

НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ ЗА 2015 год

и

Permafrost researchs report of Russia 2015

Продолжены мониторинговые геокриологические наблюдения на участках без техногенных нарушений для пополнения общедоступной базы данных GTN-P. На обширной территории Российской криолитозоны в настоящее время поддерживается работа на 298 площадках, на которых размещены скважины или температурные наблюдения в шурфах, а также на 61 площадке CALM, расположенные в разных ландшафтных условиях.

Geocryological monitoring in undisturbed condition was continued. The 2014-results were submitted in the GTN-P Database. The 298 observatories contain several boreholes or soil temperature measurements. The 61 CALM-sites present different landscape condition.

***** **ИКЗ СО РАН**

Институт криосферы Земли Сибирского отделения Российской академии наук) издает журнал «Криосфера Земли» (<http://www.izdatgeo.ru>). Наиболее важные результаты по программам ИКЗ СО РАН и многих других институтов и организаций, ведущих исследования в области криосферы/многолетней мерзлоты, публикуются в этом журнале. Наиболее важные/интересные аннотации представлены ниже:

Earth Cryosphere Institute (Earth Cryosphere Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Science (ECI SB RAS) publishes the journal "Earth's Cryosphere" ("Kriosfera Zemli", <http://www.izdatgeo.ru>). The results of the most fundamental and advanced investigations, important results on the programs of the Earth Cryosphere Institute (ECI SB RAS) and of the many others Institutes and organizations specializing on permafrost/cryosphere researches are presented in the journal "Earth's Cryosphere" ("Kriosfera Zemli"). The abstracts of the most interesting papers are submitted for the consideration of readers

Том XIX, № 1 (Январь–март 2015)

1) **V.N. Golubev, D.M. Frolov.** Peculiarities of water vapor migration at snow cover–atmosphere and snow cover–ground boundaries

Lomonosov Moscow State University, Laboratory of Snow Avalanches and Mudflows, Department of Geography, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russia; golubev@geol.msu.ru

Concentration gradient of water vapor in snow cover is determined by the presence of temperature gradient. The formation of water vapor concentration gradient on the boundaries of contacting media (snow cover– atmosphere and snow cover–underlying ground) is conditioned by the difference between water vapor content in pore spaces of snow and in boundary layers of atmosphere and ground. The result is the sublimation of ice grains and the migration of forming vapor. It has been demonstrated that the snow sublimation intensity under isothermal conditions depends on microstructure and varies from $42 \cdot 10^{-8}$ kg/(m²·s) at –8 °C for ice and $40 \cdot 10^{-8}$ kg/(m²·s) for snow with density 500 kg/m³ to $32 \cdot 10^{-8}$ kg/(m²·s) for snow with density 160 kg/m³. Water vapor content in pore space of snow amounts to 1.08 at –22 °C and 1.045 at –5 °C in regard to its concentration defined by Clapeyron–Clausius equation. Consideration of water vapor transfer on the snow-ground boundary for isothermal conditions and at the presence of temperature gradient for sand and clay models has demonstrated that flux values range $(8.0–39.3) \cdot 10^{-8}$ kg/(m²·s) (from ground to snow) and $(1.0–2.5) \cdot 10^{-8}$ kg/(m²·s) (from snow to ground).

Mass transfer, snow, sublimation, water vapour

Голубев В.Н., Фролов Д.М. Особенности миграции водяного пара на границах раздела атмосфера–снежный покров и снежный покров–подстилающий грунт // Криосфера Земли, 2015, Том XIX, № 1, с.22-29.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, НИЛ снежных лавин и селей, географический ф-т, golubev@geol.msu.ru

Градиенты концентрации водяного пара в снежном покрове определяются наличием градиента температуры. На границах контактирующих сред снежный покров–атмосфера и снежный покров–подстилающие грунты возникновение градиентов концентрации водяного пара обусловлено, кроме того, различиями в содержании водяного пара в поровом пространстве снега и в приграничных слоях атмосферы и грунтов, что ведет к сублимации ледяных зерен и миграции образующегося пара. Показано, что в изотермических условиях интенсивность сублимации снега зависит от его теплопроводности и плотности, изменяясь при температуре –8 °C от $42 \cdot 10^{-8}$ кг/(м²·с) для льда и $40 \cdot 10^{-8}$ кг/(м²·с) для снега с плотностью 500 кг/м³ до $32 \cdot 10^{-8}$ кг/(м²·с) для снега с плотностью 160 кг/м³. Содержание водяного пара в поровом пространстве снега составляет 1,08 при температуре –22 °C и 1,045 при –5 °C по отношению к концентрации его, определяемой уравнением Клапейрона–Клаузиуса. Рассмотрение переноса пара на границе снег–грунт для изотермических условий и при наличии градиента температуры для моделей с песком и глиной показывает, что значения потока находятся в интервалах $(8,0–39,3) \cdot 10^{-8}$ кг/(м²·с) (из грунта в снег) и $(1,0–2,5) \cdot 10^{-8}$ кг/(м²·с) (из снега в грунт).

2) **S.M. Fotiev.** Genesis and mechanism of formation of the layers of the repeatedly-injective ice

Earth Cryosphere Institute, SB RAS, 625000, Tyumen, P/O box 1230, Russia; kriozem@gmail.com

The typical features of the ice layers occurring in situ in the full sections of the marine sediments have been specified. The comparison of the mineralization and the chemical composition of the ice of the lacustrine and marine waters have proved that the ice layers had been saturated by the lacustrine waters. It was determined that the ice layers began forming only after the full sea regression and considerably later than the perennial freezing of the surrounding deposits. It has been ascertained that thick ice layers cannot be formed during the process of segregational accumulation. The leading role of the process of injective ice accumulation during the formation of the thick layers of the ultrafresh ice inside the strata of the frozen deposits have been proved. The source “feeding” the ice layer occurred to be not inside but outside the surrounding deposits. The conditions of penetration of the lacustrine waters into the strata of the frozen deposits and the layerwise formation of the ice layers have been examined. It was revealed that the delivery of the water from lake to ice layer and its transportation to enormous distances was provided by the huge cryogenic pressure occurring during ice freezing inside the closed lake depression.

Layer of repeatedly-injective ice, segregation and injective ice accumulation, cryogenic head

Фотиев С.М. Генезис и механизм формирования пластов повторно-инъекционного льда // Криосфера Земли, 2015, Том XIX, [№ 1](#), с. 30-40

Институт криосферы Земли СО РАН

Указаны типичные признаки пластов льда, залегающих *in situ* в полных разрезах морских осадков. Путем сравнения минерализации и химического состава льда, озерных и морских вод доказано, что пласты льда подпитывались озерными водами. Установлено, что пласты льда начали формироваться только после полной регрессии моря и значительно позднее многолетнего промерзания вмещающих их отложений. Доказано, что в процессе сегрегационного льдовыделения мощные пласты льда формироваться не могут. Определена ведущая роль процесса инъекционного льдообразования в формировании мощных пластов ультрапресных льдов внутри толщи мерзлых отложений, при этом источник, “питающий” пласт льда, находился вне, а не внутри вмещающих отложений. Рассмотрены условия проникновения озерной воды в толщу мерзлых отложений и послойного формирования пластов льда. Показано, что доставка воды от озера к пласту льда и ее продвижение на огромные расстояния обеспечивались высоким криогенным давлением, возникающим при промерзании воды в замкнутой озерной котловине.

Пласт повторно-инъекционного льда, сегрегационное и инъекционное льдовыделение, криогенный напор

3) D.G. Shmelev. Role of cryogenese in the formation of composition of the Late Quaternary deposits in Antarctic oasis and North East Yakutia

Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russia; shmelevdenis_msu@mail.ru Institute of Physicochemical and Biological Issues in Soil Science, RAS, 142290, Moscow region, Puschino, Russia

The pioneer data obtained by the Cryology Laboratory of the Institute of Physicochemical and Biological Issues in Soil Science from Antarctic oasis and North East Yakutia are analyzed in the paper. Two different types of cryogenic weathering have been distinguished on the basis of

analyzes of current temperature regime of active layer and features of deposit composition. The detailed investigations of the Late Quaternary deposits of North East Yakutia and Larsemann Oasis (Antarctica) have ascertained the cyclic structure of cryolithogenic strata caused by the changes in the environmental conditions during sedimentation. It was established that the most favorable conditions for cryogenic weathering had occurred at the Late Pleistocene–Holocene terms for the examined regions.

Cryogenese, Pleistocene, Holocene, Antarctic oasis, North East Yakutia

Шмелев Д.Г. Роль криогенеза в формировании состава позднечетвертичных мерзлых отложений оазисов Антарктиды и северо-востока Якутии // Криосфера Земли, 2015, Том XIX, [№ 1](#), с. 41-57

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический ф-т
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино*

Проанализированы ранее не публиковавшиеся материалы лаборатории криологии почв ИФХиБПП РАН, полученные в ходе работ на северо-востоке Якутии и в оазисах Антарктиды. На основе анализа современного термического режима сезонноталого слоя и состава отложений выделено два разных механизма криогенного выветривания. Детальными исследованиями позднечетвертичных отложений СевероВосточной Якутии и оазиса Ларсеманна (Антарктида) установлена циклическая природа криолитогенных толщ, обусловленная характером изменения природных условий в процессе накопления отложений. Установлено, что наиболее благоприятные условия для криогенного выветривания пород приурочены к рубежу позднего плейстоцена и голоцена для рассматриваемых районов.

Криогенез, плейстоцен, голоцен, оазисы Антарктиды, северо-восток Якутии

4) S.S. Kutuzov, I.I. Lavrentiev, E.V. Vasilenko*, Y.Y. Macheret, D.A. Petrakov, G.V. Popov**** Estimation of the Greater Caucasus glaciers volume, using radio-echo sounding data and modelling

*Institute of Geography, RAS, 119017, Moscow, Staromonetnyi per., 29, Russia;
s.kutuzov@gmail.com*

** Institute "Academprigor" NAN Uzbekistan, 100125, Tashkent, Durmon Yuli str., 28, Uzbekistan*

*** Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russia*

The results of ice-thickness measurements and modelling of the Greater Caucasus glaciers, using radio-echo sounding data, GlabTop model and satellite imagery, are presented and discussed. Ground and airborne radioecho sounding measurements were conducted at selected Caucasus glaciers, including the biggest Bezengi glacier, reference glaciers Djankuat and Marukh as well as glaciers of the southern and eastern slopes of Mt. Elbrus in 2011–2013. The GlabTop model was calibrated using the measured ice-thickness data and ice-thickness and bedrock topography

maps were completed for 224 glaciers (13 %) which cover 719 km² or 64 % of the total glacier area in Caucasus. New dataset of the Caucasus glaciers outlines was completed using available satellite imagery. There were 1713 glaciers with the surface area of (1121 ± 30) km² in Caucasus in 2010–2013. Obtained data were used to calibrate volume-area scaling relationship and to calculate the total volume of Greater Caucasus glaciers which is (43.5 ± 5.0) km³.

Caucasus, glacier thickness and volume, modelling, radio-echo sounding

Кутузов С.С., Лаврентьев И.И., Василенко* Е.В., Мачерет Ю.Я., Петраков Д.А., Попов** Г.В.** Оценка объема ледников Большого Кавказа по данным радиозондирования и моделирования // Криосфера Земли, 2015, Том XIX, [№ 1](#), с. 78-88.

Институт географии РАН;

**Институт “Академприбор” НАН Узбекистана, Ташкент;*

***Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет*

Приводятся и обсуждаются результаты измерений и моделирования толщины и объема ледников Большого Кавказа, полученные на основе данных радиозондирования, модели GlabTop и анализа космических снимков (Landsat, ASTER, EROS за 2010–2013 гг.). В 2011–2013 гг. с помощью наземного и воздушного радиолокационного зондирования были измерены толщины льда на нескольких ледниках Большого Кавказа, включая крупнейший ледник Безенги, опорные ледники Джанкуат и Марух, а также ледники южного и восточного склона Эльбруса. С использованием полученных данных уточнены параметры модели GlabTop, рассчитан объем и построены карты толщины льда и подледного рельефа для 224 (13 %) ледников Большого Кавказа. Общая площадь ледников, для которых произведены расчеты, составила 719 км², или 64 % площади всего оледенения Кавказа. Была составлена новая векторная база ледников Кавказа по состоянию на 2010–2013 гг., в которую вошли 1713 ледников общей площадью (1121 ± 30) км². Полученный массив данных позволил рассчитать коэффициенты уравнения степенной зависимости объема ледников от их площади и определить объем ледников Большого Кавказа, составивший (43,5 ± 5,0) км³ льда.

