# Презентация к отчёту по договору № 12/2022-И

***Публикация журнала «Лёд и Снег»***
***и сборников «Вопросы географии».***

ISSN 2076-6734 (Print)
ISSN 2412-3765 (Online)

# Лёд и Снег
# Ice and Snow



Том 62
№ 3, 2022

Индекс 41519

Лёд и Снег Том 62 № 3, 2022 Ice and Snow

## СОДЕРЖАНИЕ

**Ледники и ледниковые покровы**

***Б.Р. Мавлюдов.*** Летний баланс массы ледникового купола Беллинсгаузен на острове Кинг-Джордж, Антарктика. ..... 325

**Снежный покров и снежные лавины**

***Н.И. Быков, Д.В. Черных, Д.К. Першин, Р.Ю. Бирюков, Л.Ф. Лубенец, Д.В. Золотов.*** Пространственная и временная изменчивость снежного покрова в южной лесостепи Верхней Оби. ..... 343

***Л.Х. Ингель, А.А. Макоско.*** К оценке интенсивности горизонтального переноса снежных масс в области аномалии силы тяжести. ..... 360

**Подземные льды и наледи**

***А.И. Смирнов, Ю.В. Соколов.*** Распространение пещер с многолетним льдом на Южном Урале и в Предуралье. ..... 363

**Морские, речные и озёрные льды**

***С.Д. Григорьева, М.Р. Кузнецова, М.В. Шитов, Г.В. Пряхина, М.П. Кашкевич.*** Аномальный рельеф дна малого озера в оазисе Ларсеманн (Восточная Антарктида). ..... 377

**Палеогляциология**

***А.Н. Назаров, О.Н. Соломина, В.С. Мыглан.*** Абсолютный и относительный возраст морен стадий Актру и история ледников Центрального Алтая по данным лихенометрии и дендрохронологии. ..... 387

***Н.А. Буданцева, Ю.К. Васильчук.*** Реконструкция среднеянварской температуры воздуха в голоцене в низовьях реки Колымы. ..... 410

**Прикладные проблемы**

***А.А. Суханова, В.В. Харитонов, С.В. Попов, М.П. Кашкевич.*** Применение метода георадиолокации для обеспечения безопасности логистических операций в районе станции Русская в Западной Антарктиде.. 427

***В.А. Распутина, Г.В. Пряхина, Д.А. Ганюшкин, Д.В. Банцев, Н.А. Панютин.*** Особенности уровенного режима приледниковых моренно-подпрудных озёр в стадии роста (на примере озёр горного массива Таван-Богдо-Ола, Юго-Восточный Алтай). ..... 441

**Обзоры и хроника**

***Д.Д. Бокучава, В.А. Семенов.*** Роль естественных колебаний и факторов внешнего воздействия на климат в потеплении середины XX века в Северном полушарии. ..... 455

***В.М. Котляков.*** К 25-летию выхода в свет Атласа снежно-ледовых ресурсов мира. ..... 475

ISSN 2076-6734 (Print) ISSN 2412-3765 (Online) Лёд и Снег Том 62, № 3, 2022

# Ледники и ледниковые покровы

УДК 551.324.4

DOI: 10.31857/S2076673422030135, EDN: EPRTSB

## Летний баланс массы ледникового купола Беллинсгаузен на острове Кинг-Джордж, Антарктика

© 2022 г. Б.Р. Мавлюдов

Институт географии РАН, Москва, Россия

mavlyudov@igras.ru

## Summer mass balance of the Bellingshausen Dome on King George Island, Antarctica

B.R. Mavlyudov

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

mavlyudov@igras.ru

*Received April 18, 2020 / Revised April 21, 2022 / Accepted July 11, 2022*

**Keywords:** ***degree day factor, snow and ice melting, summer mass balance.***

**Summary**

For the first time the summer mass balance of the Bellingshausen Ice Cap, the King George Island (Waterloo) in Antarctica, was estimated for the period of summer seasons 2007–2012 and 2014–2020. Measurements were carried out over a network of 29 ablation stakes. The contribution to the summer mass balance on the dome includes melting of snow (77%), glacial ice (15%), and superimposed ice (8%). Altitude gradients of snow and ice melting on slopes of different exposition were determined, which changed from –1.5 mm of water equivalent (w.e.) per 1 m on western slope in years with annual positive ice mass balance to –11 mm w.e. per 1 m on southern slope in years with negative ice mass balance. The summer mass balance on the cap was calculated using: 1) the average summer air temperature; 2) the sum of positive daily temperatures from data of the Bellingshausen weather station, 3) sum of average monthly air temperatures. Based on a comparison of colder (2009/10) and warmer (2019/20) years, the average melting coefficient for snow and ice for the glacier was calculated to be 9.5 mm/°C per day (Day Degree Factor – DDF). The high value of the DDF is probably due to intensive summer condensation during periods of frequent foggy weather on King George Island. A good correlation was found between the summer mass balance on the cap and the average summer air temperature at the Bellingshausen weather station for December–March ($R^2 = 0.9$). This shows that the air temperature is the decisive factor of the change in the summer mass balance. Using this correlation, the dynamics of the summer mass balance on the cap was restored for the observation period (1969–2020), which approximately corresponds to the trends in the annual mass balance on the cap. According to observations, it was found that positive deviation of the average summer air temperature by 0.5 °C from its climatic average value (–1 °C) increases the summer mass balance by 56%, while its negative deviation by 0.5 °C decreases the summer mass balance by 36%. This demonstrates a very high sensitivity of the summer mass balance on the glacier cap to climate changes.

**Citation:** Mavlyudov B.R. Summer mass balance of the Bellingshausen Dome on King George Island, Antarctica. *Led i Sneg*. Ice and Snow. 2022, 62 (3): 325–342. [In Russian].
doi: 10.31857/S2076673422030135, edn: eprtsb.

*Поступила 18 апреля 2020 г. / После доработки 21 апреля 2022 г. / Принята к печати 11 июля 2022 г.*

**Ключевые слова:** ***летний баланс массы, таяние снега и льда, температурный коэффициент таяния.***

По данным полевых наблюдений на куполе Беллинсгаузен (Антарктика) в сезоны абляции 2007–2020 гг. даны оценки общего суммарного таяния, изменения таяния с высотой, определены также доля таяния снега, наложенного и ледникового льда, изменение плотности снега в течение периода абляции, вертикальные градиенты таяния снега и льда на склонах разной экспозиции и температурный коэффициент таяния. На основании полученных данных восстановлен летний баланс массы льда на куполе на период с 1968 по 2020 г. и прогноз изменения летнего баланса при изменении климата.



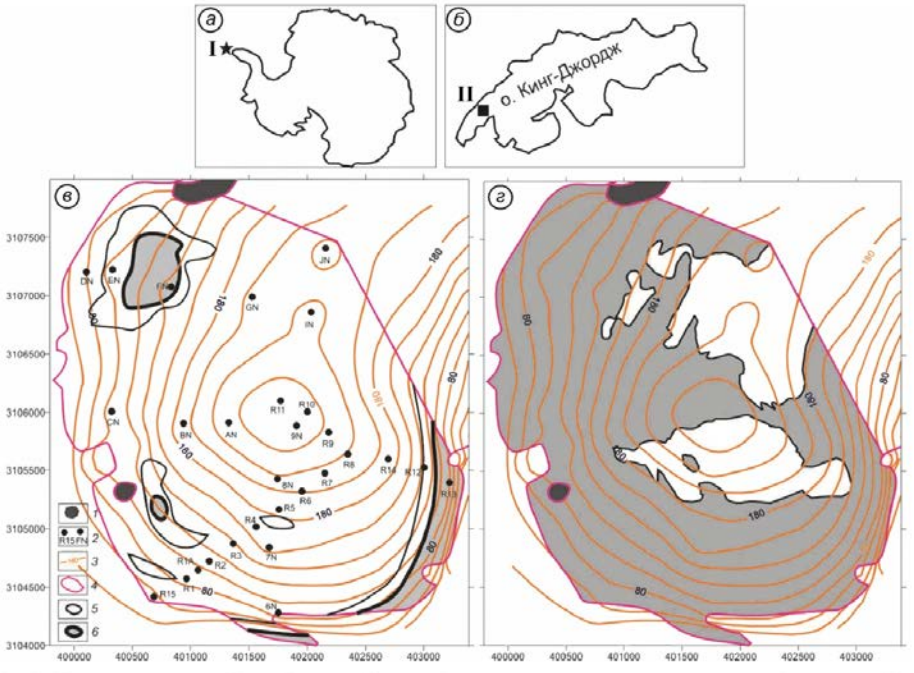



**Рис. 1.** Положение острова Кинг-Джордж (I) около Антарктического полуострова на карте Антарктиды (*а*) и ледникового купола Беллинсгаузен (II) на острове Кинг-Джордж (*б*). Положение абляционных реек на ледниковом куполе Беллинсгаузен, снеговая линия и высота границы питания на ледниковом куполе Беллинсгаузен в марте 2009/10 г. (*в*); фирновая линия и поле распространения фирна в марте 2019/20 г. (*г*).
*1* – нунатаки; *2* – номера реек; *3* – горизонтали поверхности рельефа с высотой над уровнем моря; *4* – граница купола; *5* – снеговая линия (*в*) и фирновая линия (*г*); *6* – высота границы питания, оконтуривающая область абляции (*в*). Серый цвет – ледниковый лёд; белый цвет – снег и фирн. Система координат UTM (21 зона)

# Снежный покров и снежные лавины

УДК 551.578.42

DOI: 10.31857/S2076673422030136, EDN: EPSZZG

## Пространственная и временна́я изменчивость снежного покрова в южной лесостепи Верхней Оби

© 2022 г. Н.И. Быков*, Д.В. Черных, Д.К. Першин, Р.Ю. Бирюков, Л.Ф. Лубенец, Д.В. Золотов

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия

*nikolai_bykov@mail.ru

## Spatial and temporal variability of snow cover in the southern forest-steppe of the Upper Ob River

N.I. Bykov*, D.V. Chernykh, D.K. Pershin, R. Yu. Biryukov, L.F. Lubenets, D.V. Zolotov

Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Barnaul, Russia

*nikolai_bykov@mail.ru

*Received October 7, 2021 / Revised April 27, 2022 / Accepted July 11, 2022*

**Keywords:** ***Upper Ob, southern forest-steppe, setting-up dates, destruction, stable snow cover duration, thickness and water content of snow cover.***

**Summary**

The study area is the forest-steppe in the Upper Ob basin located on the south of the West Siberian Plain. The results of studies of the dates of setting-up and loss of a stable snow cover and its duration are presented, the thickness of snow and snow storages for the period of maximum snow accumulation are analyzed. We used observational data obtained on routes and meteorological sites in 1966–2018 together with our own snow measurements of 2011–2019. It was found that in the southern forest-steppe, the duration of the stable snow cover presence decreases mainly as a result of its earlier destruction. At the same time, on the routes in a «field» the thickness of snow and snow storage increase due to growth of winter precipitation. But no such trend is observed on the routes in a «forest» which is explained by influence of its canopy density. The snow cover here is unevenly distributed over the territory because the drifted snow transport depends mainly on features of the vegetation cover and the terrain relief. The route snow surveys performed near weather stations do not reflect the entire landscape diversity of the territory.

**Citation:** Bykov N.I., Chernykh D.V., Pershin D.K., Biryukov R.Yu., Lubenets L.F., Zolotov D.V. Spatial and temporal variability of snow cover in the southern forest-steppe of the Upper Ob River. *Led i Sneg.* Ice and Snow. 2022, 62 (3): 343–359. [In Russian]. doi: 10.31857/S2076673422030136, edn: epszzg.

*Поступила 7 октября 2021 г. / После доработки 27 апреля 2022 г. / Принята к печати 11 июля 2022 г.*

**Ключевые слова:** ***Верхнеобская провинция, южная степь, даты установления, разрушения и продолжительности устойчивого снежного покрова, толщина снега и снегозапасы.***

Проанализированы особенности сезонного снегонакопления за многолетний период. Установлены тенденции изменений характеристик снежного покрова с середины 1960-х годов и его пространственное распределение в зависимости от ландшафтов в пределах южной лесостепи Верхней Оби. Использованы данные государственных гидрометеостанций и собственных снегомерных работ 2011–2019 гг.

