / Ю.П. Курхинен, П.И. Данилов, Э.В. Ивантер; Российская акад. наук, Карельский науч. центр, Ин-т леса. — Москва: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2006. — 208 с.
2. Особенности и значение таёжных коридоров в Восточной Фенноскандии / Ю. Курхинен, А.Н. Громцев, П.И. Данилов [и др.] // Труды Карельского научного центра РАН. — 2009. — № 2. — С. 16-23.
3. Large-scale corridors to connect the taiga fauna to Fennoscandia / H. Lindèn H., P. Danilov, A. Gromtsev [et al.] // *Wildlife Biology*. — 2000. — Vol. 6. — P. 179-188. — doi: 10.2981/wlb.2000.007
4. Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology / O. Ovaskainen, C. Lo, G. Tikhonov // *Scientific data*. — 2020. — Vol. 7. — Issue 1. — P. 47. — doi: 10.1038/s41597-020-0376-z
5. Author Correction: Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology / O. Ovaskainen, C. Lo, G. Tikhonov [et al.] // *Scientific data*. — 2020. — Vol. 7. — Issue 1. — P. 118. — doi: 10.1038/s41597-020-0454-2
6. Phenological shifts of abiotic events, producers and consumers across a continent / T. Roslin, L. Antão, M. Hällfors [et al.] // *Nature Climate Change*. — 2021. — Vol. 11. — Issue 3. — P. 241-248. — doi: 10.1038/s41558-020-00967-7.
7. Differences in spatial versus temporal reaction norms for spring and autumn phenological events / M. Delgado, T. Roslin, G. Tikhonov [et al.] // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. — 2020. — Vol. 117. — Issue 49. — P. 31249-31258. — doi: 10.1073/PNAS.2002713117.
8. Рекомендации по унификации фенологических наблюдений в России / А.А. Минин, А.А. Ананин, Ю.А. Буйволов [и др.] // *Nature Conservation Research. Заповедная наука*. — 2020. — Т. 5(4). — С. 89–110. — doi: <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2020.060>.
9. Red squirrels decline in abundance in the boreal forests of Finland and NW Russia / T. Turkia, P. Danilov, J. Kurhinen [et al.] // *Ecography*. — 2018. — Vol.41. — Issue 8. — P. 1370-1379. — doi: 10.1111/ecog.03093.
10. The seasonal sensitivity of brown bear denning phenology in response to climatic variability / M. Degado, G. Tikhonov, E. Meyke [et al.] // *Frontiers in Zoology*. — 2018. — Vol.15. — Issue 41. — doi: <https://doi.org/10.1186/s12983-018-0286-5>
11. Brown bear attacks on humans: a worldwide perspective / G. Bombieri, J. Naves, V. Penteriani [et al.] // *Scientific Reports*. — 2019. — Vol. 9. — Issue 1. — P. 8573. — doi: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-44341-w>.
12. Внутривидовая дифференциация окраски зимнего меха *Pteromys volans* (Scuridae, Mammalia) в пределах ареала // С.Н. Гашев, С.Г. Бабина, С.Н. Бондарчук [и др.] // *Nature Conservation Research. Заповедная наука*. — 2019. — Т. 4 (4). — С. 65–72. — doi: <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2019.062>.
13. Анализ многолетней динамики численности мелких млекопитающих в лесных экосистемах Евразии (на примере полёвок рода *Myodes*) / Ю. Курхинен, Л. Хляп, А. Левых [и др.] // В книге: *Экология и эволюция: новые горизонты*.