Большой Кавказ, толщина и объем ледников, моделирование, радиозондирование

5) J.B. Gorelik, P.V. Soldatov, A.A. Seleznev. Engineering and geocriological conditions of the Yamburg gas and condensate reservoir and dynamics of the ground state of boreholes

Earth Cryosphere Institute, SB RAS, 625000, Tyumen, P/O box 1230, Russia; gorelik@ikz.ru

Engineering and geocriological conditions of the Yamburg gas and condensate field are considered from the point of view of their impact on the operational reliability of the production wells and on the state of the soil near the wellhead area. The results of the previous permafrost's researches have been significantly supplemented after the drilling of special permafrost parametric wells of 250 m depth and the permafrost core examination, custom-made by NTF “Krios” in the period from 2004 to 2005 (the customer is CoLtd “Gazpromdobycha Yamburg”). According to its construction characteristics (ice content, thaw factor) the field ground occurring below than 10–15 m has a low coefficient of subsidence during thawing and is favorable for

building. Nevertheless, regardless of the exploitation time of wells, disorders occur on the well pads due to the ground subsidence and atypical loss of stability of individual wells. The nature and dynamics of these disorders are discussed in the article in relation to the properties of deposit frozen ground.

Frozen ground, melting ground, ice content subsidence, subsiding strata, well pad, wellhead area, well, lateral support

Горелик Я.Б., Солдатов П.В., Селезнев А.А. Инженерно-геокриологические условия Ямбургского газоконденсатного месторождения и динамика состояния кустовых площадок эксплуатационных скважин // Криосфера Земли, 2015, Том XIX, [№ 1](#), с. 58-69

Институт криосферы Земли СО РАН

Инженерно-геокриологические условия Ямбургского газоконденсатного месторождения рассматриваются с позиции их влияния на эксплуатационную надежность добывающих скважин и состояние грунтов приустьевой зоны. Представлены результаты проведенных ранее мерзлотных исследований, которые были существенно дополнены после бурения специальных мерзлотных параметрических скважин глубиной 250 м и изучения керна мерзлых пород, выполненного по заказу ООО “Газпром добыча Ямбург” фирмой НТФ “Криос” в период с 2004 по 2005 г. По своим строительным характеристикам (льдистость, коэффициент оттаивания) грунты месторождения, залегающие ниже отметки 10–15 м, малопросадочны при оттаивании и благоприятны для строительства. Тем не менее независимо от срока эксплуатации скважин на кустовых площадках имеются нарушения, связанные с просадками грунта и нетипичной потерей устойчивости стволов отдельных скважин. Характер и динамика этих нарушений обсуждаются в связи со свойствами мерзлых грунтов месторождения.

Мерзлые породы, оттаивание, просадки, просадочная толща, кустовая площадка, приустьевая зона, скважина, боковая опора, продольная устойчивость

Том XIX, № 2 (Апрель–июнь 2015)

6) V.P. Melnikov, A.V. Brouchkov*, A.N. Khimenkov** On the development of fundamentals of geocryology

Earth Cryosphere Institute, SB RAS, 625000, Tyumen, P/O box 1230, Russia; melnikov@ikz.ru

** Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russia; brouchkov@hotmail.com*

*** Sergeev Institute of Geoecology, RAS, 101000, Moscow, Ulansky per., 13, build. 2, Russia; cryo@geoenv.ru*

There is an objective requirement of further improvement of the cryolithozone formation theory. Some methodological approaches to studying of the bases of cryostratigraphy, including the development of criteria for definition of the cryostratigraphical horizons and techniques for allocation of local and territorial cryostratotypes, are considered. Need for further development of

the permafrost-facial analysis in relation to epigenetical permafrost offered by E.M. Katasonov is proved. The importance of studying live substance in cryolithozone is designated.

Cryolithology, permafrost-facial analysis, cryostratigraphy

Мельников В.П., Брушков* А.В., Хименков А.Н.** О развитии теоретических основ геокриологии // Криосфера Земли, 2015, Том XIX, [№ 2](#), с. 6-14

Институт криосферы Земли СО РАН

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

***Институт геоэкологии имени Е.М. Сергеева РАН*

Существует объективная потребность дальнейшего совершенствования теории формирования криолитозоны. Рассмотрены методологические подходы создания основ криостратиграфии, включающие разработку критериев определения криостратиграфических горизонтов и выделения локальных и территориальных криостратотипов. Обоснована необходимость развития мерзлотно-фациального анализа, предложенного Е.М. Катасоновым, в отношении эпигенетических многолетнемерзлых пород. Отмечена важность изучения роли живого вещества в криолитозоне.

Криолитология, мерзлотно-фациальный анализ, криостратиграфия

7) A.I. Kizyakov*, A.V. Sonyushkin, M.O. Leibman***, M.V. Zimin**, A.V. Khomutov***.** Geomorphological conditions of the gas-emission crater and its dynamics in Central Yamal

**Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russia; akizyakov@mail.ru*

***ScanEx Research and Development Center, 119021, Moscow, Berezhkovskaya embank., 20/10, Russia*

****Earth Cryosphere Institute, SB RAS, 625000, Tyumen, P/O box 1230, Russia and Tyumen State Oil and Gas University, 625000, Tyumen, Volodarskogo str., 38, Russia*

This paper presents the characteristics of the relief within the area of crater formation in Central Yamal, based on the analysis of remote sensing data, including stereo-pair very high resolution data as well as field observations. Time interval of the crater formation was defined as late fall 2013. Data on the morphology of the studied area before and after the crater formation were obtained. The existence of the bulge with the base diameter 45–58 m and height of about 5–6 m in place of the crater was documented. Analysis of multi-temporal digital elevation models allowed calculating the volume of the crater and the parapet formed around it. The volume of discharged material is almost 6 times larger than the volume of material found in the parapet. The difference is due to a significant amount of ice that, according to the results of field observations, is exposed in the walls of the cylindrical portion of the crater, and, apparently, comprised a major part of bulge material that thawed after ejection. The rate of the crater increase in diameter due to melting of its ice walls and the rate of its filling with water over the summer period were determined.

Gas-emission crater, ground ice, remote-sensing data, satellite stereo pair, digital elevation model

Кизяков А.И., Сонюшкин А.В., Лейбман М.О., Зимин М.В., Хомутов А.В. Геоморфологические условия образования воронки газового выброса и динамика этой формы на Центральном Ямале // [Криосфера Земли](#), 2015, [№ 2](#), с. 15-25

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический ф-т
Инженерно-технологический центр “СканЭкс”
Институт криосферы Земли СО РАН
Тюменский государственный нефтегазовый университет*

Приведена характеристика рельефа участка образования воронки на Центральном Ямале по результатам анализа данных дистанционного зондирования, включая данные космической стереосъемки сверхвысокого разрешения, и материалов полевого обследования. Определен временной интервал образования воронки поздней осенью 2013 г. Получены сведения о морфологии изучаемого участка до и после образования воронки, в частности, документально подтверждено существование бугра диаметром основания 45–58 м и высотой около 5–6 м на месте воронки. В результате анализа разновременных цифровых моделей рельефа рассчитан объем воронки и отложенного на бруствере материала. Объем вынесенного материала почти в шесть раз больше объема материала, обнаруженного в бруствере. Разница определяется значительным количеством льда, составлявшего основную часть материала бугра и оттаявшего после выброса. По результатам полевых наблюдений этот лед вскрывается в стенках цилиндрической части воронки. Определены темпы роста диаметра внутренней части воронки вследствие таяния ее ледяных стенок и темп ее затопления водой за летний период.

Воронка газового выброса, подземный лед, дистанционные данные, стереосъемка, цифровая модель рельефа

8) A.S. Victorov, V.N. Kapralova, O.N. Trapeznikova. Mathematical model of the lacustrine-thermokarst plain morphostructure under the changing climatic conditions

Sergeev Institute of Environmental Geoscience, RAS, 101000, Moscow, Ulansky per., 13, build. 2, Russia; dist@geoenv.ru

The aim of the paper is theoretical and empirical substantiation for a new model of developing the morphological pattern for thermokarst lacustrine plains taking into account the climatic changes. The model is based on the approach of the mathematical morphology of landscape, using the random process theory. The researches have resulted in the mathematical model for the morphological pattern of uniform thermokarst lake plains changing under climatic changes in case of isometric lakes. It has been demonstrated analytically that under the climatic changes the distribution of thermokarst lake areas should obey the lognormal distribution at any time, and their spatial distribution should obey the Poisson distribution for the different physiography and permafrost conditions. These conclusions agree with empirical testing of key areas with different physiography, geology and permafrost conditions.

Morphological pattern, thermokarst lake plain, mathematical morphology of landscape, mathematical model

Викторов А.С., Капралова В.Н., Трапезникова О.Н. Математическая модель морфологической структуры озерно-термокарстовых равнин в изменяющихся климатических условиях // [Криосфера Земли](#), 2015, [№ 2](#), с. 26-34.

Целью работы является теоретическое и эмпирическое обоснование новой модели развития морфологической структуры озерно-термокарстовых равнин, учитывающей изменение климатических условий. В основу модели положены подходы математической морфологии ландшафта, базирующиеся на использовании теории случайных процессов. В результате исследований получена модель морфологической структуры озерно-термокарстовых равнин при климатических изменениях в однородных условиях для случая изометричных озер. Аналитически показано, что и при климатических изменениях для разных физико-географических и геокриологических условий распределение площадей термокарстовых озер в каждый момент времени должно соответствовать логнормальному распределению, а расположение – пуассоновскому. Выводы согласуются с результатами эмпирических исследований на участках, расположенных в разных физико-географических, геокриологических и геологических условиях.

Морфологическая структура, озерно-термокарстовые равнины, математическая морфология ландшафта, математическая модель

9) I.D. Streletskaya*, A.A.Vasiliev, G.E. Oblogov**, I.V. Tokarev***.**
Reconstruction of paleoclimate of Russian Arctic in Late Pleistocene–Holocene on the basis of isotope study of ice wedges

* *Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, 119991, Moscow, Leninskie gory, 1, Russia; irinastrelets@gmail.com*

** *Earth Cryosphere Institute, SB RAS, 625000, Tyumen, Malygina str., 86, Russia; (al.a.vasiliev@gmail.com , oblogov@mail.ru) and Tyumen State Oil and Gas University, 625000, Tyumen, Volodarskogo str., 38, Russia*

*** *Resources center “Geomodel” of Sankt-Petersburg State University, 198504, St.-Petersburg, Ulyanovskaya str., 1, Russia*

Paleoclimate of the Russian Arctic has been reconstructed based on the isotope composition ($\delta^{18}\text{O}$) of ice wedges. All available data on isotope composition of syngenetic ice wedges with determined geologic age have been analyzed. Spatial distribution of $\delta^{18}\text{O}$ values has been analyzed by the present time, as well as MIS 1, MIS 2, MIS 3, and MIS 4. Trend lines of spatial distribution of $\delta^{18}\text{O}$ for different time periods are almost parallel. Based on the data on isotope composition of ice wedges of different age, winter paleotemperatures have been reconstructed for the Russian Arctic and their spatial distribution has been characterized.

Paleoclimate, ice wedges, isotope composition, atmospheric transfer

Стрелецкая И.Д., Васильев А.А., Облогов Г.Е., Токарев И.В.
Реконструкция палеоклимата Российской Арктики в позднем неоплейстоцене–голоцене на основе данных по изотопному составу полигонально-жильных льдов // [Криосфера Земли](#), 2015, № 2, с. 98-106.