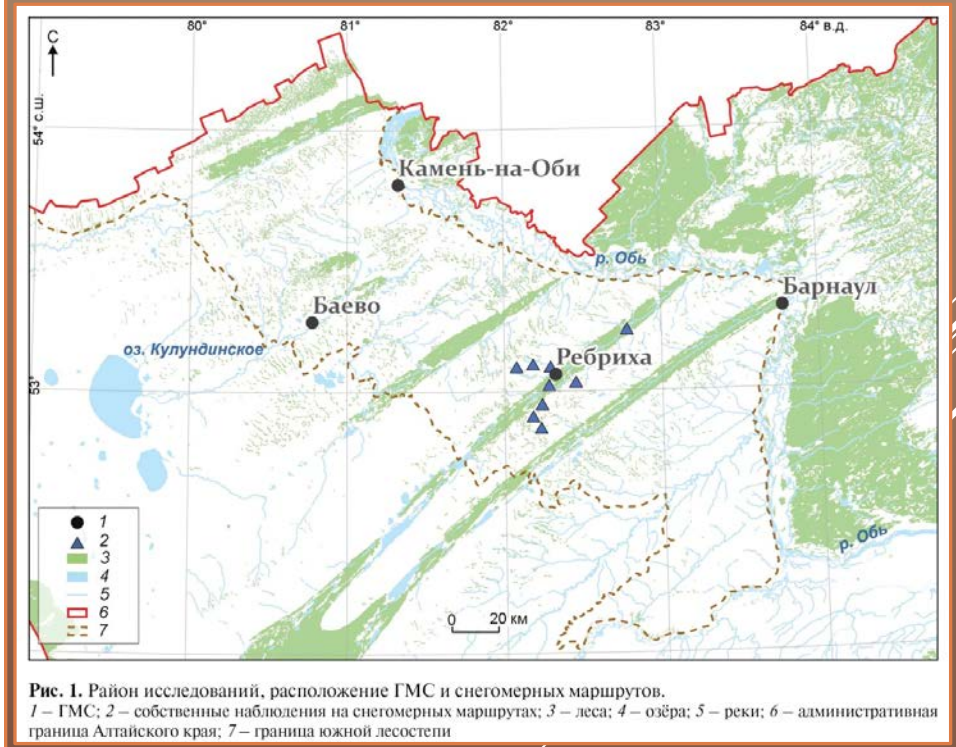



**Рис. 1.** Район исследований, расположение ГМС и снегомерных маршрутов.
*1* – ГМС; *2* – собственные наблюдения на снегомерных маршрутах; *3* – леса; *4* – озёра; *5* – реки; *6* – административная граница Алтайского края; *7* – граница южной лесостепи

# Палеогляциология

УДК 551.324.6 (1-925.15) DOI: 10.31857/S2076673422030140, EDN: EQQZIC

## Абсолютный и относительный возраст морен стадий Актру и история ледников Центрального Алтая по данным лихенометрии и дендрохронологии

© 2022 г. А.Н. Назаров[1*], О.Н. Соломина[2,1], В.С. Мыглан[1]

[1]Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия; [2]Институт географии РАН, Москва, Россия
*nazar_69@mail.ru

## Absolute and relative age of the Aktru stage moraines and glacier history of the Central Altai based on lichenometry and dendrochronology

A.N. Nazarov[1*], O.N. Solomina[2,1], V.S. Myglan[1]

[1]Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; [2,1]Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
*nazar_69@mail.ru

*Received November 23, 2021 / Revised May 31, 2022 / Accepted July 11, 2022*

**Keywords:** ***Altai, glacier fluctuations, moraines, tree rings, lichenometry, dendrochronology, Little Ice Age, Late Holocene.***

**Summary**

Dendrochronology, and lichenometry were used to determine the relative and absolute age of the Late Holocene moraines of the glaciers of the Aktru, Maashei and Shavla valleys (North Chuya ridge, Central Altai). An array of 86 dendrochronological dates, related to moraine deposits, is analyzed, 30 of which are published for the first time. Also, for the first time, data on the relative (lichenometric) age of the young deposits of the Aktru Valley, and data on the lichenometry of the moraines of the Maashey glacier and one of the glaciers of the Shavly valley were obtained. We used the capabilities of each method and the expediency of their combined use in the study area. It was confirmed that the growth rates of lichens on the moraines of the Aktru stage (XVIII–XIX centuries) are generally consistent with the previously published estimates. The moraines of the Historical stage, which date earlier than 1700–2300 years ago, supports the lichens as large as 120–160 mm, but the scattering of their diameters is too large and the assessment of the lichenometric ages of these moraines seems to be problematic, but not completely excluded. The Akkem stage of glacier advance according to the recent publications dates back to the Late Glacial or Early Holocene time; the lichenometry is obviously not applicably at such ancient surfaces. According to dendrochronological dating, the glaciers of the North Chuisky Ridge in the last millennium advanced at least twice up to their maximum extent in the XVII – early XIX and XII centuries. In the 8th century, the sizes of the glaciers possibly, approached modern ones. After the XVII century, the cedar (*Pinus Sibirica*) in Central Altai significantly reduced its distribution area due to the climate cooling, retreating from the periglacial territories, where it was distributed earlier. All trees that grew near the glaciers, above 2300 m, died. The comparison of the dates of glacier advances in the past millennia with the tree-ring, ice-core, and palynological reconstructions of summer temperature and precipitation show a good correspondence.

**Citation:** Nazarov A.N., Solomina O.N., Myglan V.S. Absolute and relative age of the Aktru stage moraines and glacier history of the Central Altai based on lichenometry and dendrochronology. *Led i Sneg.* Ice and Snow. 2022, 62 (3): 387–409. [In Russian].
doi: 10.31857/S2076673422030140, edn: eqqzic.

*Поступила 23 ноября 2021 г. / После доработки 31 мая 2022 г. / Принята к печати 11 июля 2022 г.*

**Ключевые слова:** ***Алтай, колебания ледников, морены, годичные кольца, лихенометрия, дендрохронология, малый ледниковый период, поздний голоцен.***

Методы дендрохронологии и лихенометрии применены для определения относительного и абсолютного возраста позднеголоценовых морен ледников Центрального Алтая (Северо-Чуйский хребет). Установлено, что скорости роста лишайников – индикаторов на моренах стадии Актру – в целом согласуются с опубликованными ранее оценками. По данным дендрохронологического датирования, ледники этого района в последнем тысячелетии имели два максимума наступания: в XII в. и в XVII – начале XIX вв. (максимум продвижения). В VIII в. площадь ледников приближалась к современной. Размеры лишайников подрода Rizocarpon на моренах стадии Актру варьируют от 20 до 41 мм, на моренах Исторической стадии – от 120 до 160 мм, что в спорных случаях позволяет однозначно идентифицировать морену.

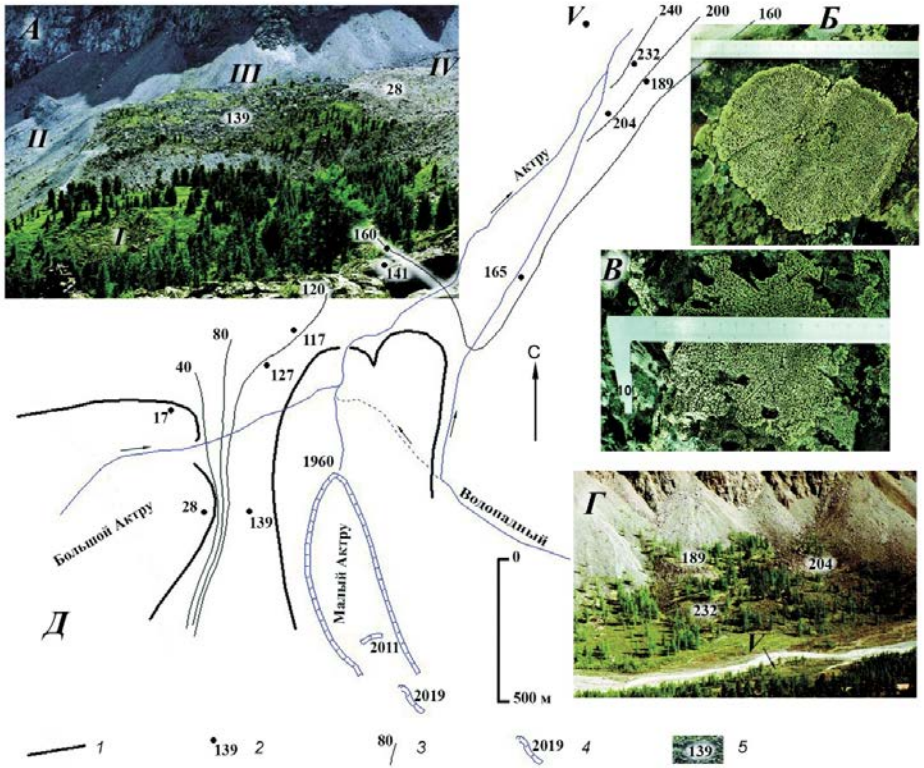



**Рис. 3.** Изолинии максимального диаметра лишайников подрода Rizocarpon в верхней части долины Актру и места измерений:
*А* – фрагмент морены Исторической стадии между ледниками Большой и Малый Актру, фото с левого борта долины: *I* – «кедровая площадка»; *II* – левый край трога ледника Малый Актру; *III* – стабильный и незалесённый участок морены Исторической стадии; *IV* – правая часть молодой морены Большого Актру (стадия Актру); *Б* – лишайник диаметром 190 мм; правая часть таллома выкрашивается вместе с частицами породы; *В* – лишайник на глыбе породы с очень неравномерным выветриванием (морена Исторической стадии), по внешнему краю слоевища – пустоты; *Г* – наиболее древний и стабильный участок поверхности в данном районе, находящийся между лавинными и осыпными конусами; *Д* – масштабированная схема долины с указанием мест отбора и расчётным максимальным диаметром лишайников: *V* – положение метеостанции Актру (аналогично фото *Г*). *1* – моренный вал стадии Актру; *2* – места измерений и расчётный максимальный диаметр лишайников; *3* – изолинии диаметра лишайников; *4* – край чистого льда ледника Малый Актру в соответствующем году; *5* – максимальный диаметр лишайников на данных поверхностях

УДК 556.5 DOI: 10.31857/S2076673422030143, EDN: JGOYAU

# Особенности уровенного режима приледниковых моренно-подпрудных озёр в стадии роста (на примере озёр горного массива Таван-Богдо-Ола, Юго-Восточный Алтай)

© 2022 г. В.А. Распутина*, Г.В. Пряхина, Д.А. Ганюшкин, Д.В. Банцев, Н.А. Панютин

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
*lerasputina88@gmail.com

# The water level regime of periglacial lakes during the growth stage (the lakes of the Tavan-Bogdo-Ola mountain massif, South-Eastern Altai)

V.A. Rasputina*, G.V. Pryakhina, D.A. Ganyushkin, D.V. Bantcev, N.A. Paniutin

[1]Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia
*lerasputina88@gmail.com

*Received May 13, 2022 / Revised June 10, 2022 / Accepted July 11, 2022*

**Keywords:** ***glacier lakes, moraine lakes, formation of lakes, Altay.***

**Summary**

Assessment of the dynamics of high-altitude glacial lakes is becoming increasingly important in the context of modern climate instability. The formation of new periglacial lakes and the growth of existing lakes as a result of the reduction of glaciers are recorded almost all over the world, including Russia. A rapid increase of a periglacial lake size may lead to the formation of an outburst flood. In this context, in order to prevent outburst floods, it is necessary to investigate outburst hazard lakes at all stages of their development. The periglacial lakes of the Altai mountains have been little-studied in comparison with other mountainous areas. At the same time, they are also characterized by the formation of new lakes during the period of climate nonstationarity. It was confirmed by the identified statistically significant trends in average monthly air temperatures during the ablation period. Based on the analysis of multi-temporal satellite images, it was found that the number of new periglacial lakes in the high-altitude territories of the Altai Republic (Katunsky ridge, North-Chuya ridge, South-Chuya ridge and the Tavan-Bogdo-Ola mountain massif) is increasing exponentially. For a more detailed survey and field hydrological studies, the authors chose the recently formed periglacial Lake Barsovo and periglacial Lake Gachi-Kol. Both lakes located within the northen slope of the Tavan-Bogdo-Ola mountain massif. Field observations, which were carried out in July-August 2021, have shown that both lakes are currently at the transgressive stage of development (growth stage). The transgressive phase of the lakes development is characterized by a rapid increase in size by the end of the warm period and a complex level regime on both diurnal and annual scales, due to the fact that both lakes are adjacent to the glacier.

**Citation:** Rasputina V.A., Pryakhina G.V., Ganyushkin D.A., Bantcev D.V., Paniutin N.A. The water level regime of periglacial lakes during the growth stage (the lakes of the Tavan-Bogdo-Ola mountain massif, South-Eastern Altai). *Led i Sneg.* Ice and Snow. 2022, 62 (3): 441–454. [In Russian]. doi: 10.31857/S2076673422030143, edn: jgoyau.

*Поступила 13 мая 2022 г. / После доработки 10 июня 2022 г. / Принята к печати 11 июля 2022 г.*

**Ключевые слова:** ***приледниковые озёра, моренные озёра, формирование озёр, Алтай.***

На основе анализа изменчивости гидролого-морфометрических характеристик озёр с применением спутниковых изображений и данных полевых гидрологических наблюдений, выполненных авторами в июле – августе 2021 г., описаны особенности гидрологического режима двух приледниковых озёр с трансгрессивной фазой развития, расположенных на территории горного массива Таван-Богдо-Ола (Республика Алтай).