- Материалы международного симпозиума, посвящённого 100-летию академика С.С. Шварца. Институт экологии растений и животных УрО РАН. – Екатеринбург: АНО ВО «Гуманитарный университет», 2019. – С. 65-68.
14. Участие лесостепных ООПТ в проекте «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем» / В.Н. Большаков, А.Ю. Кудрявцев, Ю.П. Курхинен [и др.] // Вопросы степеведения. – 2019. – № 15. – С. 52-54.
 15. Опыт исследований биологического разнообразия таёжных лесов в рамках международного проекта «Летопись природы Евразии» / Ю.П. Курхинен, В.Н. Большаков, М. Дельгадо [и др.] // В книге: Оценка состояния биоразнообразия: исследование стабильности развития: сборник материалов Всероссийской научной конференции (с международным участием), 29 мая 2019 г., г. Москва, 29-31 мая 2019 г., г. Тула / отв. ред. Е.Г. Шадрина. – Якутск: Электронное издательство НБ РС(Я), 2019. – С. 160 -167.
 16. Проект «Летопись Природы Евразии» как пример международного мониторинга состояния экосистем / Ю.П. Курхинен, В.Н. Большаков, И.С. Прохоров [и др.] // Экосистемные услуги и менеджмент природных ресурсов: материалы международной научно-практической конференции. – Тюмень: Вектор Бук, 2020. – С. 30-33.
 17. The international project “Eurasian Chronicle of Nature” as a tool for studying the contemporary environmental problems of large regions / J. Kurhinen, V. Bolshakov, I. Prokhorov I. [et al.] // in book: Eco Sapience – Ecological Consciousness of the 21st Century Human in Science, Education & Society: collection of scientific papers of the All-Russian Conference with international participation. Moscow, November 18–19, 2019. – Moscow: PFUR, 2019. – P. 28-32.

References

1. Kurhinen J.P. Mammals of Eastern Fennoscandia under conditions of anthropogenic transformation of taiga ecosystems / J.P. Kurhinen, P.I. Danilov, E.V. Ivanter; Russian Academy of Sciences, Karelian Research Center, Forest Institute. – Moscow: International Academic Publishing Company “Nauka/Interperiodica”, 2006. – 208 p. [In Russian]
2. Features and significance of taiga corridors in East Fennoscandia / J. Kurhinen, A. Gromtsev, P. Danilov [et al.] // Transactions of the Karelian research centre of the Russian academy of sciences. – 2009. – №2. – pp. 16-23.
3. Large-scale corridors to connect the taiga fauna to Fennoscandia / H. Lindèn H., P. Danilov, A. Gromtsev [et al.] // Wildlife Biology. – 2000. – Vol. 6. – pp. 179-188. – doi: 10.2981 / wlb.2000.007
4. Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology / O. Ovaskainen, C. Lo, G. Tikhonov // Scientific data. – 2020. – Vol. 7. – Issue 1. – P. 47. – doi: 10.1038 / s41597-020-0376-z
5. Author Correction: Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology / O. Ovaskainen, C. Lo, G. Tikhonov [et al.] // Scientific data. – 2020. – Vol. 7. – Issue 1. – P. 118. – doi: 10.1038/s41597-020-0454-2

6. Phenological shifts of abiotic events, producers and consumers across a continent / T. Roslin, L. Antão, M. Hällfors [et al.] // *Nature Climate Change*. – 2021. – Vol. 11. – Issue 3. – pp. 241-248. – doi: 10.1038/s41558-020-00967-7.
7. Differences in spatial versus temporal reaction norms for spring and autumn phenological events / M. Delgado, T. Roslin, G. Tikhonov [et al.] // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2020. – Vol. 117. – Issue 49. – pp. 31249-31258. – doi: 10.1073/PNAS.2002713117.
8. Recommendations to unify phenological observations in Russia / A.A. Minin, A. A. Ananin, Yu.A. Buyvolov [et al.] // *Nature Conservation Research*. – 2020. – Vol. 5(4). – pp. 89-110. – doi: <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2020.060>.
9. Red squirrels decline in abundance in the boreal forests of Finland and NW Russia / T. Turkia, P. Danilov, J. Kurhinen [et al.] // *Ecography*. – 2018. – Vol.41. – Issue 8. – pp. 1370-1379. – doi: 10.1111/ecog.03093.
10. The seasonal sensitivity of brown bear denning phenology in response to climatic variability / M. Degado, G. Tikhonov, E. Meyke [et al.] // *Frontiers in Zoology*. – 2018. – Vol.15. – Issue 41. – doi: <https://doi.org/10.1186/s12983-018-0286-5>
11. Brown bear attacks on humans: a worldwide perspective / G. Bombieri, J. Naves, V. Penteriani [et al.] // *Scientific Reports*. – 2019. – Vol. 9. – Issue 1. – P. 8573. – doi: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-44341-w>.
12. Intraspecific differentiation of winter fur colouring of *Pteromys volans* (Scuridae, Mammalia) within its range // S.N. Gashev, S.G. Babina, S.N. Bondarchuk [et al.] // *Nature Conservation Research*. – 2019. – Vol. 4(4). – pp. 65–72. – doi: <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2019.062>.
13. Analysis of the long-term population dynamics of small mammals in forest ecosystems of Eurasia (by the example of *Myodes*) / J. Kurhinen, L. Khljap, A.Levykh [et al.] // in book: *International Scientific Symposium: Ecology and evolution: New challenges*. Yekaterinburg, Russia, April 1–5. – Yekaterinburg: Autonomous non-profit organization of higher education «University of the Humanities», 2019. – pp. 65-68.
14. Participation of the forest-steppe protected areas in the project «Eurasian chronicle of nature: large scale analysis of changing ecosystems» / V.N. Bolshakov, A.Yu. Kudryavtsev, J.P. Kurhinen [et al.] // *Problems of Steppe Science*. – 2019. – № 15. – pp. 52-54.
15. Experience of Research of Biological Diversity of Boreal Forests within the Framework of the International Project “Eurasian Chronical of Nature” / Yu.P. Kurkhinen, V.N. Bolshakov, M. Delgado [etc.] // In the book: *Assessment of biodiversity: study of the development stability: collection of materials of the All-Russian scientific conference (with international participation), 29 May 2019, Moscow, 29-31 May 2019, Tula* / ed. by E.G. Shadrina. – Yakutsk: Electronic publishing house of the National Library of the Republic of Sakha (Yakutia), 2019. – pp. 160 -167.
16. Project «Eurasian Chronicle of Nature» as an example of international ecosystems monitoring / Yu.P. Kurkhinen, V.N. Bolshakov, I.S. Prokhorov [et al.] // *Ecosystem services and natural resource management: proceedings of the international scientific and practical conference*. – Tyumen: Vector Book, 2020. – pp. 30-33.