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический ф-т
Институт криосферы Земли СО РАН
Тюменский государственный нефтегазовый университет
Ресурсный центр “Геомодель” Санкт-Петербургского государственного университета*

Представлены результаты реконструкции палеоклимата Российской Арктики на основе изучения значений изотопов кислорода $\delta^{18}\text{O}$ в полигонально-жильных льдах. Собраны

доступные данные о значениях изотопного состава сингенетических повторно-жильных льдов, для которых известен их геологический возраст. Построено пространственное распределение содержания $\delta^{18}\text{O}$ в современных жилах и полигонально-жильных льдах, формировавшихся во время МИС 1, МИС 2, МИС 3, МИС 4. Установлено, что линии трендов изменения значений $\delta^{18}\text{O}$ во льдах с запада на восток примерно параллельны. На основе данных о значениях стабильного изотопа $\delta^{18}\text{O}$ в полигонально-жильных льдах разного возраста реконструировано пространственное распределение зимних палеотемператур для побережья Российской Арктики.

Палеоклимат, полигонально-жильные льды, изотопный состав, атмосферный перенос

Том XIX, № 3 (июль - сентябрь 2015)

10) Yu.B. Badu. Ice content of cryogenic strata in gas-bearing structures on the Northern Yamal

Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russia; yubadu@mail.ru

Investigation of the ice content of the ground in the cryogenic sections of the gas-bearing structures (Northern Yamal) has been carried out. The differences in salinity due to the conditions of accumulation and freezing of the sediments in Late Pleistocene have been revealed. The value of the pore water mineralization, at which ice-segregation occurs in disperse ground, has been determined.

Gas-bearing structure, cryogenic strata, total ice content, degree of salinity, pore water mineralisation, sea water salinity

Бадю Ю.Б. Льдистость пород криогенной толщи газоносных структур северного Ямала // [Криосфера Земли](#), 2015, Том XIX, [№ 3](#), с. 10-19.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический фт

Исследована льдонасыщенность грунтов криогенной толщи северного Ямала в разрезах газоносных структур. Выявлены различия в их засоленности, связанные с условиями накопления осадков и их промерзания в позднем плейстоцене. Определена величина минерализации поровой влаги, при которой происходило льдовыделение в дисперсных грунтах.

Газоносная структура, криогенная толща, суммарная льдистость, степень засоленности, минерализация поровой влаги, соленость морской воды

11) G.Z. Perlshtein, G.S. Tipenko, A.V. Levashov* Prospect of the atmospheric heat utilization on permafrost territory

Sergeev Institute of Environmental Geoscience, RAS, 101000, Moscow, Ulansky per., 13, build. 2, Russia; cryo2@yandex.ru

** KBC Process Technology Ltd, Moscow, Leningradsky av., 47/2, Russia*

Effects of the film water heater is analyzed theoretically. Calculation researches were accomplished on the basis of generally accepted design equations. unique dependence has been established between the water heating rate and the temperature on its surface. This important

conclusion allows us to significantly simplify the numerical modelling procedures. Accomplished calculations show high prospects of the simplest water heater on the russian permafrost territory.

Film water heater, solar radiation, convective heat transfer, prandtl and Grashof criteria, economic effect

Перльштейн Г.З., Типенко Г.С., Левашов А.В. Перспективы утилизации ресурсов атмосферного тепла в зоне вечной мерзлоты // [Криосфера Земли](#), 2015, Том XIX, [№ 3](#), с. 65-70.

Институт геоэкологии имени Е.М. Сергеева РАН, КБС Процесс Текнолоджи Лимитед

Выполнен теоретический анализ работы пленочного водонагревателя, снабженного воздушным теплоизолятором. на основе принятых в теплотехнике критериальных соотношений проведены расчетные исследования. Полученный вывод об однозначной связи темпа нагрева воды с температурой на ее поверхности позволяет существенно упростить методику численного моделирования. Проведенные вычисления свидетельствуют о высоких техникоэкономических перспективах применения данного простого устройства для горячего водоснабжения на территории криолитозоны РФ.

Пленочный водонагреватель, солнечная радиация, конвективный теплоперенос, длинноволновое излучение, критерии Прандтля и Грасгофа, экономический эффект

Том XIX, № 4 (октябрь – декабрь 2015)

12) V.A. Dubrovin, L.N. Kritsuk, E.I. Polyakova* Temperature, composition and age of the Kara Sea shelf sediments in the area of the geocryological station Marre-Sale

All-Russia Scientific and Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology (VSEGINGEO), 142452, Moscow region, pos. Zeleny, Russia; dva946@yandex.ru

**Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russia; ye.polyakova@mail.ru*

The results of studying the upper 20 m-thick Near-Yamal bottom shelf sediments, stripped in May 2014 by two boreholes of VSEGINGEO, have been presented. The boreholes were equipped with the loggers LPC for monitoring observations of temperature regime dynamics in the bottom sediments. This was necessary in connection with the prospective development of hydrocarbon deposits in the shelf. The results of the temperature change for three summer months of 2014 have been obtained. It has been revealed that the marine aleurolitous clays and aleurolites represent relict frozen strata subjected to cryogenic metamorphization in the subaerial conditions. The diatomic complexes of clayey soils consist exclusively of marine extinct species typical of the Early Eocene *Pyxilla gracilis* diatom zone. A complex of modern marine sublittoral diatoms has been found in the sands of the near-shore borehole upper part.

Shelf, borehole, bottom sediments, monitoring, autonomous measuring complex, temperature regime, diatomic complexes

Дубровин В.А., Крицук Л.Н., Полякова Е.И. Температура, состав и возраст отложений шельфа Карского моря в районе геокриологического стационара Марре-Сале // *Криосфера Земли*, 2015, Том XIX, № 4, с. 3-16.

Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО)

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический ф-т

Представлены результаты исследования верхней 20-метровой толщи донных отложений Приямальского шельфа, вскрытого двумя буровыми скважинами ВСЕГИНГЕО в мае 2014 г. Скважины оборудованы логгерами LPC и предназначены для мониторинга температурного режима донных отложений, необходимость которого связана с перспективным освоением месторождений углеводородов на шельфе. Приведены результаты наблюдений за изменением температуры трех летних месяцев 2014 г. в одной из скважин. В лабораторных условиях определены гранулометрический состав, водно-физические свойства, засоленность и диатомовые комплексы донных отложений. Установлено, что морские алевритистые глины и алевриты, слагающие донный разрез, представляют собой реликтовую мерзлую толщу, подвергшуюся криогенной метаморфизации в субаэральных условиях. Выявлено, что диатомовые комплексы глинистых отложений представлены исключительно морскими вымершими видами, характерными для диатомовой зоны *Ruxilla gracilis* нижнего эоцена и верхней подсвиты люлинворской свиты Западной Сибири. В песках верхней части разреза прибрежной скважины установлен комплекс современных морских сублиторальных диатомей.

Шельф, буровая скважина, донные отложения, мониторинг, автономный измерительный комплекс, температурный режим, диатомовые комплексы

13) V.V. Olenchenko, A.I. Sinitsky*, E.Y. Antonov, I.N. Eltsov, O.N. Kushnarenko, A.E. Plotnikov, V.V. Potapov, M.I. Epov. Results of geophysical researches of the area of new geological formation “Yamal crater”

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, SB RAS, 630090, Novosibirsk, pr. Acad. Koptuyuga, 3, Russia; OlenchenkoVV@ipgg.sbras.ru

** Gazprom VNIIGAZ, 142717, Razvilka village, Moscow region, Russia*

Results of the field survey and geophysical observations on the area of the rare geological objects known as “Yamal crater” have been presented and discussed. The purpose of the research was to determine the origin of the crater. In 2014, permafrost and geomorphological observations, sampling of soil, water, geodetic and geophysical surveys were carried out. As a result, the absence of radiation anomalies has been revealed. It has been demonstrated that the crater is situated within the limits of the circular negative anomalies of the magnetic field, nearby the intersection of the linear negative anomalies of the magnetic field. It was found that the crater occurs at the junction of geoelectrical structures, and the geophysical showings of the horizon saturated with gas-hydrates have been detected at a depth of 60–80 m. It is suggested that both the abyssal migratory gas and the gas-hydrate decomposition could be the source of the gas. It was shown that the pingo existed on the place of the crater. The problem of identification of the hazardous pingo has been stated. This problem can be solved by complex investigations, including permafrost and geophysical surveys as well as drilling. Yamal crater, pingo, permafrost, gas, gas hydrate, fault, geophysical methods, geoelectric section, electrical resistivity tomography, electromagnetic sounding.

Оленченко В.В., Синицкий А.И., Антонов Е.Ю., Ельцов И.Н., Кушнарченко О.Н., Плотников А.Е., Потапов В.В., Эпов М.И. Результаты геофизических исследований территории геологического новообразования “Ямальский кратер” // [Криосфера Земли](#), 2015, Том XIX, № 4, с. 94-106.

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука СО РАН
Комплексный отдел ООО “Газпром ВНИИГАЗ”*

ритории редкого геологического объекта, известного как “Ямальский кратер”. Главной целью было выяснение природы образования кратера. В 2014 г. проведены геокриологические и геоморфологические наблюдения, отбор проб горных пород, воды, геодезические и геофизические съемки. В результате было установлено отсутствие радиационных аномалий и показано, что кратер расположен в контурах кольцевой отрицательной аномалии магнитного поля, приуроченной к пересечению линейных отрицательных аномалий магнитного поля. Установлено, что кратер находится на стыке геоэлектрических структур, а на глубине 60–80 м выделены геофизические признаки насыщенного газогидратами горизонта. Предполагается, что источником газа является или глубинный газ, мигрирующий по разломам, или разложение реликтовых газогидратов. Показано, что на месте кратера ранее был бугор пучения. Обозначена проблема идентификации опасных бугров пучения, решение которой возможно путем проведения комплексных исследований, включающих геокриологические и геофизические изыскания, а также бурение.

“Ямальский кратер”, булгуны, многолетнемерзлая толща, газ, газогидрат, разлом, геофизические методы, геоэлектрический разрез, электротомография, электромагнитное зондирование

14) L.T. Shirshova, D.A. Gilichinsky, N.V. Ostroumova, A.M. Yermolayev. Application of spectrophotometry for quantification of humic substances in the permafrost sediments

Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, RAS, 142290, Pushchino, Moscow region, Russia, shirshova@issp.serpukhov.su

The application of spectrophotometry for determining the chromophoric humic substances content in permafrost sediments has been discussed. Strong linear correlation between the content of chromophoric humic substances and the content of organic carbon in the humic fractions isolated by the sequential resin-alkali extraction procedure has been revealed. Rapid non-destructive spectrophotometric method can be used when monitoring the state of humic substances stored in frozen strata.

Permafrost, sediment, Arctic, thawing, humic substances, spectrophotometric measurements

Ширшова Л.Т., Гиличинский Д.А., Остроумова Н.В., Ермолаев А.М. Применение спектрофотометрии для определения содержания гуминовых веществ в многолетнемерзлых отложениях // [Криосфера Земли](#), 2015, Том XIX, № 4, с. 107-113.

Обсуждается применение спектрофотометрии для определения содержания в многолетнемерзлых отложениях хромофорных гуминовых веществ. Установлена тесная линейная корреляция между содержанием хромофорных гуминовых веществ и содержанием органического углерода в гуминовых фракциях, выделенных методом последовательной катионит-щелочной экстракции. Быстрый неразрушающий спектрофотометрический метод может быть использован при мониторинге состояния гуминовых веществ, законсервированных в мерзлых толщах.

Многолетнемерзлые отложения, Арктика, оттаивание, гуминовые вещества, спектрофотометрические измерения

15) E.A. Bondarev, I.I. Rozhin, V.V. Popov*, K.K. Argunova. Assessment of possibility of natural gas hydrates underground storage in permafrost regions

Institute of Oil and Gas Problems, SB RAS, 677980, Yakutsk, Oktyabrskaya str., 1, Russia; bondarev@ipng.ysn.ru

**Amnosov North-Eastern Federal University, 677000, Yakutsk, Belinskogo str., 58, Russia*

An approach to assessment of possibility of the construction of natural gas hydrate underground storage in appropriate geological structures has been proposed. It is based on the mathematical model of multiphase real gas and water flow in porous media. The model takes into account the transformation of gas and water into hydrate at certain temperature which depends on gas flow pressure. The dynamics of hydrate and water saturation as well as the pressure and temperature fields in a reservoir with given porosity, permeability and initial values of pressure, temperature and water saturation has been studied. An implicit finite-difference scheme is used to approximate the original boundary-value problem. The finite-difference equations have been solved using simple iteration and sweeping algorithms. Some examples of calculations corresponding to real cases are given. Calculations have revealed that the final result strongly depends on the porosity and permeability of a reservoir. Further efforts are needed to estimate the role of heat exchange with surrounding rocks.