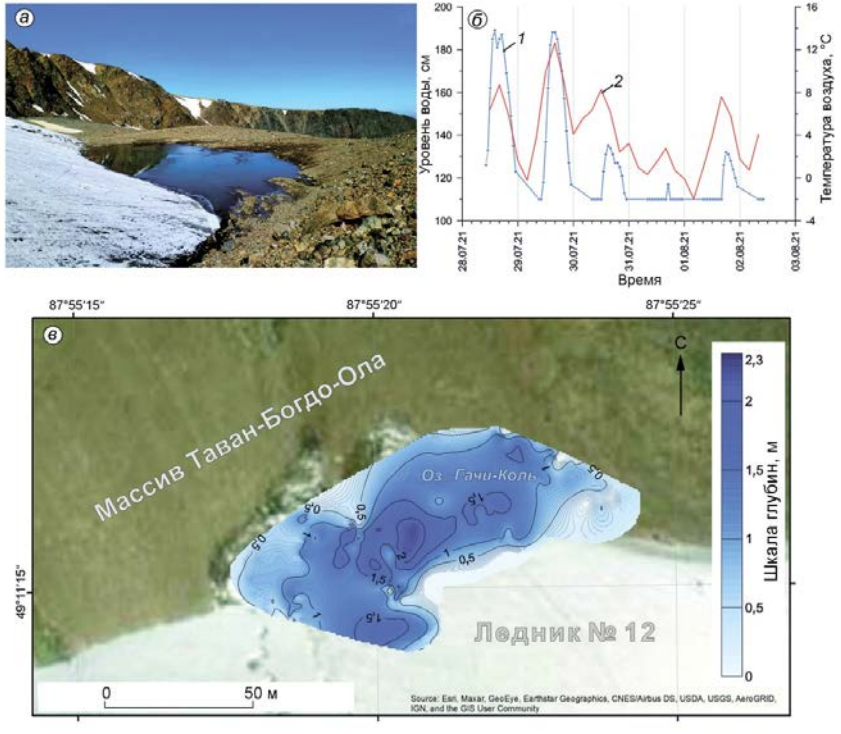



**Рис. 5.** Оз. Гачи-Коль. Фото В.А. Распутиной (*а*); *б* – совмещённые графики хода уровня воды оз. Гачи-Коль (*1*) и температуры воздуха (*2*); *в* – батиметрическая схема озера.

# Обзоры и хроника

УДК 551.58

DOI: 10.31857/S2076673422030144, EDN: JGPYAJ

## Роль естественных колебаний и факторов внешнего воздействия на климат в потеплении середины XX века в Северном полушарии

© 2022 г. Д.Д. Бокучава[1*,2], В.А. Семенов[1,2]

[1]Институт географии РАН, Москва, Россия;
[2]Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия
*d.bokuchava@gmail.com

## The role of natural fluctuations and factors of external forcing in the Early 20th Century Warming in Northern Hemisphere

D.D. Bokuchava[1*,2], V.A. Semenov[1,2]

[1]Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;
[2]A.M. Obukhov Institute of Atmosphere Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
*d.bokuchava@gmail.com

*Received August 22, 2021 / Revised May 17, 2022 / Accepted July 11, 2022*

**Keywords:** ***early 20th century warming, global warming, sea ice, internal natural variability, solar activity, volcanism, anthropogenic aerosols, greenhouse gases.***

**Summary**

The warming in the first half of the 20th century in the Northern Hemisphere, the Early Twentieth Century Warming was comparable in magnitude to the current warming but occurred at a time when the growth rate of the greenhouse gases concentration in the atmosphere was 4–5 times slower than in recent decades. The mechanisms of the early warming are still a subject of discussion. The Early Twentieth Century Warming was most pronounced in the high latitudes of the Northern Hemisphere, and the recent reconstructions consistently indicate a significant negative anomaly of the Arctic sea ice area during early warming period linked with enhanced Atlantic water inflow to the Arctic and amplified warming in high latitudes of the Northern Hemisphere. Assessment of contributions of internal variability and external natural and anthropogenic factors to this climatic anomaly is a key issue for understanding historical and modern climate dynamics. The paper overviews mechanisms of the Early Twentieth Century Warming associated with various internal variability and external anthropogenic and natural factors. An analysis of the findings on the topic of long-term studies of climate variations in the Northern Hemisphere during the period of instrumental observations does not allow one to attribute the Early Twentieth Century Warming to one particular mechanism of internal climate variability or external forcing of the climate. It is most likely, that this event was caused by a combined effect of long-term climatic fluctuations in the North Atlantic and the North Pacific Ocean with a noticeable contribution of external radiative forcing associated with a decrease in volcanic activity, changes in solar activity, and an increase of greenhouse gases concentration in the atmosphere due to anthropogenic emissions. Furthermore, this climate variation in high latitudes of the Northern Hemisphere was enhanced by a number of positive feedbacks.

**Citation:** Bokuchava D.D., Semenov V.A. The role of natural fluctuations and factors of external forcing in the Early 20th Century Warming in Northern Hemisphere. *Led i Sneg*. Ice and Snow, 2022, 62 (3): 455–474. [In Russian].
doi: 10.31857/S2076673422030144, edn: jgpyaj.

*Поступила 22 августа 2022 г. / После доработки 17 мая 2021 г. / Принята к печати 11 июля 2022 г.*

**Ключевые слова:** ***потепление середины XX в., глобальное потепление, морские льды, внутренняя естественная изменчивость, солнечная активность, вулканизм, антропогенные аэрозоли, чёрный углерод, парниковые газы.***

Дан обзор существующих исследований, а также приведены основные механизмы внутренней и внешней изменчивости климата в Северном полушарии в середине XX в. Несмотря на то, что внутренняя изменчивость климатической системы, по всей видимости, это – основной механизм, объясняющий потепление середины XX в., количественная оценка вклада каждого фактора остаётся неопределённой, так как существенно зависит от начальных условий в моделях и недостатка инструментальных данных в период середины XX в., особенно в полярных широтах.



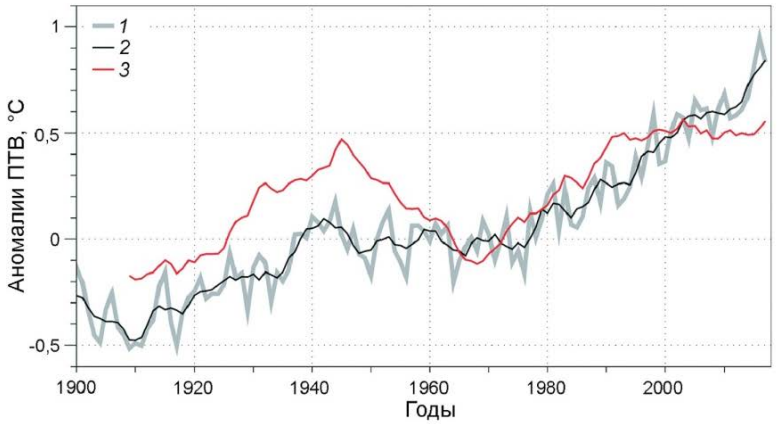



**Рис. 1.** Аномалии глобальной среднегодовой приземной температуры воздуха (°С) в период 1880–2015 гг.: *1* – без сглаживания; *2* – 5-летнее скользящее среднее; *3* – скользящие 30-летние тренды глобальной среднегодовой приземной температуры воздуха (°С/30 лет, значение соответствует концу 30-летнего периода скользящего тренда); по данным наблюдений BERKLEY (Rohde, 2013)

ISSN 2076-6734 (Print)
ISSN 2412-3765 (Online)

# Лёд и Снег
# Ice and Snow



Том 62
№4, 2022

Индекс 41519

Лёд и Снег Том 62 № 4, 2022 Ice and Snow

## СОДЕРЖАНИЕ

**Ледники и ледниковые покровы**

***П.А. Торопов, А.А. Шестакова, Ю.И. Ярынич, С.С. Кутузов.*** Моделирование орографической составляющей осадков на примере Эльбруса. ..... 485

***А.А. Екайкин, К.Б. Чихачев, А.Н. Верес, В.Я. Липенков, Н.А. Тебенькова, А.В. Туркеев.*** Профиль плотности снежно-фирновой толщи в районе станции Восток, Центральная Антарктида. ..... 504

***Г.А. Черняков, Р.А. Чернов.*** Влияние льдообразования в трещинах на поле температур в холодном слое ледника. ..... 512

***А.Л. Кокарев, В.П. Капица, Т. Больх, И.В. Северский, Н.Е. Касаткин, М. Шахгеданова, З.С. Усманова.*** Результаты геодезических измерений баланса массы некоторых ледников Заилийского Алатау. ..... 527

**Снежный покров и снежные лавины**

***К.Ю. Литвинцев, А.А. Гаврилов, А.А. Дектерев, Ю.Н. Захаринский, А.В. Минаков, С.А. Филимонов, К.А. Финников.*** Численное моделирование осаждения снега вблизи снегозадерживающих заборов. ..... 539

***Д.В. Московченко, Р.Ю. Пожитков, А.А. Тигеев.*** Оценка содержания металлов и металлоидов в снежном покрове на участках нефтедобычи Среднего Приобья. ..... 551

***О.В. Шевцова, Е.Д. Добротина, А.Б. Гончарова, А.П. Недашковский.*** Химические характеристики снежного покрова в высокоширотной Арктике (мыс Баранова, остров Большевик, архипелаг Северная Земля). ..... 564

**Морские, речные и озёрные льды**

***В.Н. Баклагин.*** Многолетняя изменчивость сплочённости льда Белого моря по спутниковым данным. ..... 579

***В.П. Епифанов, С.А. Лычев.*** Двойная периодичность механических свойств тонкого ледяного поля, сформированного в условиях бокового стеснения. ..... 591

***Л.П. Голобокова, И.А. Круглинский, А.О. Почуфаров, И.И. Маринайте, Н.А. Онищук, М.Д. Кравчишина, М.В. Флинт, М.Ю. Шиховцев, О.И. Хурганова.*** Химический состав атмосферного аэрозоля арктических районов в летний период 2021 года. ..... 607

**Прикладные проблемы**

***С.В. Попов, М.П. Кашкевич, А.С. Боронина.*** Состояние взлётно-посадочной полосы станции Новолазаревская (Восточная Антарктида) и оценка безопасности её эксплуатации по данным исследований 2021 г. ..... 621

Содержание журнала за 2022 год ..... 637

ISSN 2076-6734 (Print) ISSN 2412-3765 (Online) Лёд и Снег Том 62. № 4. 2022

# Ледники и ледниковые покровы

УДК 551.5

DOI: 10.31857/S2076673422040146, EDN: MGWDGK

## Моделирование орографической составляющей осадков на примере Эльбруса

© 2022 г. П.А. Торопов[1,2*], А.А. Шестакова[3], Ю.И. Ярынич[1], С.С. Кутузов[2]

[1]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [2]Институт географии РАН, Москва, Россия; [3]Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия

*tormet@inbox.ru

## Simulation of orographic precipitation's component on the Mount Elbrus example

P.A. Toropov[1,2*], A.A. Shestakova[3], J.I. Yarynich[1], S.S. Kutuzov[2]

[1]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; [2]Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [3]A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

*tormet@inbox.ru

*Received April 14, 2022 / Revised June 30, 2022 / Accepted October 7, 2022*

Keywords: ***orographic precipitation, the mountains precipitation modeling, reanalysis data, reconstruction of accumulation on glaciers, ice cores.***

**Summary**

A model of the orthographic component of precipitation based on the calculation of the condensation rate of water vapor in the air stream uplifting onto the mountain slope is proposed. The main assumptions of the model are: the cooling of the rising air is determined only by the adiabatic process; the orographic component of the vertical component of wind speed is generated by the relief, and its weakening with elevation is determined only by the atmospheric stratification; the proportion of precipitation from the total mass of the condensed moisture depends only on the air temperature. ERA5 reanalysis, which was previously compared with observational data, is used as initial data. The proposed model adequately reproduces the spatial and temporal variability of precipitation on the Elbrus slopes both for short episodes and on the climatic time scale (1985–2018). Comparison of the modeling results with the reconstruction of the annual accumulation of precipitation from the ice core obtained on the Western Elbrus Plateau in 2018 showed a statistically significant positive correlation. However, similar comparison with the data from the core extracted in 2009 did not give a statistically significant result. This means that the proposed model can be used as a tool for conformity between methods of accumulation reconstruction and for substantiation of their physical justification (correctness). In addition, this algorithm can be used to calculate monthly and annual sums of precipitation on mountain slopes of various exposures and to estimate annual accumulation on mountain glaciers.

**Citation:** Toropov P.A., Shestakova A.A., Yarynich J.I., Kutuzov S.S. Simulation of orographic precipitation's component on the Mount Elbrus example *Led i Sneg.* Ice and Snow, 2022, 62 (4):485–503. [In Russian].
doi: 10.31857/S2076673422040146, edn: mgwdgk

*Поступила 14 апреля 2022 г. / После доработки 30 июня 2022 г. / Принята к печати 7 октября 2022 г.*

Ключевые слова: ***орографические осадки, моделирование осадков в горах, данные реанализа, реконструкция аккумуляции на ледниках, ледовые керны.***

Предложена модель орографической компоненты осадков, основанная на алгоритме расчёта скорости конденсации водяного пара в воздухе, вынужденно поднимающемся вдоль горного склона. В модели учтены затухание вертикальной компоненты скорости ветра, инициированной рельефом, в зависимости от стратификации, а также доля влаги, выпадающей в виде осадков, от общей массы конденсата. В качестве начальных данных применяется информация реанализа ERA5 (температура, характеристики влажности, компоненты скорости ветра). Показано, что предложенный алгоритм неплохо воспроизводит синоптическую изменчивость осадков, их сезонный ход и климатическую изменчивость, а также пространственное распределение по склонам Эльбруса. Выполнено сравнение годовых сумм осадков с реконструкцией аккумуляции по данным ледовых кернов, полученных на Западном плато Эльбруса. Предложенная модель может служить средством согласования методов реконструкции аккумуляции по керновым данным и их физического обоснования. Данный алгоритм можно применять для расчёта годовой аккумуляции на горных ледниках и в глобальных климатических моделях в качестве параметризации орографических осадков.