17. The international project “Eurasian Chronicle of Nature” as a tool for studying the contemporary environmental problems of large regions / J. Kurhinen, V. Bolshakov, I. Prokhorov I. [et al.] // in book: Eco Sapience – Ecological Consciousness of the 21st Century Human in Science, Education & Society: collection of scientific papers of the All-Russian Conference with international participation. Moscow, November 18–19, 2019. – Moscow: PFUR, 2019. – pp. 28-32.

Сведения об авторах

Юрий Павлович Курхинен, 1955 г.р., выпускник Петрозаводского государственного университета, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Университета Хельсинки (Финляндия), ведущий научный сотрудник Института леса Карельского научного центра РАН (Россия), координатор международного проекта «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем», руководитель международных проектов по изучению ареала, генетики и экологии летяги (*Pteromys volans* L., 1758) Евразии; динамики численности тетеревиных птиц в современных условиях; изменений структуры сообществ и динамики популяций мелких млекопитающих в условиях изменения климата. Область научных интересов: экология популяций и сообществ, ландшафтная экология, охрана лесных экосистем, эволюционная биология.

Отсо Оваскайнен, 1970 г.р., выпускник Университета Хельсинки, доктор математики (1998), профессор математической экологии (2009), профессор Университета Хельсинки. С 2011 г. руководит международным проектом «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем». С 2006-го по 2017 год был членом Финского Совета Европы (Центр передового опыта в исследованиях метапопуляций), в 2018 г. вместе с четырьмя другими исследователями основал «Исследовательский центр экологических изменений (REC)». В настоящее время руководит исследовательской группой «Statistical Ecology Research Group (SERG)», специализирующейся на разработке новых статистических методов, позволяющих максимально использовать экологические данные. Область научных интересов: экологическое моделирование, биология метапопуляций, популяционная генетика и эволюционная биология.

Томас Рослин, доктор философии (PhD), научный сотрудник Университета Хельсинки, научный сотрудник Шведского университета сельскохозяйственных наук. Область научных интересов: агроэкология, агробиоразнообразии, экология и эволюционная биология, метасообщества.

Мария Дельгадо, 1979 г.р., доктор философии (PhD), научный сотрудник Университета Овьедо, руководитель международного проекта по изучению взаимодействия крупных хищников и человека. Область научных интересов: сохранение биоразнообразия, экология движения, фенология.