Permafrost, underground storage, natural gas, hydrate formation, mathematical modeling

Бондарев Э.А., Рожин И.И., Попов В.В., Аргунова К.К. Оценка возможности подземного хранения гидратов природного газа в зоне многолетней мерзлоты // [Криосфера Земли](#), 2015, Том XIX, № 4, с. 64-74.

*Институт проблем нефти и газа СО РАН, Якутск
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Якутск*

Предложен метод оценки возможности создания подземного хранилища природного газа в гидратном состоянии в подмерзлотных водоносных горизонтах. Он основан на использовании математической модели многофазной неизотермической фильтрации реального газа и воды, в которой химическая реакция гидратообразования происходит при

температуре, существенно зависящей от давления газа. Рассмотрено распределение гидратонасыщенности, водонасыщенности, давления и температуры в выбранном пласте, который характеризуется определенной пористостью и проницаемостью при начальных значениях давления, температуры и водонасыщенности. Соответствующая начально-краевая задача решается методом конечных разностей с использованием итерационного алгоритма и метода прогонки. Результаты расчетов показали, что возможность создания таких хранилищ газа сильно зависит от коллекторских свойств и гидродинамических характеристик водоносных горизонтов. Необходимы дополнительные исследования с целью оценки теплового взаимодействия подобных хранилищ с окружающими горными породами.

Многолетняя мерзлота, подземное хранение, природный газ, гидратообразование, математическое моделирование

Конференция:

ИКЗ СО РАН со 2 по 5 июля 2015 г. организовал и провел в Тюмени международную конференцию «Арктика, Субарктика: мозаичность, контрастность, вариативность криосферы», в которой приняли участие 170 человек из России и Европы.

Conference

Earth Cryosphere Institute (ECI SB RAS) in the period July 02-05, 2015 (Tyumen, Russia) has successfully held the International conference «Arctic, Subarctic: mosaic, contrast, variability of the Cryosphere», which was attended by 170 scientists representing the leading scientific organizations from Russia, Europe.

******* Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО
РАН (ИМЗ СО РАН) <http://mpi.ysn.ru>**

**Melnikov Permafrost Institute (MPI SB RAS) (Melnikov
Permafrost Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Science,
Yakutsk) <http://mpi.ysn.ru/index.php/en/>**

Итоги 2015 года

1. Основные научные результаты

1. Установлен новый генетический тип динамичных криогенных образований - частично талых ледово-щебенисто-суглинистых каменных глетчеров, широко распространенных в пределах горной криолитозоны Европы и Средней Азии (рис. 1). На основе комплексного изучения гляциально-криогенного комплекса Городецкого

(Северный Тянь-Шань) методами электротомографии, георадиолокации, термометрии и изотопного анализа водного стока установлено, что глетчер имеет талое ложе и состоит из блоков метаморфического льда, разделенных талыми зонами интенсивной фильтрации (лаборатория общей геоэкологии ИМЗ СО РАН, г. Якутск).

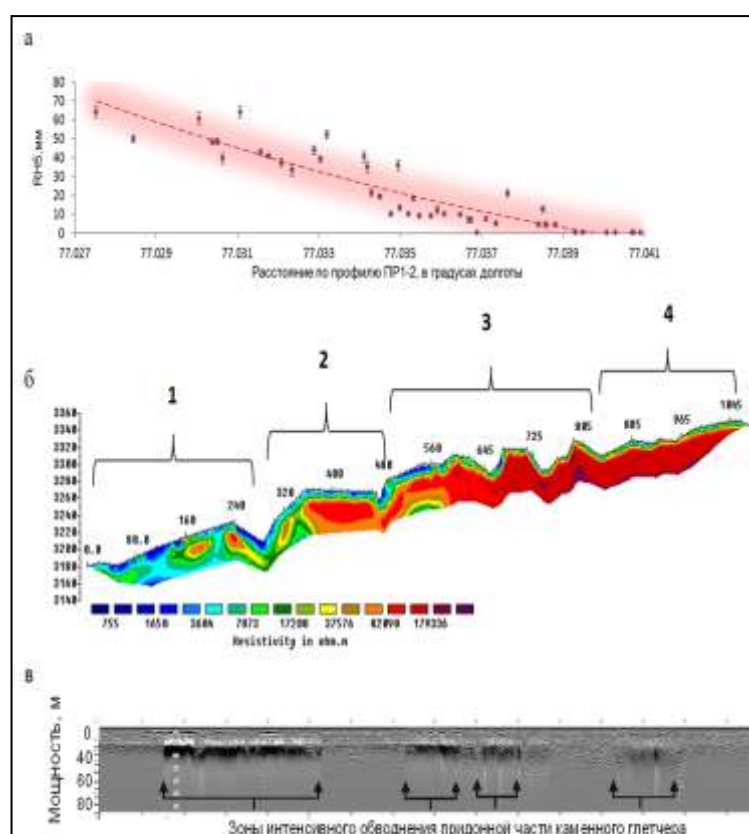
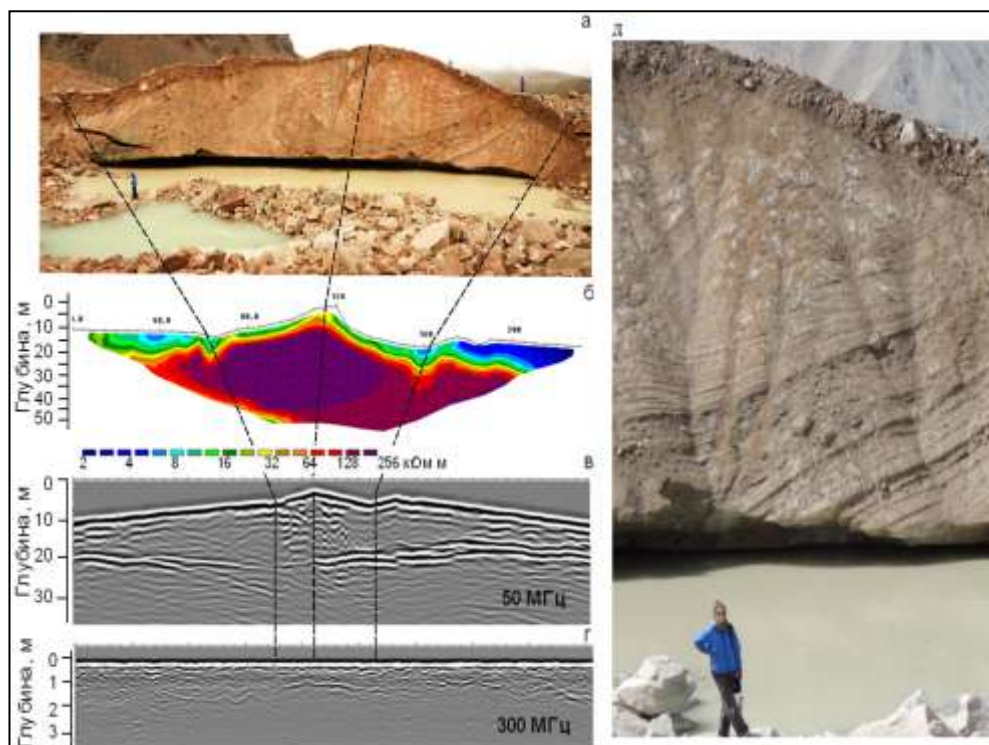


Рис. 1. Результаты комплексного изучения каменного глетчера Городецкого (Северный Тянь-Шань):

Слева: а) Блок ископаемого метаморфического льда; б) эталонный профиль удельных сопротивлений; в-г) диаграммы георадиолокации на разных частотах; д) метаморфическая складчатость ледяного блока. Справа: а, б, в) комплексный профиль длиной 1 км вдоль оси глетчера; а) относительный возраст в единицах RH5, б) удельное сопротивление (разновозрастные генерации: 1-2- активные талые, 1-4 – пассивные молодые); в) диаграмма георадиолокации.

2. Мониторинговыми исследованиями установлено, что потепление климата вызывает повышение температуры мерзлых пород на глубине годовых теплооборотов. Так, температура мерзлых грунтов на территории города Якутска за последние 80 лет повысилась на 3° С (рис. 2). На фоне этого происходит существенная трансформация геокриологических условий в приповерхностной части многолетнемерзлых толщ. В районе города Якутска выявлено формирование многоярусных зон криопэгов - соленых вод с отрицательной температурой (рис. 3). Динамика их уровня и изменения химического состава свидетельствуют о переходе мерзлых пород, разделяющих отдельные ярусы криопэгов, в талое состояние. Подобная трансформация геокриологической обстановки на территориях северных городов России существенно снижает несущую способность мерзлых оснований зданий и сооружений, повышая степень их деформируемости и аварийности (лаборатория общей геокриологии, лаборатория подземных вод и геохимии криолитозоны ИМЗ СО РАН, г. Якутск).



Рис. 2. Изначальная (1934-1937 гг.) и современная (2010-2014 гг.) термограммы многолетнемерзлых пород одного и того же ландшафта урбанизированной территории криолитозоны в слое годовых теплооборотов

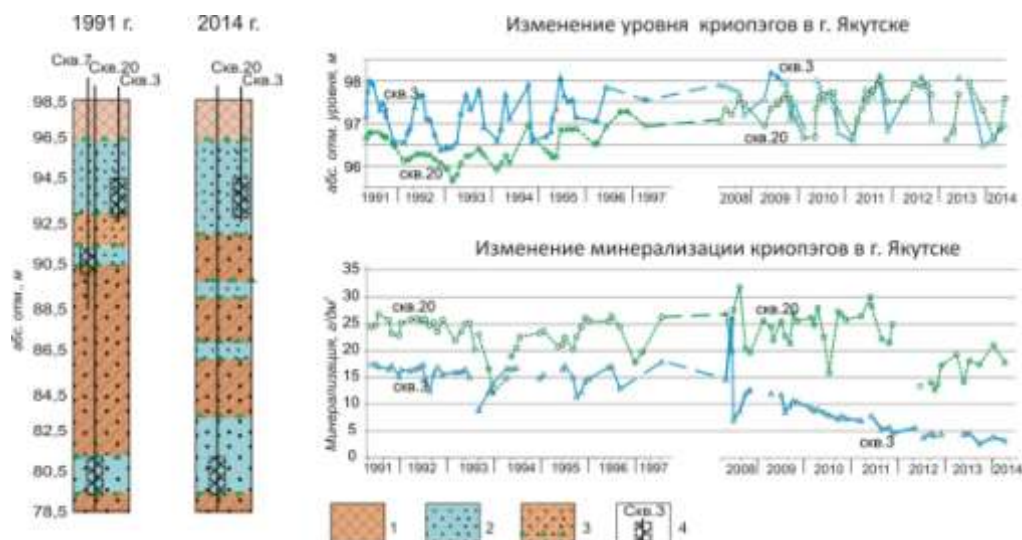


Рис. 3. Положение в разрезе различных ярусов криопэгов и динамика их уровня и минерализации.

1 - слой сезонномерзлых пород, представленный суглинком и супесью; 2 - отрицательно-температурные песчаные отложения, насыщенные минерализованной водой (криопэги); 3 - многолетнемерзлые песчаные отложения; 4 - режимная гидрогеологическая скважина и интервал установки в ней фильтра

3. На основе полученных данных о строении подводной криолитозоны на шельфе моря Лаптевых разработаны двухмерные физико-математические модели мерзлотных условий шельфа по временным срезам позднего плейстоцена.

В течение позднего неоплейстоцена и голоцена деградировали в основном нижние горизонты шельфовой мерзлоты. Максимальное субаэральное промерзание осадков достигало 800 м, температура верхних горизонтов мерзлоты понижалась до $-18.. -19^{\circ}\text{C}$ (рис. 4, а).

Послеледниковая трансгрессия моря обусловила дальнейшее сокращение мощности многолетнемерзлых пород в результате деградации их нижних горизонтов на 150–200 м и деградации верхних горизонтов на 30–60 м вследствие повышения температуры в осадочном придонном слое и диффузии морских солей (рис. 4, б) (лаборатория общей геокриологии ИМЗ СО РАН, г. Якутск).