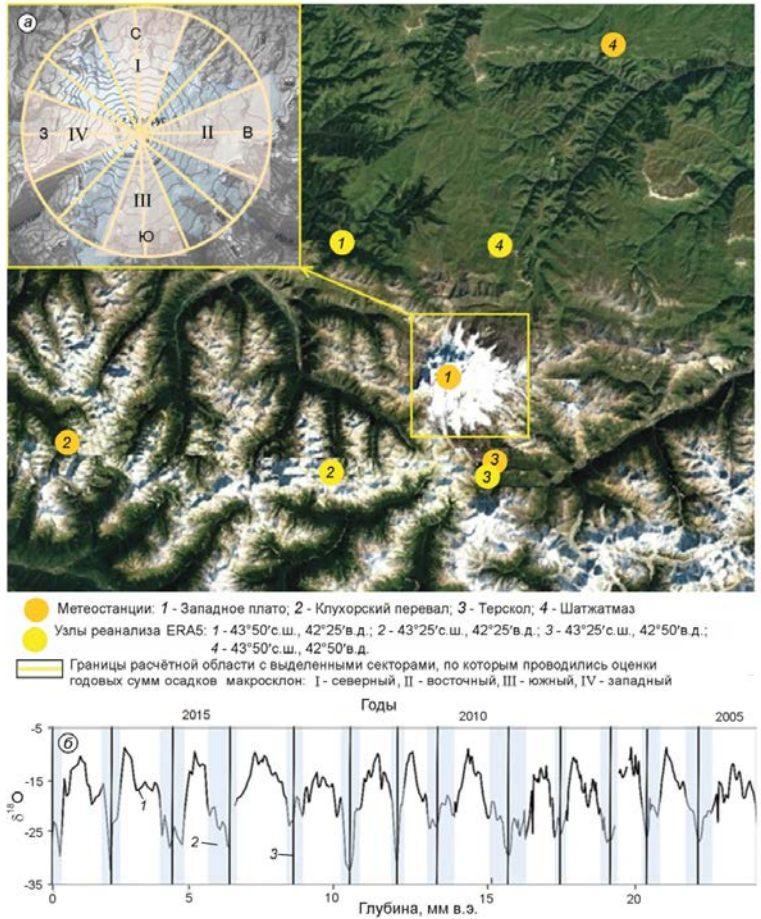



**Рис. 1.** Район исследований и его обеспеченность натурными данными (метеорологическими измерениями, реанализом ERA5, информацией из ледовых кернов):
*а* – географическое положение расчётной области, примерно соответствующей площади сечения Эльбруса по горизонтали 3000 м над ур. моря (сектора соответствуют направлениям, по которым выполнялись расчёты осадков) и локация точек, обеспеченных информацией; *б* – годовые слои аккумуляции, выделенные в керне 2018 г. на Западном плато Эльбруса: *1* – кривая изотопного состава $\delta^{18}O$; *2* – выделенные зимние периоды; *3* – определённые границы годов

УДК 551.578.46 DOI: 10.31857/S2076673422040147, EDN: MHECWX

# Профиль плотности снежно-фирновой толщи в районе станции Восток, Центральная Антарктида

© 2022 г. А.А. Екайкин[1,2*], К.Б. Чихачев[1], А.Н. Верес[1], В.Я. Липенков[1], Н.А. Тебенькова[1,2], А.В. Туркеев[1]

[1]Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия;
[2]Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
*ekaykin@aari.ru

# Vertical profile of snow-firn density in the vicinity of Vostok station, Central Antarctica

A.A. Ekaykin[1,2*], K.B. Tchikhatchev[1], A.N. Veres[1], V.Ya. Lipenkov[1], N.A. Tebenkova[1,2], A.V. Turkeev[1]

[1]Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia;
[2]Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia
*ekaykin@aari.ru

*Received May 19, 2022 / Revised June 21, 2022 / Accepted October 7, 2022*

**Keywords:** ***snow and firn density, Vostok station, Antarctica, densification modeling.***

**Summary**

The density of the snow and firn thickness is one of the fundamental and most important physical properties of the polar ice sheets. The data on density is used for reconstructing the past snow accumulation rate variability based on firn core studies, for correcting the results of the instrumental surface mass balance measurements and for verification of empirical and physical densification models. In this work we present a unique dataset on the snow and firn density in the upper 70 m of Antarctic glacier in the vicinity of Vostok Station based on data from 32 snow pits and firn cores. This newly obtained stacked density profile reveals different stages of the densification process. In the upper 27 cm a fast growth of the density is observed from 0.320 to 0.365 g $cm^{-3}$ as a result of the initial snow grain metamorphism. Below 0.3 m much slower densification rates are observed. At the depth of 22.5 m the transition from snow to firn can be seen at the density of 0.526 g $cm^{-3}$. The vertical density distribution can be approximated with a polynomial function with the accuracy of 0.01 g $cm^{-3}$ along the whole profile except for the upper 0.3 m. In order to investigate the glacio-climatic conditions under which the snow-firn density has evolved, we applied a semi-empirical model by Herron and Langway (1980). In first approximation, the density distribution can be explained with the initial snow density equal to 0.35 g $cm^{-3}$, surface glacier temperature equal to -57 C, and snow accumulation rate of 1.8–2.1 g $cm^{-2}$ $yr^{-1}$. The discrepancy between the data and model can be, to our opinion, explained by the recent increase of the snow accumulation rate as evidenced from the firn core studies. However, the non-stationary physical densification model failed to reproduced the density data with sufficient accuracy, which calls for revisiting the model configuration and tuning.

**Citation:** Ekaykin A.A., Tchikhatchev K.B., Veres A.N., Lipenkov V.Ya., Tebenkova N.A., Turkeev A.V. Vertical profile of snow-firn density in the vicinity of Vostok station, Central Antarctica. *Led i Sneg.* Ice and Snow. 2022, 62 (4): 504–511. [In Russian].
doi: 10.31857/S2076673422040147, edn: mhecwx

*Поступила 19 мая 2022 г. / После доработки 21 июня 2022 г. / Принята к печати 7 октября 2022 г.*

**Ключевые слова:** ***плотность снега и фирна, станция Восток, Антарктида, моделирование процесса уплотнения.***

Представлены данные о плотности снежно-фирновой толщи в интервале глубины 0–70 м в районе станции Восток (Антарктида). Охарактеризованы основные стадии уплотнения (быстрый рост плотности в пределах верхних 0,3 м, переход от снега к фирну на глубине 22,5 м). Выполнены тесты с помощью полуэмпирической и нестационарной физической моделей с целью изучения гляциоклиматических условий, при которых происходил.



**Рис. 1.** Гляциологические работы в шурфе в Центральной Антарктиде. Слева от рулетки видна борозда, оставшаяся после отбора образцов для измерения плотности. Справа: измерение диаметра керна VK19 в гляциологической лаборатории станции Восток

УДК 551.324+551.321 DOI: 10.31857/S2076673422040149, EDN: MHMLNU

# Результаты геодезических измерений баланса массы некоторых ледников Заилийского Алатау

© 2023 г. А.Л. Кокарев[1,2*], В.П. Капица[1,2], Т. Больх[3], И.В. Северский[2], Н.Е. Касаткин[1,2], М. Шахгеданова[4], З.С. Усманова[2]

[1]Институт географии и водной безопасности, Алматы, Республика Казахстан; [2]ТОО «Центрально-Азиатский региональный гляциологический центр» категории 2 под эгидой ЮНЕСКО», Алматы, Республика Казахстан; [3]Университет Сан Андреас, Шотландия, Великобритания; [4]Университет Рединг, Великобритания
*kokarev60@mail.ru

# The results of geodetic measurements of the mass balance of some glaciers in the Zailiyskiy Alatau (Trans-Ili Alatau)

A.L. Kokarev[1,2*], V.P. Kapitsa[1,2], T. Bolch[3], I.V. Severskiy[2], N.E. Kasatkin[1,2], M. Shahgedanova[4], Z.S. Usmanova[2]

[1]Institute of geography and water security, Almaty, Kazakhstan; [2]LLP «Central Asian Regional Glaciological Centre under the auspices of UNESCO» Almaty, Kazakhstan; [3]University of St Andrews, Scotland, United Kingdom; [4]University of Reading, United Kingdom
*kokarev60@mail.ru

*Received December 21, 2021 / Revised August 25, 2022 / Accepted October 7, 2022*

**Keywords:** ***Zailiyskiy Alatau, glacier mass balance, remote sensing, digital elevation model, glaciation degradation, water resources.***

**Summary**

The current state and mass balance of some glaciers of the Trans-Ili Alatau (Zailiyskiy Alatau, Tien Shan, Kazakhstan) is estimated in the paper. The remote sensing data (images of the Pléiades satellites) and detailed field geodetic measurements (differential global positioning system with the South G6 instrument)were used for the analysis. The field works were carried out in August-September 2021on the northern slope of the Zailiyskiy Alatau ridge. A digital relief model had been built for the analysis as well. Negative trends in the area of the studied glaciers have been revealed, which generally correspond to the average rate of degradation of the glaciation of the Trans-Ili Alatau from 1955 to the present. A comparison of glaciological (contact, i.e., obtained as a result of measurements made on the glacier) and geodetic (resulted from analysis of remote sensing data) methods for estimating the annual mass balance of the Central Tuyuksu glacier for the period 2016–2021 showed that the final values calculated by these two methods are very close in values. For example, the sum of annual balances calculated by the glaciological method for this period was –2.9 m w.e., or –0.58 $a^{-1}$ m w.e. per a year, while the balance calculated by the geodetic method for the same period was - 0.63 $a^{-1}$ m w.e. Thus, the results of comparison of the above methods of the glacier mass-balance investigation confirm that the geodetic one based on satellite measurements and the ground surveys using the South G6 instrument is in a good agreement with results of glaciological methods of measurements and calculations.

**Citation:** Kokarev A.L., Kapitsa V.P., Bolch T., Severskiy I.V., Kasatkin N.E., Shahgedanova M., Usmanova Z.S. The results of geodetic measurements of the mass balance of some glaciers in the Zailiyskiy Alatau (Trans-Ili Alatau). *Led i Sneg.* Ice and Snow. 2023, 62 (4): 527–538 [In Russian]. doi: 10.31857/S2076673422040149, edn: mhmlnu

*Поступила 21 декабря 2021 г. / После доработки 25 августа 2022 г. / Принята к печати 7 октября 2022 г.*

**Ключевые слова:** ***Заилийский Алатау, водные ресурсы, баланс массы ледника, дистанционное зондирование, цифровая модель рельефа, деградация оледенения.***

Деградация оледенения вызывает изменения в горных экосистемах, оказывая непосредственное влияние на жизнедеятельность людей, вызывает изменения в гидрологическом режиме, биогеохимии рек и гляциальных озёр, влияя на качество и доступность водных ресурсов. Рассмотрены вопросы оценки баланса массы ледников северного склона Заилийского (Иле) Алатау посредством применения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в сочетании с полевыми исследованиями и измерениями.

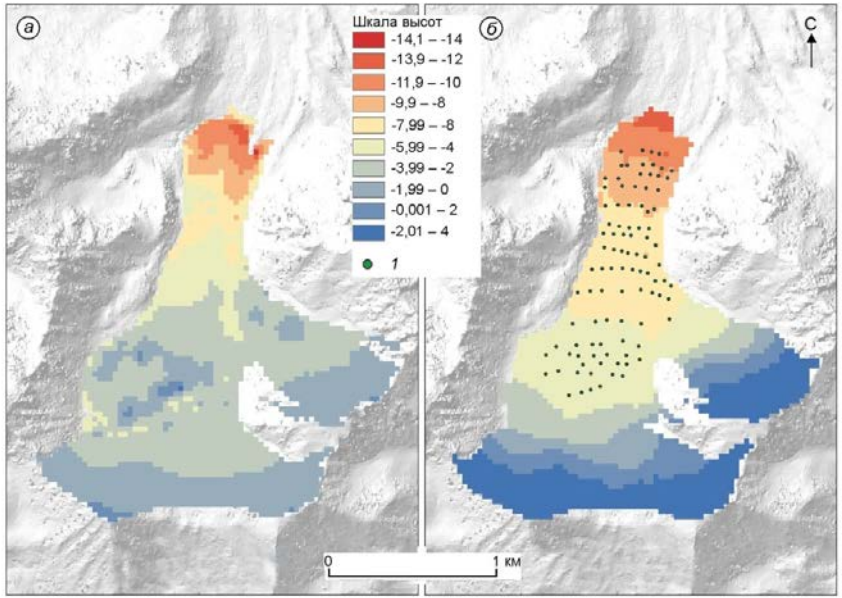



**Рис. 5.** Результаты изменения баланса массы ледника Центральный Туйыксу (в м.в.э.) за период 2016–2021 гг. полученных геодезическим (*а*) и гляциологическим (*б*) методами; *1* – точки (забуренные рейки).