Сергей Николаевич Гашев, 1961 г.р., в 1983 г. окончил Тюменский государственный университет по специальности «биология», доктор биологических наук, профессор. С 1991 г. по настоящее время работает в Тюменском государственном университете, с 1997 г. по настоящее время заведует кафедрой зоологии и эволюционной экологии животных. Область научных интересов: фаунистика, зоогеография и история фаун, териология, орнитология, герпетология и батрахология, экологический мониторинг, устойчивость сообществ и экосистем.

Алёна Юрьевна Левых, 1969 г.р., в 1991 г. окончила Тюменский государственный университет по специальности «биология», квалификация «биолог, преподаватель биологии, химии», кандидат биологических наук, доцент. С 1991-го по 2020 г. преподавала в Ишимском педагогическом институте им. П.П. Ершова (филиале) Тюменского государственного университета, с 2005-го по 2010 г. и с 2012-го по 2020 г. заведовала кафедрой биологии, географии и методики их преподавания. С 2021 года работает в ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (г. Салехард, Россия) заведующей химико-аналитической лабораторией. Область научных интересов: популяционная биология мелких млекопитающих, экология популяций и сообществ животных, общая экология.

Александр Михайлович Крышень, 1959 г.р., в 1983 г. окончил биолого-почвенный факультет Ленинградского государственного университета им. А.А. Жданова (в настоящее время – Санкт-Петербургский государственный университет) по специальности «биология», доктор биологических наук, заслуженный деятель науки Карелии. С 1983 г. работает в Институте леса Карельского научного центра РАН, с 2013 г. по настоящее время в должности директора. Заместитель главного редактора журнала «Труды Карельского научного центра РАН», ответственный редактор серии «Биогеография» журнала «Труды Карельского научного центра РАН», член редколлегий научных журналов «Растительные ресурсы» и «Сибирский лесной журнал». Область научных интересов: флора и растительность, экология растений, биогеография, лесоведение, лесовосстановление, фитосоциология.

Яана Кекконен, 1981 г.р., доктор философии (PhD), научный сотрудник Университета Хельсинки, руководитель международного проекта по изучению антропогенного влияния на адаптацию таёжных видов. Область научных интересов: ландшафтная генетика и геномика, популяционная генетика, эволюционная биология, экология.

Ханна Суси, доктор философии (PhD), научный сотрудник Университета Хельсинки, руководитель международного проекта по исследованию ареала и популяционной генетики княженики (*Rubus arcticus* L., 1753) Евразии. Область научных интересов: экология, эволюционная биология.

Information about the authors

Yuri Pavlovich Kurhinen, born in 1955, a graduate of the Petrozavodsk State University, Doctor of Sciences (Biology), Professor, a leading researcher of the University of Helsinki (Finland), a leading researcher of the Forest Institute of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences (Russia), a coordinator of the international project “Eurasian Chronicle of Nature: Large Scale Analysis of Changing Ecosystems”, the head of international projects on the study of the range, genetics and ecology of the voles (*Pteromys volans* L., 1758) of Eurasia; the population dynamics of grouse birds in modern conditions; changes in community structure and population dynamics of small mammals under climate change conditions. Research interests: population and community ecology, landscape ecology, forest ecosystem protection, evolutionary biology.

Otso Ovaskainen, born in 1970, a graduate of the University of Helsinki, doctor of mathematics (1998) and professor of mathematical ecology (2009). Since 2011, he has been leading the international project “Eurasian Chronicle of Nature: Large Scale Analysis of Changing Ecosystems”. From 2006 to 2017, he had been a member of the Finnish Council of Europe (the Center of Excellence in Metapopulation Research), in 2018 with four other researchers he founded the «Research Center for Ecological Change (REC)». Currently, he leads the Statistical Ecology Research Group (SERG), which specializes in developing new statistical methods to maximize the use of ecological data. Research interests: ecological modeling, metapopulation biology, population genetics and evolutionary biology.

Tomas Roslin, Doctor of Philosophy (PhD), a researcher at the University of Helsinki, a researcher at the Swedish University of Agricultural Sciences. Research interests: agroecology, agrobiodiversity, ecology, evolutionary biology, metacommunities.

Maria Delgado, born in 1979, graduated from University of Sevilla, Doctor of Philosophy (PhD), a researcher at the University of Oviedo, the head of the international project on the large carnivores and humans. Research interests: conservation of biodiversity, movement ecology, phenology..