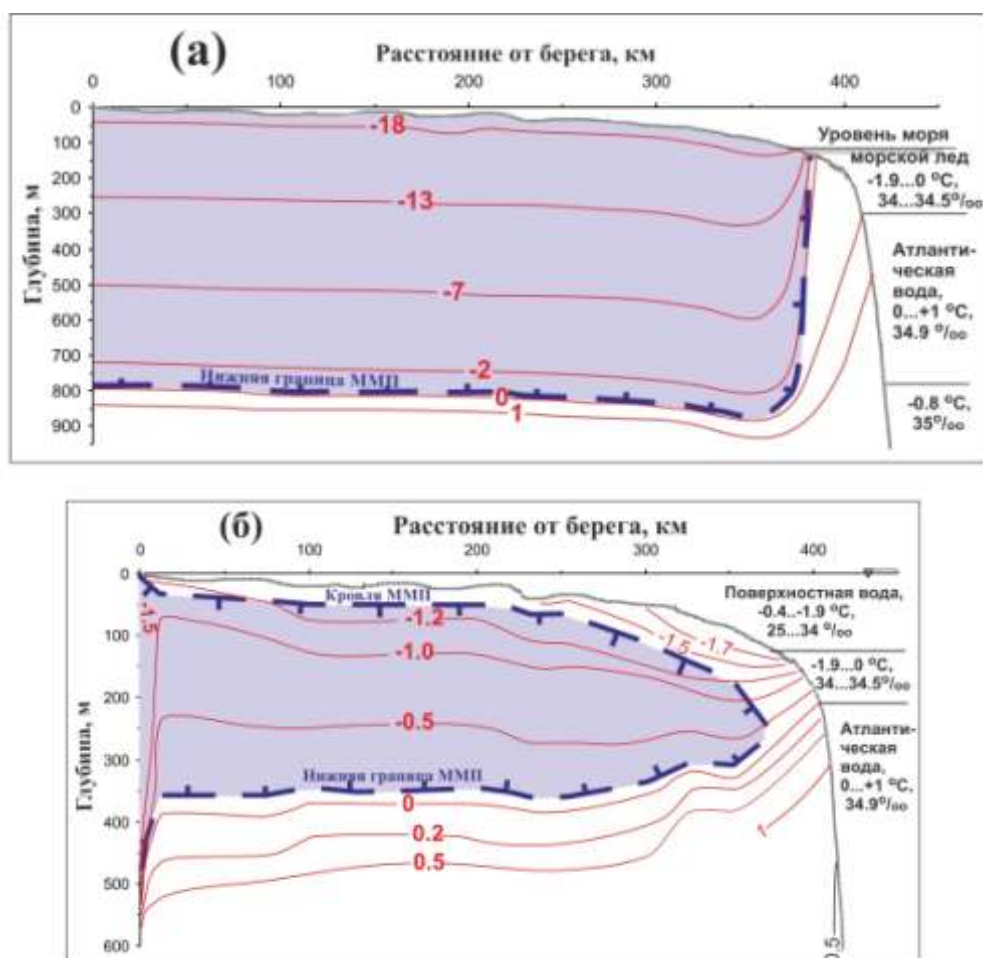


Рис. 4. Физико-математические модели развития подводной криолитозоны моря Лаптевых
(а) – этап субэкрального промерзания, продолжавшийся от 117 до 50 тыс. лет назад. Мерзлотные условия соответствуют окончанию этапа промерзания; (б) – окончание последнего регрессивно-трансгрессивного цикла Арктического бассейна

2. Научные мероприятия, экспедиции

1. Важным событием 2015 г. явилось проведенное 22-28 июня 2015 года в г. Якутске XXI Всероссийское совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока, основным организатором которого был Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН. Совещание прошло в рамках Государственной целевой программы «Чистая вода», было посвящено 60-летию со дня организации подобных форумов и светлой памяти члена-корреспондента РАН Е.В. Пиннекера. В Оргкомитет совещания поступило 122 доклада, авторами и соавторами которых были 267 человек.

География участников из Российской Федерации: гг. Санкт-Петербург, Москва, Пермь, Екатеринбург, Тюмень, Новосибирск, Томск, Красноярск, Иркутск, Чита, Хабаровск, Владивосток, Петропавловск-Камчатский, Анадырь, Якутск, Нерюнгри, Мирный, п.п. Депутатский, Хандыга и др. Зарубежные участники: Япония, Южная Корея, Китай.

В пленарных и секционных заседаниях приняло участие 120 человек. Все поступившие материалы докладов опубликованы в сборнике:

Фундаментальные и прикладные проблемы гидрогеологии // Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России (XXI Совещание по

подземным водам Сибири и Дальнего Востока с международным участием). - Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2015. - 552 с.



Президиум пленарного заседания Всероссийского совещания по подземным водам Востока России. Якутск, июнь 2015 г.

2. Проведены широкомасштабные экспедиционные исследования, в том числе с участием зарубежных коллег. Так, Кысыл-Сырская экспедиция проводила изучение одного из крупнейших активных дюнных массивов Центральной Якутии – тукулана Махатта, расположенного на левобережье р. Вилуй в 20 км выше по течению от п.

Кысыл-Сыр. Было заложено двенадцать опорных разрезов, отобрано более 400 образцов на различные виды анализа (гранулометрический, минералогический, спорово-пыльцевой, радиоуглеродный, геохимический, микроморфологический). Выполнялись геоморфологические и ландшафтные исследования. Проводилась съемка полнометражного научно-популярного фильма "Тукуланы - плейстоценовые криопустыни Якутии".



Съемки полнометражного научно-популярного фильма "Тукуланы Центральной Якутии".
Июль 2015, Тукулан Кысыл-Сырский

3. Одним из ярких событий прошедшего летнего экспедиционного сезона был также организованный Институтом мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН IV Всероссийский научный молодежный геокриологический форум, состоявшийся в Якутске с 29 июня по 12 июля. Форум был посвящен 200-летию со дня рождения академика А. Ф. Миддендорфа, русского путешественника, основоположника мерзлотоведения, географа, зоолога, ботаника и натуралиста. Форум включал проведение геокриологической научной конференции и полевой школы-семинара.

После трех дней работы конференции, собравшей в стенах института молодых ученых, аспирантов и студентов из Москвы, Новосибирска, Тюмени, Санкт-Петербурга, Владивостока и Чернышевского, а также из Южной Кореи и Японии, молодые мерзловеды выехали на полевую школу-семинар. Основной темой были изучение геокриологических процессов и явлений вдоль Федеральных автотрасс в Центральной Якутии, выявление причин возникновения и динамики склоновых процессов в районе 450 км федеральной автодороги «Лена».



Участники школы-семинара на наледи Булуус (Центральная Якутия)

3. Публикации

По результатам теоретических, экспериментальных и экспедиционных геокриологических исследований сотрудниками ИМЗ СО РАН опубликовано 280 работ, в т. ч.:

- 48 статей в российских журналах из списка ВАК;
- 10 статей в журналах, входящих в базу данных “Web of Science”;
- 4 монографии:

- Макаров В.Н. Мышьяк в биосфере Якутии / В.Н. Макаров ; отв. ред. В.В. Куницкий ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т мерзлотоведения им. П.И. Мельникова. – Новосибирск: Академическое издательство “Гео”, 2015. – 93 с. (7,74 п.л.).

- Макаров В.Н., Седельникова А.Л. Экогеохимия городских озер Якутска. - Якутск: Изд-во ФГБУН Ин-та мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, 2015. – 232 с.

- Медеу А.Р., Акиянова Ф.Ж., Бейсенова А.С., Благовещенский В.П., Кунаев М.С., Мальковский И.М., Нурмамбетов Э.И. Атласное картографирование в Республике Казахстан. Алматы, Изд-во Института географии, 2015. 261 с.

- Шестернев Д.М., Верхотуров А.Г. Горно-геологическая среда месторождений полезных ископаемых Забайкалья в условиях изменения климата. - Чита: изд-во Забайк. гос. ун-та, 2015, 227 с. (14,2 п.л.)

1. Main research results 2015

1. Studies by the MPI Laboratory of General Geocryology and Kazakhstan Alpine Permafrost Laboratory established a new genetic type of dynamic periglacial landforms – partially thawed ice-rubble-silt rock glaciers widespread within the mountain permafrost zone of Europe and Central Asia (Fig. 1). An integrated study of the Gorodetsky glacial-periglacial complex in northern Tian-Shan, employing ERT, GPR, thermometry and meltwater isotopic analysis, has shown that this rock glacier has a thawed bed and consists of blocks of metamorphic ice separated by thaw zones of intense seepage flow.

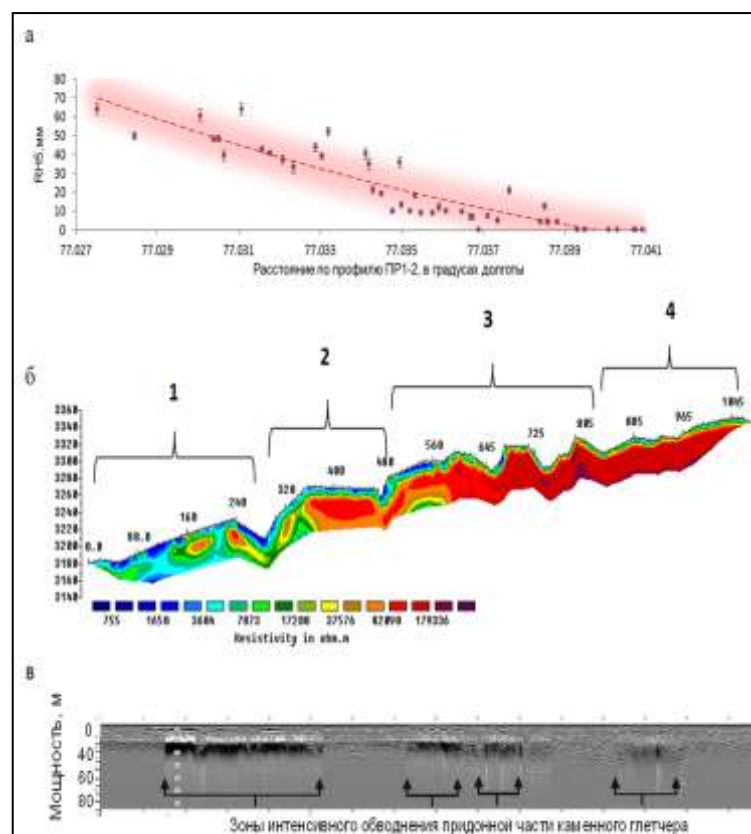
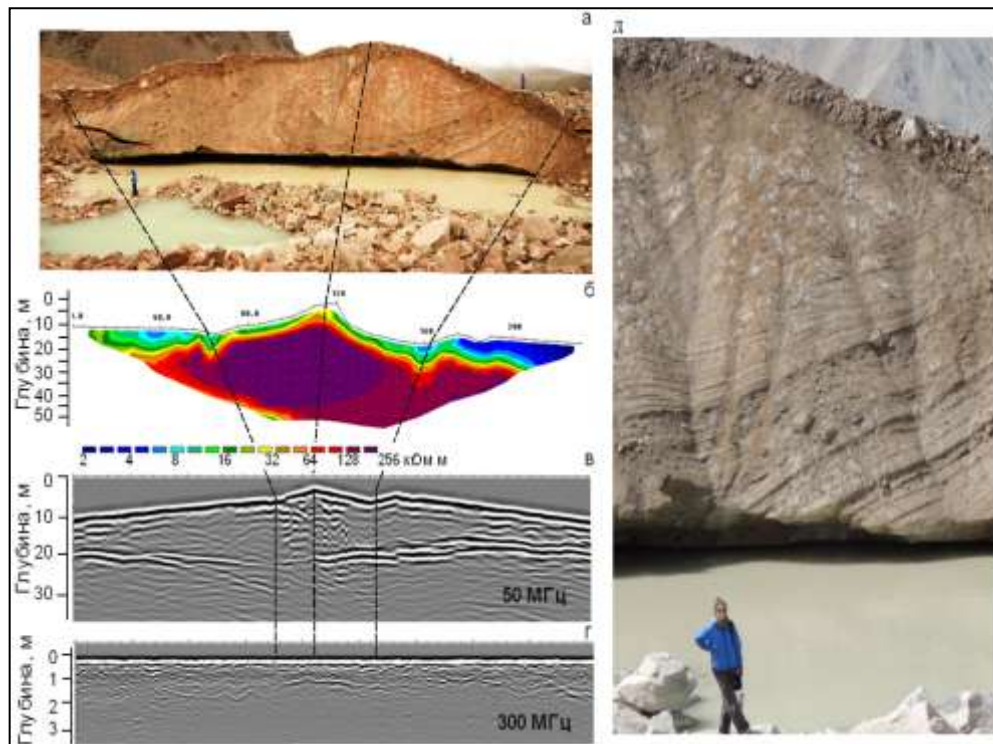


Fig. 1. Results of the Gorodetsky rock glacier study (northern Tian-Shan):

Left: a) Block of fossil metamorphic ice; b) resistivity profile; c-d) radar sections obtained at different frequencies; e) metamorphic folding of the ice block. Right: a, b, c) 1-km-long

integrated profile along the rock glacier axis; a) relative age in RH5, b) resistivity (formations of different age: 1-2- active, thawed, 1-4 – passive, young); c) radar section.