# Морские, речные и озёрные льды

УДК 551.326.7

DOI: 10.31857/S2076673422040153, EDN: MHYOBF

## Многолетняя изменчивость сплочённости льда Белого моря по спутниковым данным

© 2022 г. В.Н. Баклагин

Институт водных проблем Севера – обособленное подразделение Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия
slava.baklagin@mail.ru

## Multiyear variability of ice concentration in the White Sea according to satellite data

V.N. Baklagin

Northern Water Problems Institute of the Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia
slava.baklagin@mail.ru

*Received May 30, 2022 / Revised July 31, 2022 / Accepted October 7, 2022*

**Keywords:** ***sea ice, trend, NSIDC, AMSR-E, AMSR2.***

**Summary**

The objectives of this study were to analyze satellite data on the ice conditions in the White Sea available for the period 1979–2021 so that to identify statistically significant trends in closeness of ice during that period, and to establish spatial and temporal characteristics of the sea ice regime in this area. It was found that according to the satellite data a statistically significant negative trend (–0.34±0.11% year$^{-1}$ at a significance level of 0.05) of the ice closeness changes was observed over the above period for all areas of the sea, which corresponds to the general tendency of reducing the area of the Arctic ice cover due to the global warming. However, contrary to the statements of J.C. Comiso, D.K. Perovich, M.C. Serreze, J. Streve, D. Notz that since the beginning of the XX century the reduction of the ice area in the Arctic Ocean accelerates, no tendency in decrease of mean annual values of the ice closeness for the White Sea was revealed. In addition, the results of the regression analysis showed a slight decrease in the absolute value of the trend from – 0.74±0.38% year$^{-1}$ in 1979–1996 to –0.47±0.25% year$^{-1}$ in 1997–2020. It is also shown that the results of a comparative analysis of two trends in the year-to-year variability of ice closeness in the White Sea: the first one obtained from the microwave radiometer data provided by the National Snow and Ice Data Center, and the second one revealed from data of advanced microwave scanning radiometers (the University of Bremen), are in good agreement with each other. The difference in the slope coefficients of the linear approximation is only 0.038% year$^{-1}$ for the period 2002–2020. This is the important argument in support of using microwave radiometer data to determine trends in variability of ice closeness in the White Sea.

**Citation:** Baklagin V.N. Multiyear variability of ice concentration in the White Sea according to satellite data. *Led i Sneg.* Ice and Snow. 2022, 62 (4): 579–590. [In Russian].
doi: 10.31857/S2076673422040153, edn: mhyobf:

*Поступила 30 мая 2022 г. / После доработки 31 июля 2022 г. / Принята к печати 7 октября 2022 г.*

**Ключевые слова:** ***морской лёд, сплочённость льда, тренд, NSIDC, AMSR-E, AMSR2.***

Выполнены расчёты трендов многолетней изменчивости среднегодовых значений сплочённости льда Белого моря на основе данных спутникового пассивного микроволнового зондирования, предоставленных Национальным центром данных по снегу и льду США за период 1979–2021 гг., а также данных усовершенствованного микроволнового сканирующего радиометра, полученных в Бременском университете в 2002–2020 гг.

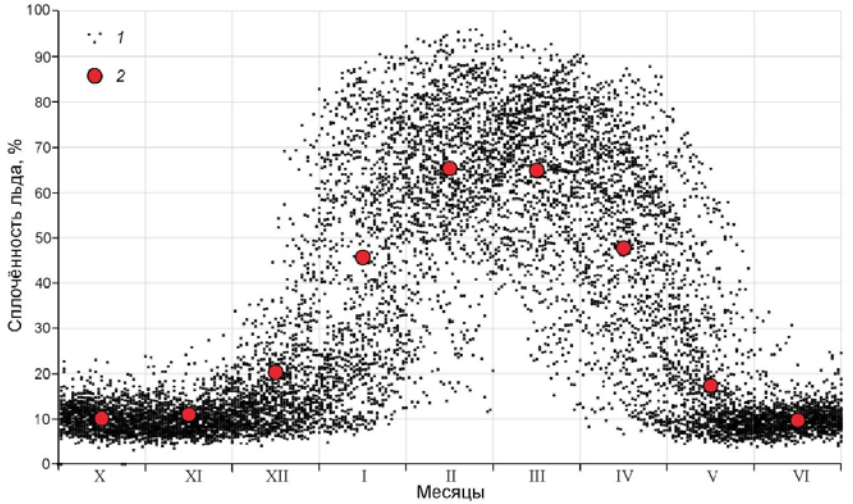



**Рис. 2.** Хронологический ход сплочённости льда на Белом море за период 1978–2021 гг.:
*1* – фактические данные; *2* – осреднённые за рассматриваемый период среднемесячные значения

ISSN 2076-6734 (Print)
ISSN 2412-3765 (Online)

# Лёд и Снег
# Ice and Snow



Том 63
№1, 2023

Том 63, № 1, 2023 * Лёд и Снег * Ice and Snow

# СОДЕРЖАНИЕ

**Том 63, номер 1, 2023**


## Ледники и ледниковые покровы

Толщина льда и снежного покрова ледника ИГАН (Полярный Урал) по данным наземного радиозондирования в 2019 и 2021 гг. 5
*И. И. Лаврентьев, Г. А. Носенко, А. Ф. Глазовский, А. Н. Шеш, М. Н. Иванов, Я. К. Леопольд*

Прорыв ледниково-подпрудного озера Спартаковское и изменения выводного ледника купола Семёнова–Тян-Шанского в 2021 г. (Северная Земля) 17
*А. Я. Муравьев, Р. А. Чернов*

Изотопные характеристики атмосферных осадков в Приэльбрусье 33
*Ю. Н. Чижова, В. Н. Михаленко, С. С. Кутузов, К. А. Шукуров, А. В. Козачек*

Исследование характеристик поверхностного стока ледника Восточный Гренфьорд (Западный Шпицберген) 48
*Р. А. Чернов*

## Снежный покров и снежные лавины

Геобиохимические характеристики снежного покрова побережья Белого моря в 2021 и 2022 гг. 60
*Е. И. Котова, В. Ю. Топчая, Ю. В. Новикова*

## Подземные льды и наледи

Многолетняя динамика гигантской Анмангындинской наледи на Северо-Востоке России (1962–2021 гг.) 71
*А. А. Землянскова, В. Р. Алексеев, А. Н. Шихов, А. А. Осташов, Н. В. Нестерова, О. М. Макарьева*

Изотопные исследования льда пещер Аскинская и Киндерлинская (Южный Урал) 85
*Ю. Н. Чижова, Е. В. Трофимова, Е. О. Дубинина, С. А. Коссова*

## Палеогляциология

Реконструкция среднеянварской температуры воздуха в раннем голоцене на восточном побережье Чукотки 93
*Н. А. Буданцева, А. А. Маслаков, Ю. К. Васильчук, А. К. Васильчук, Л. П. Кузякин*

## Морские, речные и озёрные льды

Химический состав гидрокриогенной системы: снег на льду–лёд–подлёдная вода озера Байкал 104
*И. Б. Воробьева, Н. В. Власова, И. А. Белозерцева*

Оценка статистической связи между полями экстремальных сжатий морского льда с разной пространственной детализацией 116
*С. В. Клячкин*

## Прикладные проблемы

Решение одномерной задачи Стефана с двумя фазовыми границами на примере моделирования замерзания воды в ледниковой трещине 130
*С. В. Попов*

Экспериментальные исследования переноса ледяного шлама воздухом при бурении снежно-фирновой толщи 141
*С. А. Игнатьев, Д. А. Васильев, А. В. Большунов, М. А. Васильева, А. Ю. Ожигин*

*ЛЁД И СНЕГ, 2023, том 63, № 1, с. 5–16*

ЛЕДНИКИ И ЛЕДНИКОВЫЕ ПОКРОВЫ

*УДК 551.32*

# ТОЛЩИНА ЛЬДА И СНЕЖНОГО ПОКРОВА ЛЕДНИКА ИГАН (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ) ПО ДАННЫМ НАЗЕМНОГО РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ В 2019 И 2021 гг.

**© 2023 г. И. И. Лаврентьев[1,*], Г. А. Носенко[1], А. Ф. Глазовский[1], А. Н. Шеин[2], М. Н. Иванов[3], Я. К. Леопольд[2]**

[1] *Институт географии РАН, Москва, Россия*

[2] *ГКУ ЯНАО "Научный центр изучения Арктики", Салехард, Россия*

[3] *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

**e-mail: lavrentiev@igras.ru*

Поступила в редакцию 01.06.2022 г.
После доработки 03.08.2022 г.
Принята к публикации 06.03.2023 г.

В 2019 и 2021 гг. на леднике ИГАН проводились георадарные измерения толщины льда (ВИРЛ-7, 20 МГц) и снежного покрова (Пикор-Лёд, 1600 МГц). Показано, что ледник имеет политермическую структуру, а его толщина достигает 114 м. Выполнена оценка величины и особенностей распределения снежной толщи по площади ледника и прилегающей территории.

**Ключевые слова:** радиолокационное зондирование, ледник, толщина снега, толщина льда, Полярный Урал

**DOI:** 10.31857/S2076673423010106, **EDN:** MAEUJG

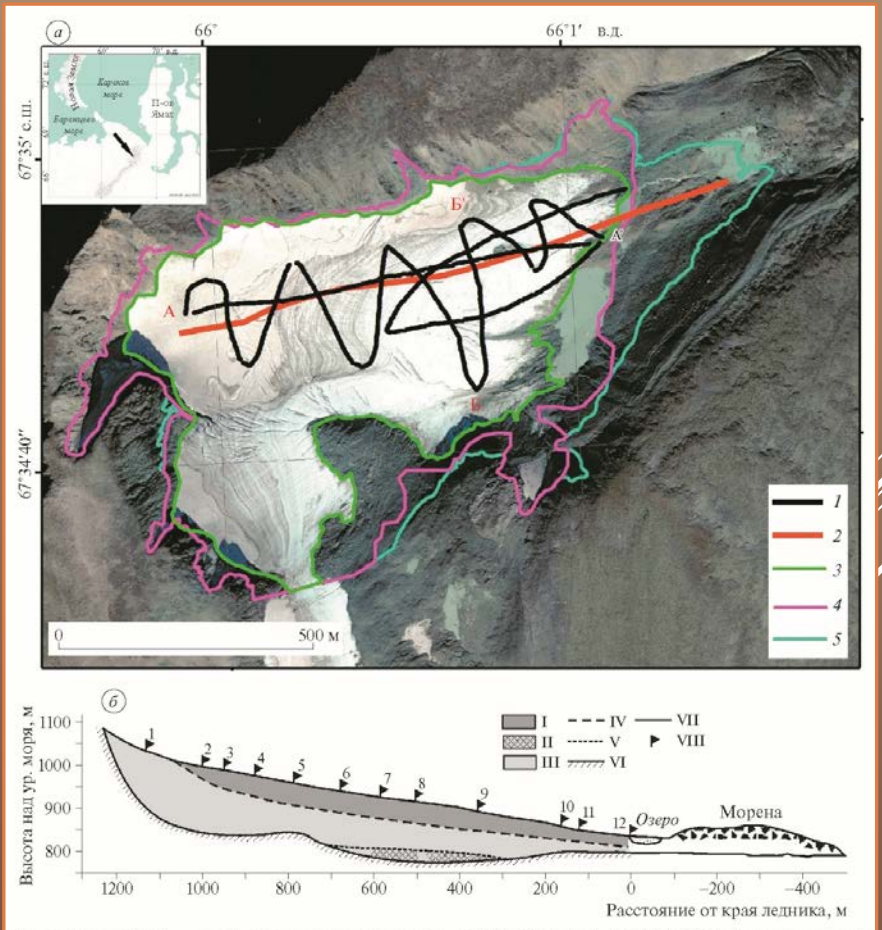



**Рис. 1.** Ледник ИГАН. *а* – профили радиозондирования (*1* – 20 МГц (2021 г.), *2* – 440 МГц (1968 г.); граница ледника в разные годы (*3* – 2020 г., *4* – 2008 г., *5* – 1963 г.); А–А1 и Б–Б1 профили, радарограммы вдоль которых приведены на рис. 3. Подложка – снимок WorldView-2 базы данных Google Earth, август 2021 г.
*б* – интерпретация радиолокационного профиля 1968 г.: *I* – холодный лёд; *II* – теплый лёд; *III* – придонная морена; *IV* – граница между холодным и тёплым льдом; *V* – граница между тёплым льдом и придонной мореной; *VI* – ложе ледника; *VII* – поверхность ледника; *VIII* – координатные вешки профиля (Мачерет, 1974).

ЛЁД И СНЕГ, 2023, том 63, № 1, с. 33–47

ЛЕДНИКИ И ЛЕДНИКОВЫЕ ПОКРОВЫ

УДК 551.583.2

# ИЗОТОПНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ПРИЭЛЬБРУСЬЕ

© 2023 г. Ю. Н. Чижова[1,2,*], В. Н. Михаленко[2], С. С. Кутузов[2], К. А. Шукуров[3], А. В. Козачек[4]

[1] Институт геологии рудных месторождений, петрологии, минералогии и геохимии РАН, Москва, Россия
[2] Институт географии РАН, Москва, Россия
[3] Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия
[4] Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия
*e-mail: eacentr@yandex.ru

Поступила в редакцию 30.08.2022 г.
После доработки 25.10.2022 г.
Принята к публикации 06.03.2023 г.