Sergey Nikolayevich Gashev, born in 1961, graduated from the Tyumen State University in 1983 with a degree in biology, Doctor of Sciences (Biology), professor. Since 1991, he has been working at Tyumen State University since 1997 being the head of the Department of Zoology and Evolutionary Ecology of Animals. Research interests: faunistics, zoogeography and history of faunas, theriology, ornithology, herpetology and batrachology, environmental monitoring, sustainability of communities and ecosystems.

Alyona Yurievna Levykh, born in 1969, graduated from the Tyumen State University in 1991 with a degree in biology, qualification «Biologist, teacher of biology and chemistry», Candidate of Sciences (Biology), an associate professor.

From 1991 to 2020 she had been a teacher at the Ishim State Pedagogical Institute named after P.P. Ershov (the branch of the Tyumen State University). From 2005 to 2010 and from 2012 to 2020, she had been the head of the department of biology, geography and methods of their teaching. Since 2021, she has been working at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Salekhard, Russia) as the head of the chemico-analytical laboratory. Research interests: population biology of small mammals, ecology of animal populations and communities, general ecology.

Alexander Mikhailovich Kryshen, born in 1959, graduated from the Faculty of Biology of A.A. Zhdanov Leningrad State University (now St. Petersburg State University) in 1983 with a degree in biology, Doctor of Sciences (Biology), an Honored Scientist of Karelia. Since 1983 he has been working at the Forest Institute of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, being its head since 2013. He is the Deputy Editor-in-Chief of the journal «Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», the Executive Editor of the series «Biogeography» of the journal «Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», a member of the editorial boards of the scientific journals «Vegetative Resources» and «Siberian Forest Journal». Research interests: flora and vegetation, plant ecology, biogeography, forestry, reforestation, phytosociology.

Jaana Kekkonen, born in 1981, Doctor of Philosophy (PhD), a researcher at the University of Helsinki, the head of the international project on the anthropogenic impact on the adaptation of taiga species. Research interests: landscape genetics and genomics, population genetics, evolutionary biology, ecology.

Hanna Susi, Doctor of Philosophy (PhD), a researcher at the University of Helsinki, the head of the international project on habitat and population genetics of Eurasian artemisia (*Rubus arcticus* L., 1753). Research interests: ecology, evolutionary biology.

Статья поступила в редакцию 15.10.2021 г., принята к публикации 02.12.2021 г.

The article was submitted on October 15, 2021, accepted for publication on December 2, 2021.

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District

№ 4 (113). 2021

В журнале публикуются исследования, посвященные вопросам развития Арктического региона планеты. Для нас важно представить комплексный взгляд на процессы, происходящие в этом регионе, поэтому принимаются рукописи, освещающие проблематику с разных точек зрения — исторической, экономической, экологической, биологической, социокультурной.

Особое внимание уделяется исследованиям истории и образа жизни коренных малочисленных народов Севера, методов адаптации человека к экстремальным условиям Арктики, климатологии и криологии Земли.

Журнал ориентирован на исследователей, работников органов государственного и муниципального управления, аспирантов и студентов университетов стран Арктики.

Журнал является рецензируемым, индексируется и реферируется в наукометрической базе данных Российского Индекса Научного Цитирования (РИНЦ).

Сайт журнала: <http://magazine.arctic89.ru/>

12+

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ №ФС77-81250 от 08.06.2021 г.

Учредитель и издатель: ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»

Адрес учредителя, издателя и редакции:

629008, Россия, Ямало-Ненецкий АО, г. Салехард, ул. Республики, 20, оф. 203,
тел. 8 (34922) 4-41-32, e-mail: vvp2014@bk.ru

Подписной индекс: П6404

Распространяется в печатном виде. Все статьи журнала находятся в открытом доступе (Open Access)

Фото на обложке: Григорий Покрас (г. Москва)

© Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики»

Подписано в печать 07.12.2021. Формат 70x100¹/₁₆.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 10,08.

Гарнитура Newton. Бумага Bio Top. Тираж 100 экз. Заказ № 337660.

Отпечатано в типографии «Золотой тираж» (ООО «Омскбланкиздат»)

г. Омск, ул. Орджоникидзе, 34,

тел. (3812) 212-111

www.золотойтираж.рф