2. Monitoring studies conducted by the Laboratory of General Geocryology and the Laboratory of Groundwater and Geochemistry indicate an increase in upper permafrost temperatures due to climate warming. In Yakutsk, permafrost temperatures have warmed by 3°C over the last 80 years (Fig. 2). As a result, significant changes in geocryological conditions are taking place in near-surface permafrost. The formation of multi-layered cryopegs has been observed in Yakutsk (Fig. 3). The dynamics of cryopeg levels and chemical composition suggest that frozen soils separating the cryopeg layers have transformed into a thawed state. Such transformation of the geocryological conditions in northern cities of Russia significantly reduces the bearing capacity of frozen foundations, increasing damage and accident rates.



Fig. 2. Curves of permafrost temperature at 10 m depth for the periods 1934-1937 and 2010-2014 for an urban site, Yakutsk.

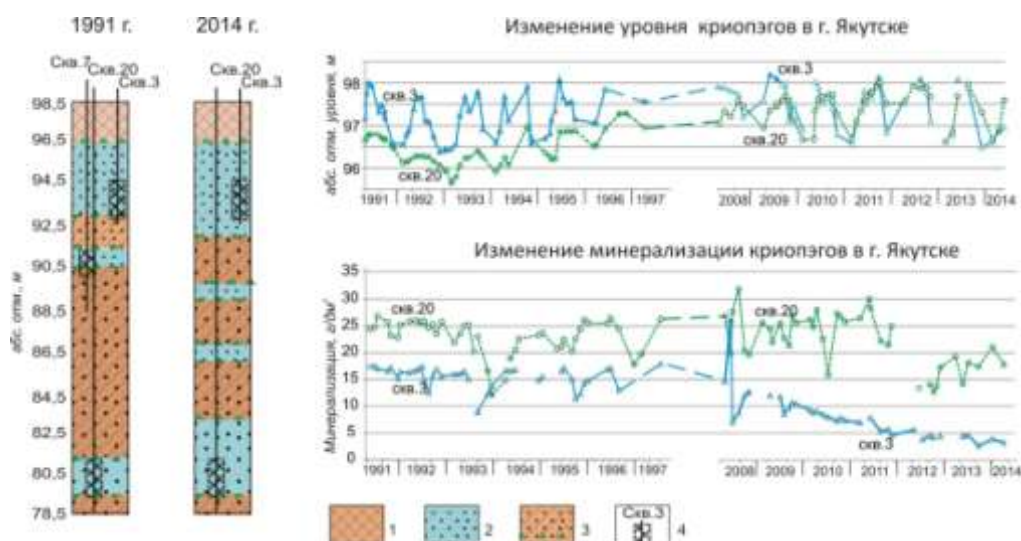


Fig. 3. Logs showing the position of cryopeg layers and curves demonstrating the dynamics of cryopeg levels and dissolved-solids content.

- 1 – active layer consisting of sandy silt and silt; 2 – cryotic sands saturated with saline water (cryopegs); 3 – perennially frozen sands; 4 – observation well and filter interval.

3. Based on data about the structure of subsea permafrost in the Laptev Sea shelf, two-dimensional physical-mathematical models were developed by the Laboratory of General Geocryology simulating the geocryological conditions in the shelf for different time slices of the Late Pleistocene.

During the Late Neopleistocene and Holocene, permafrost degradation occurred mainly from below. Maximum subaerial freezing of the sediments reached 800 m, while upper permafrost temperatures were as low as -18 to -19°C (Fig. 4a).

The postglacial marine transgression caused a further reduction of permafrost thickness, by 150–200 m in its lower horizons and by 30–60 m from the top, due to increased temperatures in the near-bottom sediments and diffusion of sea salts (Fig. 4b).

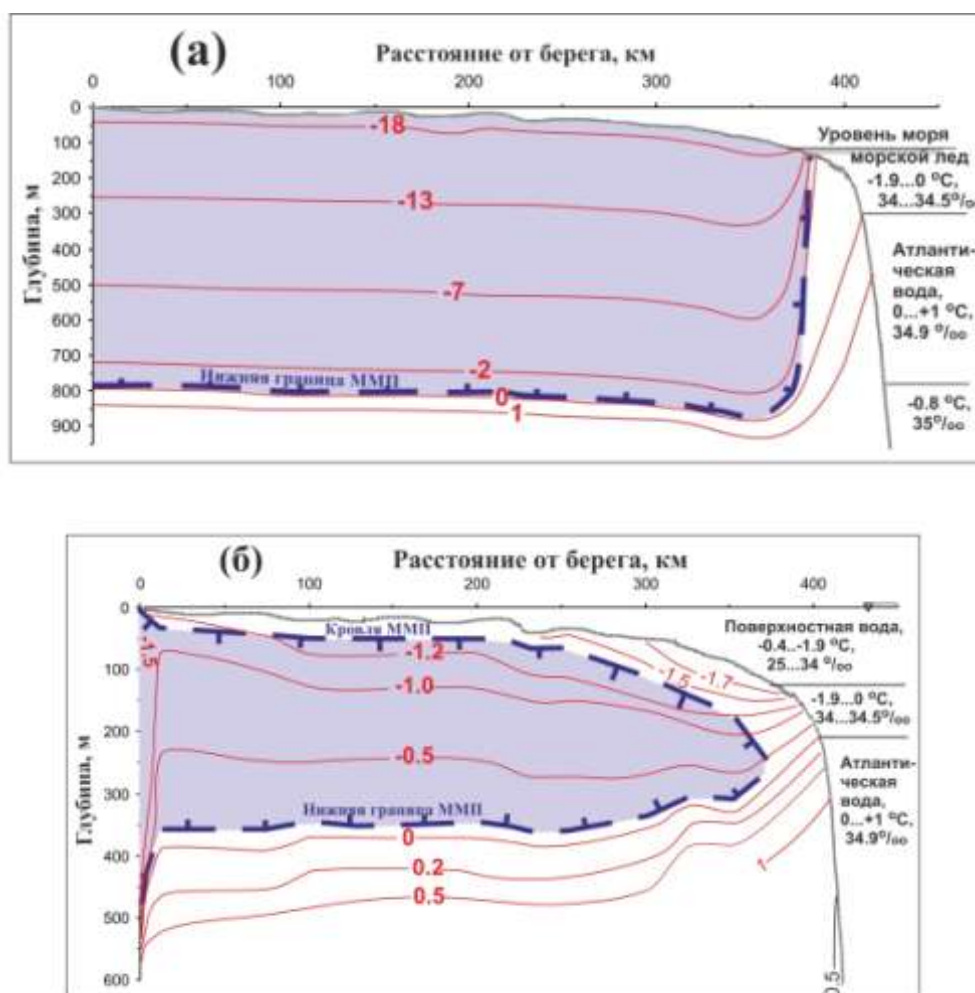


Fig. 4. Physical-mathematical models of Laptev subsea permafrost evolution

- (a) – subaerial freezing stage which lasted from 117 kya to 50 kya. Permafrost conditions are shown for the end of this freezing stage; (b) – end of the last regression-transgression cycle in the Arctic basin.

2. Meetings and expeditions

1. An important event in 2015 was the XXI Conference on Groundwater in Siberia and Far East held in Yakutsk from 22-28 June. The conference hosted by MPI was organized as part of the *Federal Target Program 2010-2015: Clean Water* and marked the 60th year since the first forum of Siberian hydrogeologists was organized. In all, 122 papers were submitted to the conference, authored and co-authored by 267 researchers and practitioners from St. Petersburg, Moscow, Perm, Yekaterinburg, Tyumen, Novosibirsk, Tomsk, Krasnoyarsk, Irkutsk, Chita, Khabarovsk, Vladivostok, Petropavlovsk-Kamchatsky, Anadyr, Yakutsk, Neryungri, Mirny, Khandyga, and Deputatsky. Foreign participants represented Japan, Republic of Korea, and China.

The plenary and oral sessions were attended by 120 delegates. All papers submitted to the conference were published in: Alekseev S.V. and Shepelev V.V. (eds.). 2015. Fundamental and Applied Problems in Hydrogeology, Proceedings of the National Conference on Groundwater in Eastern Russia (XXI Conference on Groundwater in Siberia and Far East with International Participation), Yakutsk, June 22 – 28, 2015. Yakutsk: Melnikov Permafrost Institute SB RAS Press, 552 pp.





Plenary session, XXI Conference on Groundwater in Siberia and Far East, June 2015, Yakutsk.

2. Several field campaigns were undertaken by MPI in 2015, some of them in cooperation with foreign partners. An expedition was organized to Makhatta Tukulun, a large active dune massif on the Vilyui River, 20 km upstream from the town of Kysyl-Syr, central Yakutia. The program of the Kysyl-Syr expedition included geomorphological and landscape investigations. Twelve key sections were described and about 400 samples collected for grain-size, mineralogical, spore pollen, geochemical, radiocarbon dating and micromorphological analyses. A full-length documentary film, “Tukulans – Pleistocene Cryodeserts in Yakutia”, was shot during the expedition.



Shooting a documentary film about tukulans, July 2015, Kysyl-Syr.

3. Another highlight of the last summer season was the Fourth Forum for Young Permafrost Scientists organized by MPI from 29 June to 12 July. This event commemorated the 200th birthday of Alexander von Middendorff, a Russian naturalist and explorer who pioneered scientific research on permafrost. The Forum included a three-day conference in Yakutsk attended by early career scientists and students from Moscow, Novosibirsk, Tyumen, St. Petersburg, Vladivostok, Chernyshevsky, and Seoul. The conference was followed by a field workshop which focused on frost-related forms and processes along federal roads in Central Yakutia, with special emphasis on the causes and dynamics of slope processes at KP 450 of the Lena Federal Road.



Field workshop participants at Buluus icing, central Yakutia.

3. Publications

Theoretical, experimental and field investigations carried out by MPI researchers resulted in 280 publications, including four monographs:

- Makarov V.N. (2015). Arsenic in the Biosphere of Yakutia. Novosibirsk: Academic Publishing House “Geo”, 93 pp.
- Makarov V.N., Sedelnikova A.L. (2015). Environmental Geochemistry of Yakutsk Urban Lakes. Yakutsk: Melnikov Permafrost Institute Press, 232 pp.
- Medeu A.R., Akiianova F.Zh., Beisenova A.S., Blagoveshchenskii V.P., Kunaev M.S., Malkovskii I.M., Nurmambetov E.I. (2015). Atlas Mapping in the Republic of Kazakhstan. Almaty: Institute of Geography Press, 261 pp.
- Shesternev D.M., Verkhoturov A.G. (2015). The Geological Medium of Mineral Resources in Trans-Baikalia Under Changing Climate. Chita: Trans-Baikal University Press, 227 pp.

******* МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, кафедра криолитологии и гляциологии**

**Cryolithology and Glaciology Department, Geographical Faculty,
Lomonosov Moscow State University**

In 2015 Cryolithology and Glaciology Department fundamental studies on the impact of natural and technogenic factors on cryolithozone and glaciosphere been conducted.

New approach to the analysis of mineral loess substance genetic nature was proposed. Its distribution is almost identical to the area of cryolithozone in the Pleistocene. The map of distribution of loess, loess-like minerals in modern and Pleistocene cryolithozone was made for the first time (authors – V.N. Konishchev, N.A. Koroleva).