Приведены результаты изучения изотопных характеристик осадков, выпадающих у подножия южного склона Эльбруса, Кавказ. Отбор осадков организован на станции Азау (абс. высота 2300 м) на ежедневной основе. Установлены основные источники осадков для Приэльбрусья с применением метода обратных траекторий движения воздушных масс. Значения $\delta^{18}O$ осадков содержат выраженную связь с температурой приземного слоя воздуха: $\Delta\delta^{18}O/\Delta T = 0.85‰/°C$.

**Ключевые слова:** изотопный состав кислорода, изотопный состав водорода, атмосферные осадки, Кавказ, Эльбрус, реконструкция температур

**DOI:** 10.31857/S2076673423010052, **EDN:** GITPOP

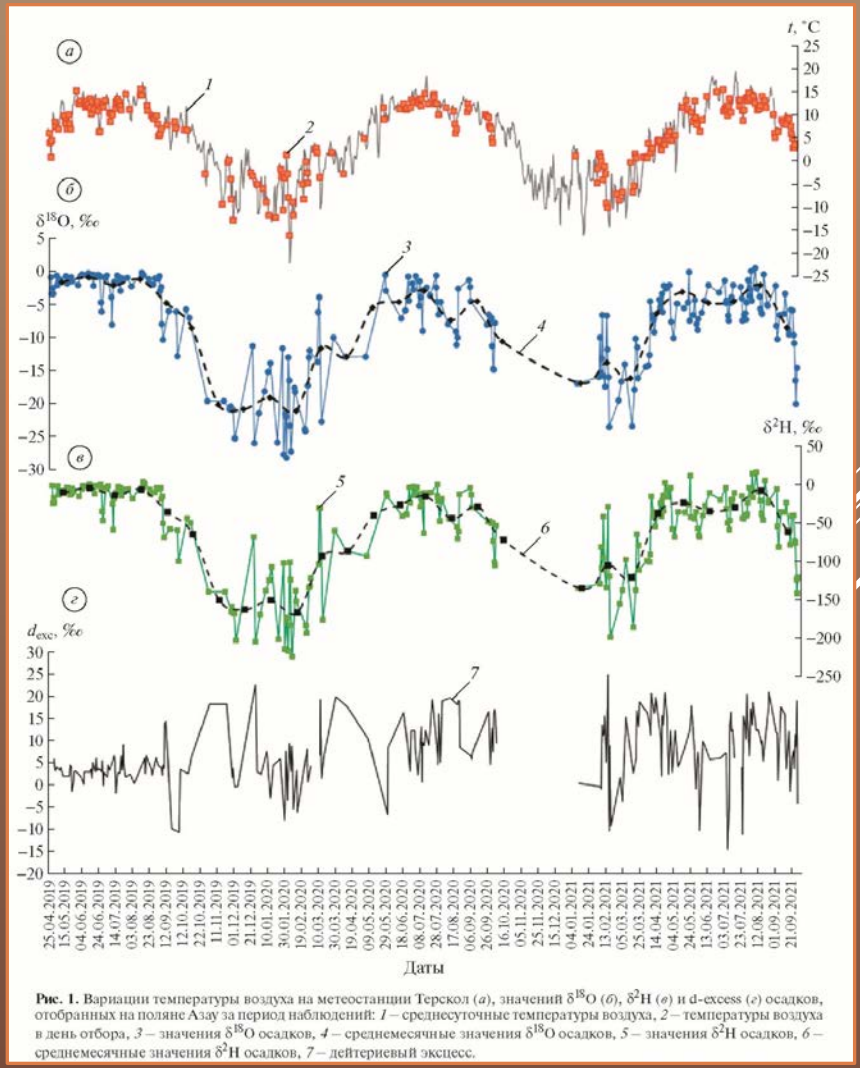



**Рис. 1.** Вариации температуры воздуха на метеостанции Терскол (*а*), значений $\delta^{18}O$ (*б*), $\delta^{2}H$ (*в*) и d-excess (*г*) осадков, отобранных на поляне Азау за период наблюдений: *1* – среднесуточные температуры воздуха, *2* – температуры воздуха в день отбора, *3* – значения $\delta^{18}O$ осадков, *4* – среднемесячные значения $\delta^{18}O$ осадков, *5* – значения $\delta^{2}H$ осадков, *6* – среднемесячные значения $\delta^{2}H$ осадков, *7* – дейтериевый эксцесс.

*ЛЁД И СНЕГ, 2023, том 63, № 1, с. 71–84*

ПОДЗЕМНЫЕ ЛЬДЫ И НАЛЕДИ

*УДК 551.328:551.324*

# МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ГИГАНТСКОЙ АНМАНГЫНДИНСКОЙ НАЛЕДИ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ (1962–2021 гг.)

**© 2023 г. А. А. Землянскова[1,*], В. Р. Алексеев[2], А. Н. Шихов[3], А. А. Осташов[1,2,4], Н. В. Нестерова[1,4], О. М. Макарьева[1]**

[1] *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

[2] *Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск, Россия*

[3] *Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия*

[4] *Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург, Россия*

**e-mail: anastasiazemlanskova@gmail.com*

Поступила в редакцию 13.06.2022 г.
После доработки 19.08.2022 г.
Принята к публикации 06.03.2023 г.

Приводятся материалы о многолетней и сезонной изменчивости морфометрических характеристик гигантской наледи в долине реки Анмангында на Северо-Востоке России. Показано, что за последние 60 лет максимальная площадь тарына сократилась на 25%, а объём на 33%. Период абляции ледяного массива уменьшился на 34 дня, наледь из разряда перелетовывающей перешла в категорию сезонных образований.

**Ключевые слова:** гигантские наледи (тарыны), динамика наледей, сезонное оледенение, изменение климата, Анмангындинская наледь

**DOI:** 10.31857/S2076673423010167, **EDN:** INRTPO

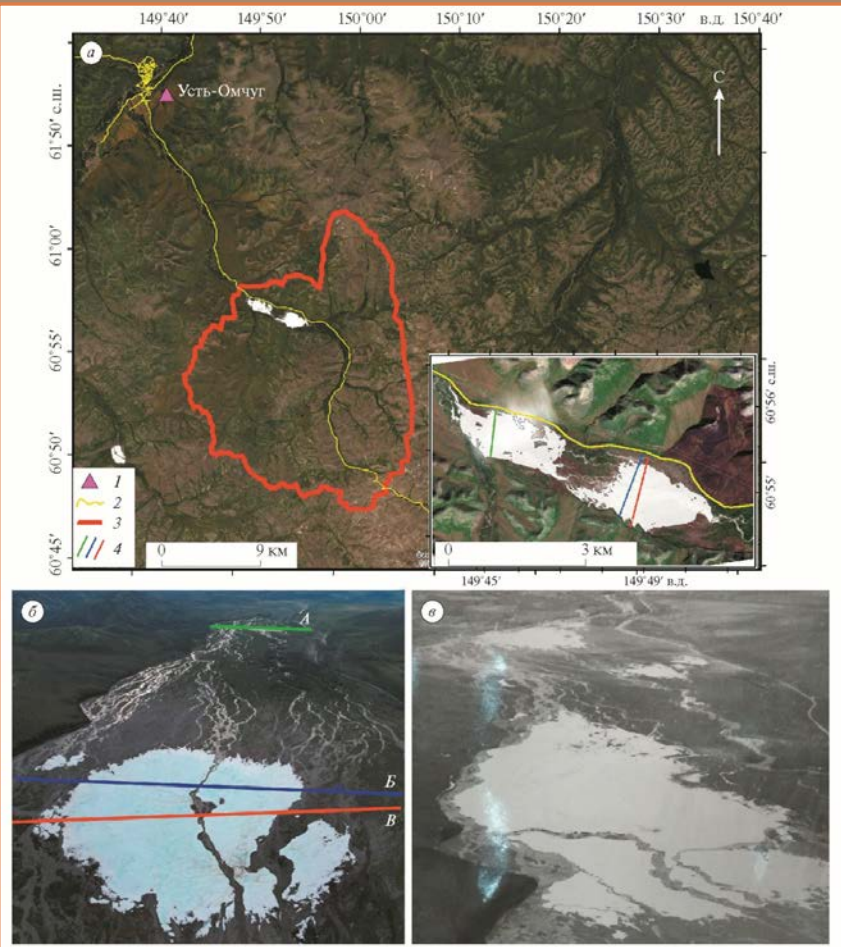



**Рис. 1.** Анмангындинский наледный полигон: *а* – схема объекта исследования: *1* – метеорологическая станция Усть-Омчуг, *2* – Тенькинская трасса, *3* – граница бассейна р. Анмангында (площадь 376 км$^2$), *4* – профили для наблюдений за толщиной наледи; *б* – снимок наледи с БПЛА от 12.07.2021 (площадь льда на дату съёмки 0.45 км$^2$), на фото показаны профили для наблюдений за толщиной наледи (см. рис. 3); *в* – снимок наледи с высоты 1400 м от 15.07.1963 (площадь льда на дату съёмки ≈1.40 км$^2$) (Научно-технический отчёт..., 1967).

ISSN 2076-6734 (Print)
ISSN 2412-3765 (Online)

# Лёд и Снег
# Ice and Snow



Том 63
№2, 2023

# СОДЕРЖАНИЕ

**Том 63, номер 2, 2023**

## Ледники и ледниковые покровы

Ледники в горах России (Кавказ, Алтай, Камчатка) в первой четверти XXI века
*В. М. Котляков, Т. Е. Хромова, Г. А. Носенко, А. Я. Муравьев, С. А. Никитин* 5

Условия на ложе и поверхности ледникового купола Вавилова (Северная Земля) во время его подвижки по данным аэрорадиозондирования
*А. Ф. Глазовский, Н. А. Кабанов, Ю. Я. Мачерет, А. М. Солдатенко* 22

Расчёт и прогноз ледникового питания в речных бассейнах
*В. Г. Коновалов* 36

Использование реанализа ERA5–Land и данных метеостанций в горных районах России для оценки изменения ледниковых систем Восточной Сибири и Дальнего Востока
*Т. Б. Титкова, М. Д. Ананичева* 47

Внутрисезонная изменчивость абляции ледника Альдегонда (Шпицберген)
*У. В. Прохорова, А. В. Терехов, В. Э. Демидов, С. Р. Веркулич, Б. В. Иванов* 62

## Снежный покров и снежные лавины

Термический режим снежного покрова зимой в высокогорной части Эльбруса по натурным данным и результатам моделирования
*Е. Д. Дроздов, Д. В. Турков, П. А. Торопов, А. Ю. Артамонов* 73

Снежный покров как фактор роста годичных колец деревьев в контрастных природных условиях Западно-Сибирской равнины
*Н. И. Быков, А. А. Шигимага, Н. В. Рыгалова* 91

Оценка снегозапасов в засушливой зоне по данным глобальных численных моделей ICON и GFS/NCEP (на примере бассейна реки Селенга)
*А. Н. Шихов, В. Н. Черных, А. А. Аюржанаев, С. В. Пьянков, Р. К. Абдуллин* 105

## Подземные льды и наледи

Влияние климатических изменений на условия формирования селей в районах распространения многолетнемерзлых пород на примере Чукотки
*Ю. В. Генсиоровский, В. А. Лобкина, А. А. Музыченко, Л. Е. Музыченко, М. В. Михалев, Н. Н. Ухова* 119

## Морские, речные и озёрные льды

Изменения характеристик ледового режима рек водосбора Воткинского водохранилища за период с 1936 по 2018 г.
*В. Г. Калинин, В. В. Чичагов* 131

О зависимости процесса ледообразования в Ладожском озере от температуры воздуха
*С. Г. Каретников* 144

## Обзорные статьи

Исследования тёртого льда (обзор)
*К. Е. Сазонов* 150

УДК 551.324.6

# ЛЕДНИКИ В ГОРАХ РОССИИ (КАВКАЗ, АЛТАЙ, КАМЧАТКА) В ПЕРВОЙ ЧЕТВЕРТИ XXI ВЕКА

© 2023 г. В. М. Котляков[1], Т. Е. Хромова[1,*], Г. А. Носенко[1], А. Я. Муравьев[1], С. А. Никитин[1]

[1] *Институт географии РАН, Москва, Россия*

**e-mail: tkhromova@gmail.com*

Поступила в редакцию 21.02.2023 г.
После доработки 09.03.2023 г.
Принята к публикации 31.03.2023 г.

Проведённые в последнее время исследования позволили получить детальную картину изменений ледников в наиболее обеспеченных данными горных районах России. Для оледенения Кавказа получены данные на временные срезы 1911, 1952, 2000, 2014, 2018 и 2020 г.; для Алтая – на 1850, 1952, 2003 и 2018 г. Для крупных узлов оледенения Центрального Алтая – Катунского, Южно- и Северо-Чуйского хребтов дополнительно на 1968, 2008, 2017 г. В обоих районах выявлены устойчивое сокращение площади ледников с начала XX в. и ускорение темпов сокращения в начале XXI в. Для исследования ледников Камчатки были использованы данные Каталога ледников СССР и снимки с разных спутников и за разные годы (2007–2019). Выявлено множество ледников, ранее не зарегистрированных в Каталоге ледников СССР. Площадь оледенения в разных районах Камчатки со времени первой каталогизации изменялась крайне неравномерно, что связано со значительными различиями в морфологии ледников. Ледники вулканических районов увеличили свои размеры или оставались стационарными; здесь нет тенденции к сокращению ледников из-за мощной поверхностной морены, состоящей из вулканогенного материала. Сравнение данных Каталога ледников СССР (1965–1982) и Каталога ледников России (2017–2019) показывает сокращение площади оледенения с середины XX в. до конца второй декады XXI в. во всех горных районах России за исключением вулканических областей Камчатки.

**Ключевые слова:** горные ледники, Россия, изменения ледников, космические изображения

**DOI:** 10.31857/S2076673423020114, **EDN:** RVBDMJ

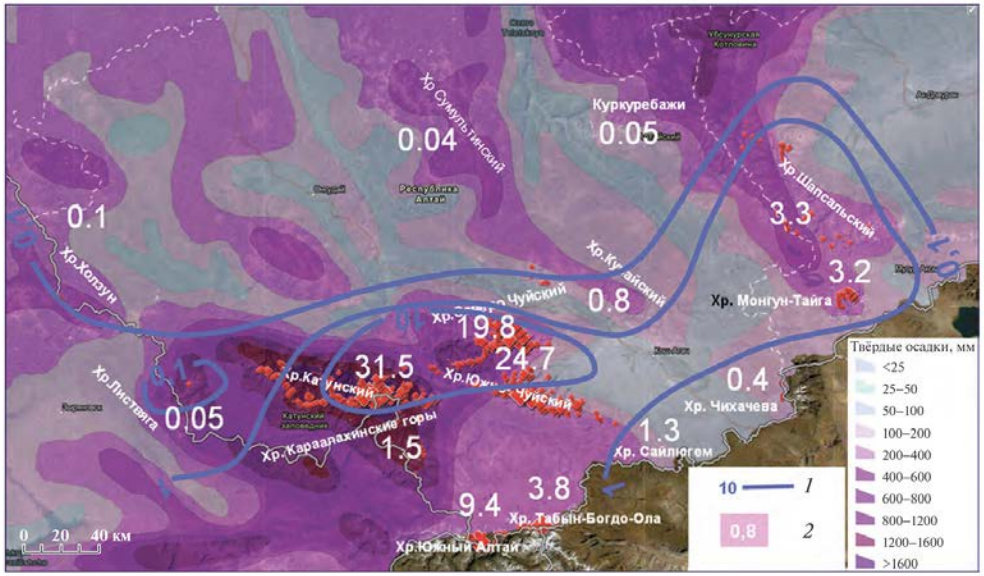



**Рис. 4.** Распределение площади оледенения на территории Алтая по отдельным хребтам (показано на основе карты твердых осадков из Атласа снежно-ледовых ресурсов мира). *1* – изолинии распределения площади ледников на отдельных хребтах, %; *2* – их доля в общей площади ледниковой системы российского Алтая, %.

*УДК 551.578.42;630*561.24*

# СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ КАК ФАКТОР РОСТА ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ ДЕРЕВЬЕВ В КОНТРАСТНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

**© 2023 г. Н. И. Быков[1,*], А. А. Шигимага[1], Н. В. Рыгалова[1]**

[1] *Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия*

**e-mail: nikolai_bykov@mail.ru*

Поступила в редакцию 18.10.2022 г.
После доработки 03.02.2023 г.
Принята к публикации 31.03.2023 г.

Проанализирована зависимость ширины годичных колец древесных растений зоны лесотундры и подзон северной тайги (лесная зона), южной лесостепи (лесостепная зона) и сухой степи (степная зона) от таких показателей снежного покрова, как максимальная толщина и водозапас, даты установления, разрушения и продолжительность залегания устойчивого снежного покрова. Для анализа применены данные государственных метеорологических станций Росгидромета (далее – МС) за 1966–2020 гг. (по лесотундре и северной тайге); 1966–2018 гг. (по лесостепи и сухой степи); материалы собственных дендрохронологических работ.

**Ключевые слова:** Западно-Сибирская равнина, снежный покров, древесные растения, годичные кольца

**DOI:** 10.31857/S2076673423020047, **EDN:** RTJJTL

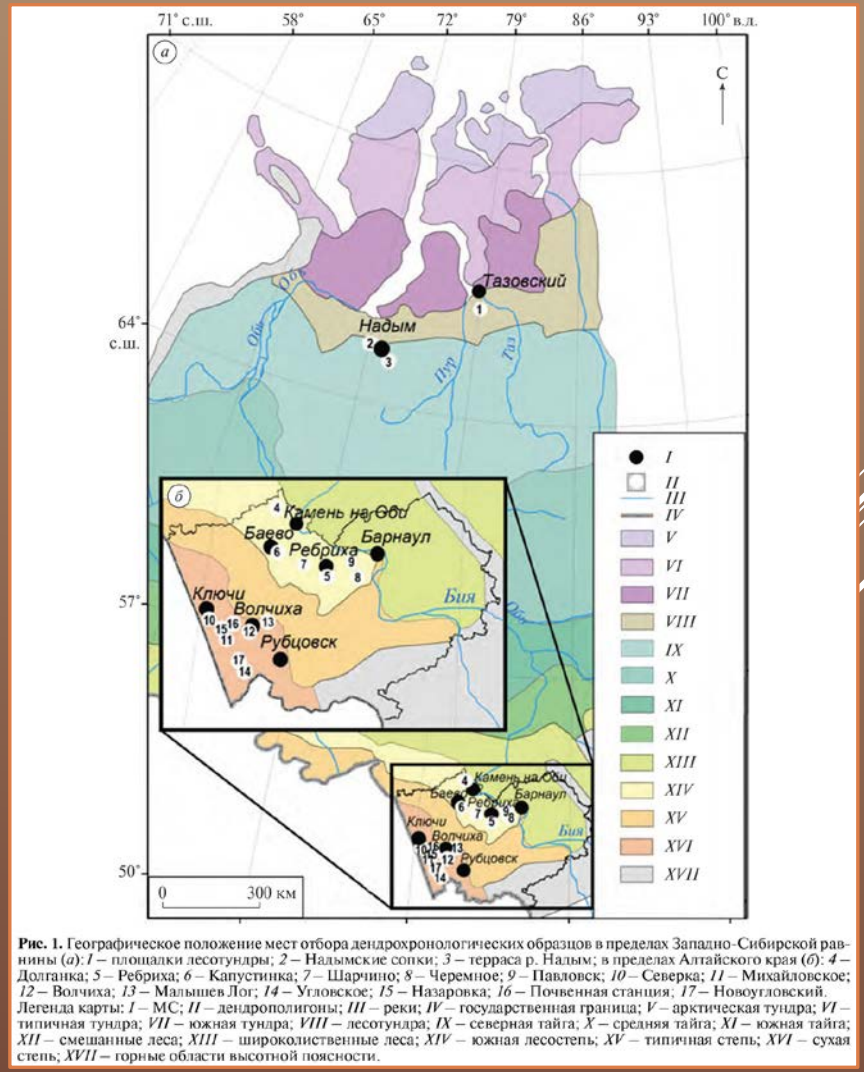



**Рис. 1.** Географическое положение мест отбора дендрохронологических образцов в пределах Западно-Сибирской равнины (*а*): *1* – площадки лесотундры; *2* – Надымские сопки; *3* – терраса р. Надым; в пределах Алтайского края (*б*): *4* – Долганка; *5* – Ребриха; *6* – Капустинка; *7* – Шарчино; *8* – Черемное; *9* – Павловск; *10* – Северка; *11* – Михайловское; *12* – Волчиха; *13* – Малышев Лог; *14* – Угловское; *15* – Назаровка; *16* – Почвенная станция; *17* – Новоугловский. Легенда карты: *I* – МС; *II* – дендрополигоны; *III* – реки; *IV* – государственная граница; *V* – арктическая тундра; *VI* – типичная тундра; *VII* – южная тундра; *VIII* – лесотундра; *IX* – северная тайга; *X* – средняя тайга; *XI* – южная тайга; *XII* – смешанные леса; *XIII* – широколиственные леса; *XIV* – южная лесостепь; *XV* – типичная степь; *XVI* – сухая степь; *XVII* – горные области высотной поясности.

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ

ISSN 0372-5758

155

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ



ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ

Сборник 155

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Ответственные редакторы:**
академик В.М. Котляков
доктор педагогических наук А.А. Лобжанидзе

МОСКВА
Медиа-ПРЕСС
2022

**Вопросы географии** / Русское географическое общество. – Москва. Издаётся с 1946 года.

В74 **Сб. 155. Актуальные проблемы общего географического образования** / Отв. ред. В.М. Котляков, А.А. Лобжанидзе. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2022. 320 с.

Русское географическое общество выступило инициатором создания Концепции географического образования в нашей стране, которая была принята Министерством просвещения Российской Федерации. Реализация Концепции требует глубокого теоретического осмысления проблем развития географического образования. В эту книгу включены научные статьи, отражающие самые актуальные вопросы преподавания географии в общеобразовательной школе: современное представление об основополагающих категориях, входящих в проблемное поле географического образования, использование новых инновационных технологий в образовании, ключевые направления воспитания в географическом образовании с точки зрения их стратегического общенационального приоритета и социокультурного ресурса развития современного российского общества. Содержание сборника представляет научный и практический интерес для преподавателей высшей и основной школы, аспирантов и студентов географических и педагогических вузов, готовящихся к преподавательской деятельности.

ISBN 9785901003-69-5

**Problems of Geography** / Russian Geographical Society. – M. Published since 1946.

**Vol. 154. Actual problems of general geographical education** / V.M. Kotlyakov, A.A. Lobzhanidze, Eds. – M.: Media-Press, 2022. 320 p.

The Russian Geographical Society initiated the creation of the Concept of Geographical Education in the Russian Federation, which was adopted by the Ministry of Education of the Russian Federation. The implementation of the Concept requires a deep theoretical understanding of the problems of the development of geographical education. The vol. № 155 "Problems of Geography" includes scientific articles reflecting the most pressing issues of teaching geography in primary school: a modern understanding of the fundamental categories included in the problem field of geographical education, the use of new innovative technologies in education, reveals the key areas of education in geographical education from the point of view of their strategic national priority and socio-cultural resource development of modern Russian society. The articles of the collection will be of scientific and practical interest for teachers of higher and basic schools, graduate students and students of geographical and pedagogical universities preparing for teaching.

# Содержание

Введение (*И.И. Баринова, Н.Ф. Винокурова, А.А. Лобжанидзе, В.В. Николина, В.Д. Сухоруков*) ... 12

**ГЛАВА 1. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

1.1. Интенции и границы актуального опыта современной географии (*В.Д. Сухоруков*) ... 17
1.2. История школы и современное состояние географического образования в России (*В.Д. Сухоруков*) ... 33
1.3. Географическое образование в контексте устойчивого и безопасного развития России (*В.Д. Сухоруков*) ... 50

**ГЛАВА 2. ПРОБЛЕМНОЕ ПОЛЕ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

2.1. Географическая культура: понятие, особенности формирования, новые ориентиры (*В.В. Николина*) ... 68
2.2. Цели и содержания географического образования (*В.В. Николина*) ... 79
2.3. Современные технологии географического образования (*В.В. Николина*) ... 101
2.4. Новые форматы реализации географического образования: основания, смыслы, сопровождение (*В.В. Николина*) ... 116
2.5. Оценка качества географического образования. Формирование функциональной грамотности гражданина XXI века (*А.А. Лобжанидзе*) ... 128

**ГЛАВА 3. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕОГРАФИИ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ В СТАНОВЛЕНИИ ГРАЖДАНИНА XXI ВЕКА**

3.1. Патриотическое и гражданское воспитание (*Н.Ф. Винокурова*) ... 145
3.2. Формирование этнической идентичности и мультикультурное воспитание (*А.А. Лобжанидзе*) ... 163
3.3. Геоэкологическое воспитание (*Н.Ф. Винокурова*) ... 170
3.4. Духовно-нравственное воспитание (*В.В. Николина*) ... 186
3.5. Интеллектуальное воспитание (*Н.Ф. Винокурова*) ... 201
3.6. Методические условия реализации воспитательного потенциала географии в современной школе. Отражение воспитательного потенциала в личностных результатах обучающихся (*Н.Ф. Винокурова, В.В. Николина*) ... 216





**ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ФОРМАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

4.1. Формальное, неформальное, информальное образование (*И.И. Баринова*) ... 232
4.2. Формальное географическое образование: проектирование содержания вокруг «Больших идей» (*А.А. Лобжанидзе*) ... 238
4.3. Внеурочная деятельность по географии (*И.И. Баринова*) ... 247
4.4. Внешкольная деятельность по географии (*И.И. Баринова*) ... 262

**ГЛАВА 5. УЧИТЕЛЬ ГЕОГРАФИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ**

5.1. Основные направления подготовки учителя географии (*А.А. Лобжанидзе*) ... 289
5.2. Деятельность предметной ассоциации в методической подготовке учителя географии (*А.А. Лобжанидзе*) ... 297
5.3. Роль РГО в реализации образовательного и воспитательного потенциала географии (*А.А. Лобжанидзе*) ... 303

Заключение (*А.А. Лобжанидзе*) ... 312

Сведения об авторах ... 319

# Глава 2. Проблемное поле и стратегические ориентиры методической системы современного географического образования

## 2.1. Географическая культура: понятие, особенности формирования, новые ориентиры

Географическое образование рассматривается в контексте культуры общества: «Географическое образование – это вопрос о географической культуре человека» (Лобжанидзе и др., 2014, с. 24). Отсюда следует, что географическая культура отражает степень овладения обучающимися географическими знаниями и опытом деятельности. Учитывая гуманистическую сущность современного образования, она подразумевает особый тип системного мышления, привязанного к сложно структурированному земному пространству, и определяет меру человечности по отношению к природе и социуму, глубину духовности и уровень гуманистических качеств личности. В свою очередь задача формирования географической культуры возлагается на систему общего и профессионального образования, научный идеологический и пропагандистский аппарат, регулирующий информационные ресурсы общества.