Field and laboratory researches determined the spatial distribution of the content of O_{18} isotopes in modern and more ancient ice wedges that were formed in the Russian Arctic during MIS 1, MIS 2, MIS 3, MIS 4. The research showed that, since 60,000 years ago until the present time, features of atmospheric transfer in the north of Eurasia, in general, has not changed (I.D. Streletskaia et al.). The isotopic composition of methane and massive ice bed in Yamal clearly indicated its bacterial origins and formation in situ.

Features of cryogenic strata such as geocryological structure, thickness, temperature and ice content above gas-bearing deposits of the Yamal Peninsula (north of Western Siberia) were analyzed. Geocryological classification for these gas-bearing structures was developed for the first time (Yu.B. Badu).

Concept of geo-ecological parameters for the sustainability of permafrost landscapes to the mechanical loads was established. Map on a scale of 1: 20 000 000 called "Seasonal thawing and freezing of the territory of Russia" was compiled to assess the impact of natural factors on the geo-ecological state of cryolithozone (N.V. Tumel', L.I. Zotova, N.A. Koroleva, S.Yu. Dedyusova).

For example, the Norilsk region, one of the largest industrial region in the cryolithozone. After analyzing temperature fields of around 800 permafrost basements having cold ventilated cellars, it was found out that 55% of the basements tend to experience permafrost degradation, 25% - permafrost buildup, 20% preserved preconstruction thermal state (V.I. Grebenets). Map on a scale of 1: 15 000 000 called "Activization of dangerous engineering cryogenic processes in cities and settlements of cryolithozone of Russia" (V.I. Grebenets).

Geographic information system was developed for Kolka glacier and Karmadon Basin, where in 2002 there was a famous catastrophe with human losses and massive destruction. It was determined that from 2004 to 2014, against the background of unfavorable climate conditions (for the Caucasus glaciation), about 30 million m³ of ice accumulated in the cirque of Kolka glacier. As a result, the glacier front has advanced by 800 meters (D.A. Petrakov et al.). This is the only case of significant advance of glaciers in the Caucasus in the XXI century.

Regime investigation of the dynamics of seasonal thawing (International Program CALM – Circumpolar Active Layer Monitoring), that began in 2004, continued on the experimental site near Talnakh (south of the Taimyr peninsula) and in Lorino (settlement on Chukotka) (V.I. Grebenets, A.A. Maslakov). The data on the reaction of permafrost to a very cold but abnormally long summer of 2015 was obtained. This year average depth of soil thawing in Talnakh region will exceed by 15 % compared to the average value of many years.

In July 2015 in Igarka and Norilsk region were held regular International field student's courses on permafrost, which was attended by younglings from Russia, USA, Germany and France (courses are conducted by docent of Lomonosov Moscow State University V. Grebenets and master of The George Washington University K.E. Nyland).

******* МГУ имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет,
кафедра геокриологии**

Geocryology Department, Geology Faculty, Lomonosov Moscow State University

Geocryology department of the Lomonosov Moscow State University in 2015 has been developing the revised digital edition of the permafrost map for Russia 1:2 500 000. The studies have been focused on the European North, Western Siberia and Yakutia. The original 3D software for thermal calculations was tested. A possibility for simultaneous numeral modeling of heat and water flows during freezing is now considered. Arctic shelf permafrost was studied by geophysical methods for Laptev and Kara seas. A new data on underground ice on the Arctic islands have been received. Monitoring site on Baydara bay was used to study thermal mode of permafrost, coastal erosion rates and properties of frozen soils. Methane content of permafrost deposits has been studied in Western Siberia and Central Yakutia, as well as microbial communities in samples of permafrost deposits. Mechanical and thermal properties of frozen grounds was studied for major pipelined projected in the country. A new and revised edition of the Permafrost Forecast textbook (1974) has been completed for publishing. A master program in English on permafrost studies for foreigners is announced for 2016.

******* Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН (Москва)**

Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS (Moscow)

Продолжены мониторинговые геокриологические наблюдения на участках без техногенных нарушений для пополнения международной общедоступной базы данных GTN-P. Институт геоэкологии им.Е.М.Сергеева РАН обеспечивает повторные наблюдения на 11 геотемпературных площадках и 2 площадках CALM в Северном Забайкалье (Чара), а также активно развивает сотрудничество в части исследования активности геокриологических процессов с Институтом Земной коры СО РАН (Иркутск) на территориях острова Ольхон (рис.1), а также с Московским государственным университетом им.М.В.Ломоносова в окрестностях г.Воркуты. В Воркуте исследования геокриологических условий ведутся на базе учебной практики для магистрантов Геологического факультета (рис.2, 3). Составлена программа исследований активности геокриологических процессов в районе г.Игарки в содружестве с Институтом мерзлотоведения им.П.И.Мельникова (Якутск).

Подготовлена программа междисциплинарных исследований закономерностей водного стока Арктического бассейна в содружестве с Институтом водных проблем РАН.

Выполнен сравнительный анализ десяти конкурентных гипотез формирования Ямальских кратеров с рекомендациями по приоритетным направлениям дальнейших исследований.



Рис. 1. Криогенные оползни на острове Ольхон (оз.Байкал). Съёмка выполнена с беспилотного летательного аппарата.



Рис. 2. Бурение скважин в воркутинской тундре.



Рис. 3. Измерение глубины термокарстовых просадок в воркутинской тундре.

Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS (Moscow) 2015:

Geocryological monitoring in undisturbed condition was continued. The 2015-year data were submitted to the GTN-P database. Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS supports 11 monitoring TSP-sites and 2 CALM-sites in Northern Transbaicalia Region (Chara). Also the activity of geocryological processes in Olkhon Island was estimated in cooperation with Institute of Earth Crust SB RAS, Irkutsk (Fig.1). IEG RAS participated in Moscow State University post-graduate student training combined with permafrost monitoring in Vorkuta Region (Fig. 2, 3). The cooperation with Melnikov Permafrost Institute SB RAS opened new horizons of long term permafrost investigation in Igarka (Middle Siberia).

The new program of common investigations of Arctic surface (rivers) and underground water discharge with Institute of Water Problems RAS was drawn up.

The comparative analysis of Yamal Craters formation hypotheses with future investigation plan was developed.

(рисунки см. выше - в русском варианте отчета)

Fig. 1. Cryogenic landslides at Olkhon Island (Baical Lake). The photo was taken by using the radio-control quadcopter.

Fig. 2. Boring in Vorkuta Tundra.

Fig. 3. Measurements of the thermokarst lake's depth in Vorkuta Tundra.

ССЫЛКИ:

1. Stanilovskaya J., Merzlyakov V., Sergeev D. 2015. Probabilistic assessment of ice wedge hazard for linear structure // Engineering Geology for Society and Territory, V.1, Book Part 5, Springer Switzerland, pp.311-314.

2. Sergeev D., Stanilovskaya J. 2015. Geocryological Risk: Conception and Estimation Algorithms // Engineering Geology for Society and Territory, V.1, Book Part 5, Springer Switzerland, pp.229-231.
3. Чижова Ю.Н., Дж Ю. Васильчук, К. Йошикава, Н.А. Буданцева, Д.Л. Голованов, О.И. Сорокина, Ю.В. Станиловская, Ю.К. Васильчук. Изотопный состав снежного покрова Байкальского региона. Лед и снег, (3):55–66, 2015.
4. Мельников В.П., Брушков А.В., Хименков А.Н. О развитии теоретических основ геокриологии // Криосфера Земли, 2015, № 2, с. 6-14.
5. Хименков А.Н., Сергеев Д.О., Власов А.Н., Козырева Е.А., Рыбченко А.А., Светлаков А.А. Криогенные и посткриогенные образования на острове Ольхон // Криосфера Земли, 2015, № 4, с. 54–63.
6. Кутергин В.Н., Кальбергенов Р.Г., Карпенко Ф.С., Мерзляков В.П. Деформационные свойства композитной толщи воскресенских глин // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2015, №6.
7. Перльштейн Г.З., Д.О.Сергеев, Г.С.Типенко, В.Е.Тумской, А.Н.Хименков, А.Н.Власов, В.П.Мерзляков, Ю.В.Станиловская Углеводородные газы и криолитозона шельфа Арктики // Арктика. Экология и Экономика, №2 (18), 2015, с.35-44.
8. Хименков А. Н. , Власов А. Н., Сергеев Д. О., Козырева Е. А., Рыбченко А.А., Пеллинен В. А. Влияние криогенеза на развитие склоновых процессов степных территорий Прибайкалья // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2015, № 6, с. 535–543.
9. Biskaborn B.K., Lanckman J.P., Lantuit H., Romanovsky V., Sergeev D., Vieira G., Cable W., Pogliotti P., Nötzli J., Christiansen H.H., Jóhannsson H. Quality assessment of permafrost thermal state and active layer thickness data in GTN-P // Geo Quebec 2015
10. Sergeev D., Chesnokova I., Morozova A. Estimation of the Past and Future Infrastructure Damage Due the Permafrost Evolution Processes // AGU Proceedings, San Francisco, 2015, принята в печать, рег.№ 63245, 28.07.2015, confirmation number is agu-fm15-63245-5358-5240-6569-9765.
11. Макарычева Е.М., Капралова В.Н., Сергеев Д.О. Анализ режима водной поверхности термокарстовых озёр в горах Северного Забайкалья // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире, Сергеевские чтения, т.2, Москва, РУДН, 2015, с.477-483.
12. Мерзляков В.П., Сергеев Д.О. Оценка опасности возникновения морозобойных трещин для областей с резкоконтинентальным климатом // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире, Сергеевские чтения, т.2, Москва, РУДН, 2015, с.486-492.

******* Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (Пущино)**

**Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, RAS
(Soil Cryology Laboratory)**

Основные достижения лаборатории криологии почв за 2015 год:

Микробиологические исследования вечной мерзлоты

1. Совместно с французскими коллегами в многолетнемерзлых отложениях северо-востока Сибири обнаружен новый ранее неизвестный тип гигантского вируса - *Mollivirus sibericum*. Он существенно отличается от описанного нами в прошлом году другого гигантского вируса *Pithovirus sibericum*. *Mollivirus sibericum* имеет сферический вирион (0.6 мкм в диаметре), заключающий ГЦ-богатый геном, размером 651 кб, кодирующий 523 белка, из которых 64% - это открытые рамки считывания, 16% имеют близкие гомологи с *Pandoraviruses* и 10% с *Acanthamoeba castellanii*, происхождение которых возможно объясняется действием горизонтального переноса генов.

Нуклеоцитоплазматический репликационный цикл молливируса был всесторонне изучен с применением "omic" подходов, которые показали механизм использования вирусом машинерии клетки-хозяина для активной репликации. Удивительным оказалось то, что рибосомальные белки хозяина были обнаружены в вирионах молливируса, что ранее не отмечалось для вирусов.

2. Из многолетнемерзлых отложений Арктики позднеплейстоценового и голоценового возраста выделены и изучены живые амебоидные протисты, многие из которых представляют собой новые виды. Разнообразие амеб в мерзлоте относительно невелико по сравнению с современными тундровыми почвами. Самыми распространенными в многолетнемерзлых отложениях оказались представители рода *Acanthamoeba*.

Выделенные амебы устойчивы к стрессовым воздействиям; цисты изученных ископаемых амеб успешно пережили влияние открытого космоса. Таким образом, показано, что в многолетнемерзлых породах, наряду с жизнеспособными прокариотами, сохраняются и эукариотические микроорганизмы, которые так же, как остатки твердых скелетных образований, могут служить свидетельством существования древних экосистем. Несмотря на то, что таксономическое разнообразие амеб в многолетнемерзлых отложениях относительно невелико, среди них встречаются не только новые виды известных родов, но и представители новых таксонов более высокого ранга. Устойчивость цист ископаемых протистов делает их перспективной моделью для изучения явления криптобиоза у эукариотических организмов и для дальнейших экспериментов как в космическом пространстве, так и на Земле.