В современных сложных противоречивых условиях географическая культура ориентирована на подготовку человека в новых изменившихся цивилизационных условиях. В этой связи оценка, осмысление и преобразование мира происходит опосредовано через общую и географическую культуру. Значение географической составляющей общечеловеческой культуры чрезвычайно велико и обусловлено сохранением норм и ценностей жизни в географическом пространстве, общности людей, многообразия их способов жизни, обеспечения их духовной, культурной, этнической идентификации. Значимость географии для развития общечеловеческой культуры и образования раскрывали учёные-географы, путешественники, писатели, поэты. По мнению В.П. Максаковского, «географическая культура берет на себя истолкование ряда процессов и явлений в природе и обществе, знакомство с естественно-научными и социально-экономическими основами общественного производства, ориентацию на разумное и нравственное поведение людей в окружающей среде и пр.» (Максаковский, 1998, с. 8).






**Рис. 1.** Модель методической системы оценки результатов обучения географии (Пятунин, Хлебосолова, 2017)

# Глава 4. Основные форматы реализации географического образования

## 4.1. Формальное, неформальное, информальное образование

Современная ситуация в отечественном и зарубежном образовании может рассматриваться как этап формирования нового образовательного пространства, который обусловлен изменениями целей образования, форм освоения новых знаний, организации учебного процесса в связи с использованием новых инновационных технологий.

К основным особенностям образования XXI века относят такие: дистанционность и мобильность; формирование нового вида грамотности – информационно-коммуникативной; интерактивность; проектность, технологичность, усиление творческой активности школьников, возможность одновременного движения по нескольким образовательным траекториям; образование на протяжении всей жизни.

В настоящее время в системе образования можно выделить три формата: формальное, неформальное, информальное. Рассмотрим особенности каждого из них, отметив сразу, что все эти форматы образования тесно взаимодействуют друг с другом, так как рассматривают аналогичные вопросы содержания и используют современные педагогические технологии.

Доминировавший длительное время акцент на преимущества формального образования в школах, колледжах и высших учебных заведениях на основе специально разработанных программ, постепенно ослабевает из-за развития различных форм неформального образования. К этому типу образованию относят учебную деятельность и в школе, так и за её пределами. Характер этой деятельности может быть очень широким – от предпрофессиональной до общекультурной.

***Формальное образование*** – это обязательное образование в школах, гимназиях, колледжах, в высших учебных заведениях – университетах и институтах. Этот формат образования осуществляется под руководством и по нормативным документам соответствующих министерств – Министерства просвещения РФ и Министерства высшего образования и науки РФ. Федеральные образовательные стандарты этих ведомств достаточно чётко определяют цели и задачи образования, перечень учебных дисциплин, соотношение теоретических и практических занятий, формы и методы организации преподавания






**Рис. 2.** Взаимодействие всех форматов образования (составлено автором)

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ

ISSN 0372-5758

156

# СОВРЕМЕННАЯ БИОГЕОГРАФИЯ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ



ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ

Сборник 156

СОВРЕМЕННАЯ БИОГЕОГРАФИЯ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

**Редакционная коллегия:**
академик В.М. Котляков
член-корреспондент А.А. Тишков
профессор С.М. Малхазова
профессор Н.Н. Дроздов
профессор Н.М. Новикова
Н.Б. Леонова
В.Ю. Румянцев

МОСКВА
Медиа-ПРЕСС
2023

В74

**Вопросы географии** / Русское географическое общество. – Москва. Издаётся с 1946 года.
**Сб. 156. Современная биогеография Северной Евразии** / В.М. Котляков и др. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2023. 400 с.

В сборнике представлены статьи по современным проблемам биогеографии Северной Евразии. Рассматриваются вопросы теории и практики науки, ее ботанико-географические, зоогеографические и медико-географические аспекты. В заключительном разделе помещены заметки, посвященные 75-летию кафедры биогеографии географического факультета МГУ и лаборатории биогеографии Института географии РАН и 65-летию комиссии биогеографии Московского городского отделения РГО.

ISBN 9785901003-70-1

**Problems of Geography** / Russian Geographical Society. – M. Published since 1946.
**Vol. 156. Modern biogeography of Northern Eurasia** / V.M. Kotlyakov et al. – M.: Media-Press, 2023. 400 p.

The collection contains articles on modern problems of biogeography of Northern Eurasia. The issues of theory and practice of science, its botanical-geographical, zoogeographic and medico-geographical aspects are considered. The final section contains notes dedicated to the 75th anniversary of the biogeography department of the Geographical Faculty of Moscow State University and the biogeography laboratory of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences and the 65th anniversary of the Biogeography Commission of the Moscow City Branch of the Russian Geographical Society.

# Содержание

Предисловие (*В.М. Котляков, С.М. Малхазова, А.А. Тишков*) ..... 11

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОЙ БИОГЕОГРАФИИ**

*А.А. Тишков.* Фундаментальная и прикладная биогеография России в XXI веке ..... 14
*С.М. Малхазова, Т.В. Котова.* Серия медико-географических атласов России ..... 51
*М.В. Бочарников.* Новые идеи и подходы в картографическом изучении биоты Северной Евразии ..... 66

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ В БИОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ**

*Д.Р. Владимиров, А.Я. Григорьевская, М.А. Орлов, А.В. Шелудков, А.А. Глотов.* Фиторазнообразие степных ООПТ южного Черноземья и перспективы его охраны (на примере Воронежской области) ..... 93
*И.Н. Сафронова, Н.Ю. Степанова, О.Г. Калмыкова, Т.Ю. Каримова.* О распространении *Stipa caspia* C. Koch. на Прикаспийской низменности ..... 106
*Н.Б. Леонова, И.М. Микляева.* Биохорологическое разнообразие Уральских гор ..... 119
*Е.Г. Суслова, Н.Г. Кадетов.* Проблемы сохранения растительных сообществ в ближнем Подмосковье ..... 134
*А.А. Романов, Я.А. Редькин, И.Ю. Попов.* Структура и динамика численности гнездовий морских колониальных птиц на о. Чирпой (Большая Курильская гряда) ..... 144
*В.Ю. Румянцев, О.В. Брандлер.* Степной сурок – проблемы подвидового деления и районирования ареала ..... 154
*С.А. Подольский, А.И. Антонов, В.А. Кастрикин, Е.К. Красикова, Л.Ю. Левик, М.П. Парилов, К.П. Павлова.* Разнообразие и численность наземных позвоночных в зоне влияния строящегося Амурского газохимического комплекса и проектируемой Нижнезейской ГЭС ..... 169
*А.А. Кадетова, Н.Г. Кадетов.* Фауна наземных позвоночных заказника «Воробьёвы горы» (Москва) в конце XX – начале XXI веков ..... 187
*М.С. Солдатов.* Фаунистические комплексы рыб в пресных водах тундры Европейской России ..... 205





*С.С. Уланова.* Мониторинг экотонных систем побережий искусственных водоёмов Калмыкии ..... 219
*И.Ф. Петрова, Е.Г. Королева.* Инвазионная опасность чужеродных растений: опыт оценки и картографирования на территории России ..... 232
*Е.В. Глухова, Е.И. Голубева, М.В. Зимин.* Рекультивация нарушенных экосистем Северных побережий ..... 244
*И.В. Покровская.* Летнее население птиц крупнобугристых болот гипоарктического биогеографического пояса Западной Сибири ..... 256

**СОВРЕМЕННАЯ БИОГЕОГРАФИЯ КАК НАУЧНАЯ БАЗА МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*В.А. Миронова, Т.В. Ватлина, И.В. Владимиров, С.В. Зелихина, Д.С. Орлов, С.М. Малхазова.* Актуальные природнообусловленные заболевания на юге Дальнего Востока России ..... 273
*Т.В. Дикарева, В.Ю. Румянцев, М.С. Солдатов, С.М. Малхазова.* Закономерности распространения значимых для здоровья населения растений в южных биомах России ..... 294

***In memoriam:* К 75-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ БИОГЕОГРАФИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ И ЛАБОРАТОРИИ БИОГЕОГРАФИИ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ РАН**

*Т.В. Дикарева, С.М. Малхазова.* Основатель кафедры биогеографии Владимир Николаевич Сукачев ..... 310
*С.М. Малхазова, Г.Н. Огуреева.* А.Г. Воронов – создатель научно-образовательного центра биогеографии в Московском университете ..... 323
*Н.Н. Дроздов.* Воспоминания об учителе и друге ..... 337
*В.Ю. Румянцев, Э.А. Рустамов, Е.А. Даниленко.* Александр Михайлович Чельцов-Бебутов – 100 лет со дня рождения ..... 347
*Е.А. Белоновская, М.А. Вайсфельд, Н.Г. Царевская, А.А. Тишков.* Без четверти век: лаборатории биогеографии Института географии РАН – 75 лет ..... 357
*Н.М. Новикова, Н.Б. Леонова, Л.Г. Емельянова, Н.Г. Кадетов.* 65 лет Комиссии биогеографии Московского городского отделения РГО ..... 387

Сведения об авторах ..... 396

УДК 581.5: 622.8 DOI: 10.24057/probl.geogr.156.15

# Рекультивация нарушенных экосистем Северных побережий

**Е.В. Глухова, Е.И. Голубева, М.В. Зимин**

Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

# Recultivation of disturbed ecosystems of the Northern coasts

**E.V. Glukhova, E.I. Golubeva, M.V. Zimin**

Faculty of Geography, Lomonosov State University,Moscow, Russia

*E-mail: evglukhova@gmail.com*

***Summary.*** The article is devoted to the analysis of ecological aspects of restoration of vegetation cover of degraded coastal ecosystems associated with the history of their development. On the coast of the White Sea (the southern part of the Kola Peninsula), in territories confined, as a rule, to settlements located at the mouths of rivers, on light sandy soils formed by ancient river outflows, there is a process of active destruction of soil and vegetation. Deforestation, overgrazing, fires in some places have led to complete degradation of vegetation and, as a result, to the formation of exposed sands, which, with constantly blowing winds at the border of the sea and land, are subject to severe deflation. The largest sand massifs are located near the village of Kuzomen in the Tersky district of the Murmansk region. The area of water protection forests along the shores of the White Sea has sharply decreased here, and self-restoration of such disturbed lands is almost impossible. One of the successful methods of restoring degraded lands is phytoremediation.

**Keywords:** ***coast of the White Sea, Kola Peninsula, disturbed ecosystems, restoration of vegetation cover, phytoremediation***

***Резюме.*** Статья посвящена анализу экологических аспектов восстановления растительного покрова деградированных прибрежных экосистем. На побережье Белого моря (южная часть Кольского полуострова), на территориях, приуроченных, как правило, к населённым пунктам, расположенным в устьях рек, на лёгких песчаных почвах, сформированных древними речными выносами, происходит активное разрушение почвы и растительности. Вырубка лесов, чрезмерный выпас скота, пожары в отдельных местах привели к полной деградации растительности и, как следствие, к образованию обнажённых песчаных массивов, которые при постоянно дующих ветрах на границе моря и суши подвержены сильной дефляции. Наиболее крупные песчаные массивы располагаются в районе села Кузомень Терского района Мурманской области. Здесь резко сократилась площадь водоохранных лесов вдоль берегов Белого моря, и самовосстановление таких нарушенных земель практически невозможно. Один из успешных методов восстановления деградированных земель – фиторекультивация.

**Ключевые слова:** ***берег Белого моря, Кольский полуостров, нарушенные экосистемы, восстановление растительного покрова, фиторекультивация***





**Рис. 1.** Стадия приживания. Фото Е.В. Глуховой



**Рис. 2.** Стадия усиленного роста. Фото Е.В. Глуховой

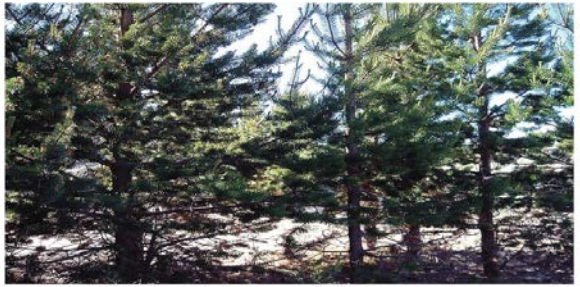


**Рис. 3.** Стадия формирования сообществ, близких к естественному состоянию. Фото Е.В. Глуховой