3. Сравнительный анализ метагеномов двух 30000-летних образцов вечной мерзлоты, один из которых представляет собой отложения старичного озера (IC4), а другой позднеплейстоценовых ледовый комплекс (IC8) позволил выявить существенные различия в составе микробных сообществ этих двух образцов. Как ранее нами было показано, позднеплейстоценовых ледовый комплекс в отличие от озерных отложений характеризовался предельно низким содержанием или отсутствием метана, более низким содержанием Fe^{2+} и более высокими значениями редокс-потенциала. При анализе образцов C4 и IC8, выявлены различия в составе микробного сообщества, которое отражает условия, при которых были сформированы эти отложения. Относительно низкое содержание генов метаногенных архей, и ферментов, связанных с трансформацией углерода, азота, и серы, а также наличием генов метанотрофных бактерий может объяснить отсутствие метана в отложениях. Полученные данные служат дополнительным доказательством того, что формирование отложения позднеплейстоценового ледового комплекса (обр. IC8) происходило в менее восстановительных условиях, чем озерные отложения (обр. IC4). Другими словами, мы можем предположить, что в конце плейстоцена, около 30000 лет назад существующие экологические условия определили биогеохимический режим и состав микробных сообществ исследуемых образцов, что отразилось на составе их метагенома. Таким образом, нами было показано, что привлечение метагеномных анализов, наряду с геологическими и биогеохимическими

подходами, может быть использовано для характеристики вечной мерзлоты и микробного сообщества захороненного в нем, и позволит оценить отклик биоты на деградацию вечной мерзлоты при, вызванную потеплением климата. Полученные данные могут стать дополнительным инструментом при палеорекострукциях.

Астробиологические аспекты изучения вечной мерзлоты

4. На основе анализа геологической истории Марса показано, что наиболее перспективной эконишей с точки зрения поисков современной жизни являются подмерзлотные воды, скрытые на недоступной для изучения глубине. Разработана концепция поисков следов этой жизни в мерзлых отложениях в окрестностях молодых вулканов, которые могут служить своеобразным “каналом” для попадания жизни из глубоких недр на поверхность. Проведен поиск молодых вулканических образований в северном полушарии Марса, обнаружены две группы образований, которые на основании морфометрического анализа интерпретируются как шлаковые конуса возрастом менее нескольких миллионов лет.

Почвенные исследования в районах распространения вечной мерзлоты

5. Впервые проведено почвенное картирование 29% свободной ото льда территории Антарктиды, охарактеризован почвенный покров и процентное соотношение в распространении почвенных таксонов. Установлена ведущая роль факторов дренированности территории, нанорельефа поверхности, активности криотурбационных процессов в формировании и развитии тундровых криоземов.

Конференция

Была проведена международная конференция: «Permafrost in XXI century: basic and applied researches », Pushchino, Russia, September 27 – October 1, 2015, в которой участвовали около 90 исследователей из России, Белоруссии, США и Германии <http://cryosol.ru/news/163-permafrost-conference-is-over.html>

На Конференции был доклад Ханса Хубертена (Prof. Hans-Wolfgang Hubberten, director of the AWI (Alfred Wegener Institute **Институт полярных и морских исследований им.**

Альфреда Вегенера) Hans-Wolfgang.Hubberten@awi.de) о Российско-германском сотрудничестве в полярных исследованиях (Russian-German cooperation in Polar research) (www.awi.de , www.facebook.com/AlfredWegenerInstitut)

Совместные международные исследования

Продолжены мониторинговые исследования по программам CALM и TSP.

Проводятся совместные исследования с учеными из Германии (Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research), США (University of Tennessee), Франции (Institut de Microbiologie de la Méditerranée) и Испании (Centre for Genomic Regulation).

Most important publications – 2015:

Legendre, Matthieu, Lartigue, Audrey, Bertaux, Lionel, Jeudy, Sandra, Bartoli, Julia, Lescot, Magali, Alempic, Jean-Marie, Ramus, Claire, Bruley, Christophe, Labadie, Karine, **Shmakova, Lyubov, Rivkina Elizaveta**, Coute, Yohann, Abergel, Chantal, Claverie, Jean-Michel. In-depth study of *Mollivirus sibericum*, a new 30,000-y-old giant virus infecting *Acanthamoeba*, // **PNAS**, 2015, 112 (38): E5327-E5335.

Shatilovich, Anastasia; Stoupin, Daniel; **Rivkina, Elizaveta**. Ciliates from ancient permafrost: Assessment of cold resistance of the resting cysts // **EUROPEAN JOURNAL OF**

PROTISTOLOGY, 2015, 51(3): 230-240.

Gilichinsky, Michael; **Demidov, Nikita; Rivkina, Elizaveta**. Morphometry of volcanic cones on Mars in perspective of Astrobiological Research // **INTERNATIONAL JOURNAL OF ASTROBIOLOGY**, 2015, 14(4): 537-545.

Bockheim J.G., **Lupachev A.V.**, Blume H.-P., Bölter M., Simas F.N.B., McLeod M. Distribution of soil taxa in Antarctica: A preliminary analysis. // **GEODERMA**, 2015, 245–246: 104–111.

Krivushin K, Kondrashov F, **Shmakova L**, Tutukina M, Petrovskaya L, **Rivkina E.** Two metagenomes from Late Pleistocene northeast Siberian permafrost. **GENOME ANNOUNCEMENTS**, 2015, 3(1), 1-2.

Rivkina E. , L. Petrovskaya, T. Vishnivetskaya , **K. Krivushin, L. Shmakova** , M. Tutukina, A. Meyers, F. Kondrashov. Metagenomic analyses of the late Pleistocene permafrost – additional tools for reconstruction of environmental conditions // **BIOGEOSCIENCES DISCUSS.**, 2015, 12: 12091–12119.

Shmakova L. A. and Rivkina E. M. Viable Eukaryotes of the Phylum Amoebozoa from the Arctic Permafrost // **PALEONTOLOGICAL JOURNAL**, 2015. Vol. 49, No. 6, pp. 572–577.

2015: Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, RAS (Soil Cryology Laboratory)

Permafrost Microbiology

1. It was announced that the *Mollivirus sibericum*, a fourth type of giant virus isolated from the permafrost sample where last year another giant virus *Pithovirus sibericum* was discovered. These four types of giant virus exhibit different virion structures, sizes (0.6–1.5 µm), genome length (0.6–2.8 Mb), and replication cycles. Their origin and mode of evolution are the subject of conflicting hypotheses. The fact that two different viruses could be easily revived from prehistoric permafrost should be of concern in a context of global warming. This is the result of joint work of the Soil Cryology laboratory and our french colleagues from Institut de Microbiologie de la Méditerranée.

2. Viable amoeboid protists were isolated from the Arctic Late Pleistocene and Holocene permafrost sediments many of them belong to new species. The diversity of amoebae in the permafrost is rather low in comparison with that of modern tundra soils. The genus *Acanthamoeba* appears most widespread in the permafrost sediments under study. The amoebae under study are stable with reference to stressful effects; the cysts of fossil amoebae examined successfully survived under conditions of the free space. It is shown that, in the permafrost, along with viable prokaryotes, eukaryotic microorganisms are also preserved and, like remains of rigid skeletal structures, provide evidence of the existence of ancient ecosystems. Although the taxonomic diversity of amoebae in the permafrost is relatively low, they include not only new species of known genera, but also new taxa of higher rank. The resistance of cysts of protists from permafrost makes them a promising model for the study of the cryptobiosis in eukaryotic organisms and for further experiments both in the space and on the Earth.

3. We performed a result of comparative analysis of the two permafrost samples isolated from lake sediments and ice complex with utilization of metagenomic sequencing approach. We have shown that the presence of methane in one sample and its absence in the second are associated with the prevalence of the certain groups of microorganisms and their corresponding genes. The

possible scenario of the development of both Yedoma and lake sediments can be proposed on the basis of these findings. Analysis of metagenome from IC4, a sample of the lake sediments, demonstrated occurrence of many physicochemical reactions such as denitrification, iron reduction and sulfate reduction, which could reduce environmental redox potential and ultimately create favorable conditions for development of methanogenic community and methanogenesis. As reflected from the composition of IC8 metagenome, the sporadic occurrence of such physicochemical reactions brought to deficiency of methanogenic activity and lack of biogenic methane in the late Pleistocene ice complex on Kolyma-Indigirka lowland. The obtained results demonstrate that the metagenomic analysis of permafrost microbial communities can represent a valuable instrument for paleo-reconstruction of conditions under which the permafrost sediments were formed in geological perspective.

Permafrost Astrobiology

4. The permanently frozen volcanic sediment is one of the most promising geological objects for searching life on Mars. On Earth, volcanic intrusions into permafrost result in formation of the unique microbial communities. We propose several terrestrial analogues of Martian polar volcanoes, such as the permanently frozen volcanic sediments on the Kamchatka peninsula and in Antarctica. The present study shows applicability of the morphometric analysis for demonstration of the morphological similarity between the terrestrial and Martian cinder cones. In the present work, the morphometric analysis of young Martian landforms is based on the assumption that the conical structures identified on digital terrain model (DTM) are volcanic cinder cones. Morphometric analysis of the studied cones showed a range of degradation. The extent of degradation may be an indicator of age based on comparison with volcanic cinder cones on Earth. A morphometric analysis of potentially young volcanic cones in the North Polar Region of Mars was performed to estimate their relative age. The 14 potential cinder cones were identified using the DTM provided by Mars Express High Resolution Stereo Camera (HRSC), allowing for the basic morphometric calculations. The majority of the cinder cones are localized in the Chasma Boreale region within the area 79°–81°N and 261°–295°E. The calculated morphometric parameters showed that the cone average steepness varied from 3.4° to 11.8°, cone height-to-width ratio varied from 0.025 to 0.12, and the ratio between surface and basal area of the cone varied from 1.005 to 1.131. The studied cinder cones were classified with respect to the morphometric ratios assuming that larger values correspond to the younger structures. Employing the terrestrial analogy of morphometric ratios as a proxy for relative geological age, we suggest that existing microorganisms may be found in permafrost of young Martian cinder cones.

Permafrost Soil science

5. For the first time the soil mapping of 29% the ice-free area of Antarctica carried out. It was characterized the soil taxa. The leading role of the factors of area drainage, nanorelief formation, activity cryoturbation in the formation and development of the tundra CRYOSOL was found.

Most important publications – 2015:

Legendre, Matthieu, Lartigue, Audrey, Bertaux, Lionel, Jeudy, Sandra, Bartoli, Julia, Lescot, Magali, Alempic, Jean-Marie, Ramus, Claire, Bruley, Christophe, Labadie, Karine, **Shmakova, Lyubov, Rivkina Elizaveta**, Coute, Yohann, Abergel, Chantal, Claverie, Jean-Michel. In-depth study of *Mollivirus sibericum*, a new 30,000-y-old giant virus infecting *Acanthamoeba*, // **PNAS**, 2015, 112 (38): E5327-E5335.

Shatilovich, Anastasia; Stoupin, Daniel; **Rivkina, Elizaveta**. Ciliates from ancient permafrost: Assessment of cold resistance of the resting cysts // **EUROPEAN JOURNAL OF**

PROTISTOLOGY, 2015, 51(3): 230-240.

Gilichinsky, Michael; **Demidov, Nikita; Rivkina, Elizaveta**. Morphometry of volcanic cones on Mars in perspective of Astrobiological Research // **INTERNATIONAL JOURNAL OF ASTROBIOLOGY**, 2015, 14(4): 537-545.

Bockheim J.G., **Lupachev A.V.**, Blume H.-P., Bölter M., Simas F.N.B., McLeod M. Distribution of soil taxa in Antarctica: A preliminary analysis. // **GEODERMA**, 2015, 245–246: 104–111.

Krivushin K, Kondrashov F, **Shmakova L**, Tutukina M, Petrovskaya L, **Rivkina E.** Two metagenomes from Late Pleistocene northeast Siberian permafrost. **GENOME ANNOUNCEMENTS**, 2015, 3(1), 1-2.

Rivkina E. , L. Petrovskaya, T. Vishnivetskaya , **K. Krivushin, L. Shmakova** , M. Tutukina, A. Meyers, F. Kondrashov. Metagenomic analyses of the late Pleistocene permafrost – additional tools for reconstruction of environmental conditions // **BIOGEOSCIENCES DISCUSS.**, 2015, 12: 12091–12119.

Shmakova L. A. and Rivkina E. M. Viable Eukaryotes of the Phylum Amoebozoa from the Arctic Permafrost // **PALEONTOLOGICAL JOURNAL**, 2015. Vol. 49, No. 6, pp. 572–577.