

## МОНИТОРИНГ ГЛУБИНЫ ПРОТАИВАНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД НА СЕВЕРЕ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АО

<sup>1</sup> Бабкина Е.А., <sup>1,2</sup> Хомутов А.В., <sup>1</sup> Бабкин Е.М., <sup>1,2</sup> Лейбман М.О.

<sup>1</sup> Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, Тюмень, Россия

<sup>2</sup> Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

В 2022 г. продолжен мониторинг глубины сезонного протаивания и температуры многолетнемерзлых пород на трех полигонах на севере Ямало-Ненецкого автономного округа: «Васькины Дачи» на полуострове Ямал, «Тазовский» на севере Пур-Тазовского междуречья и «Гыда» на севере Гыданского полуострова. Кроме того, основаны новые полигоны «Антипаюта» в районе одноименного села на юге Гыданского полуострова и «Красноселькуп» в районе одноименного села в среднем течении р.Таз.

Ключевые слова: *глубина протаивания, многолетнемерзлые породы, мониторинг, сезонно-талый слой, температура пород*

**Введение.** Территория севера Западной Сибири отличается наличием многолетнемерзлых пород (ММП) и подземных льдов. Одним из самых активных компонентов мерзлой толщи является сезонноталый слой (СТС), мощность которого обусловлена теплооборотах теплого сезона года. Глубина сезонного протаивания очень изменчива, остро реагирует на изменения климата и ландшафтных условий. Так, аномальное увеличение глубины протаивания может привести к активизации криогенных процессов, связанных с оттаиванием подземного льда. Также основным параметром ММП является их температура.

За последние несколько десятилетий среднегодовая температура в Арктике превысила среднеглобальную величину практически в 2 раза [Анисимов, Кокорев 2016, Второй..., 2014, Доклад об особенностях..., 2015], в том числе отмечается потепление климата и на севере Западной Сибири [Национальный доклад..., 2018]. В связи с увеличением среднегодовой температуры воздуха наблюдается тенденция увеличения глубины сезонного протаивания и температуры ММП [Бабкина и др., 2019, Васильев и др., 2020, Abramov et al., 2019, Biskaborn et al., 2019, Voike et al., 2019], которое непосредственно приводит к таким последствиям, как деградация ММП [Аржанов и др., 2013], разрушение дорог [Stephenson et al., 2011] и инфраструктуры [Стрелецкий и др., 2012].

**Участки исследований.** Мониторинг геокриологических условий проводится на севере Западной Сибири на базе трех стационарных участков: научно-исследовательского стационара (НИС) «Васькины Дачи», полигонов «Тазовский» и «Гыда» (Рис. 1). В 2022 г. к ним добавились еще 2 полигона: «Антипаюта» и «Красноселькуп», а на полигоне «Тазовский» оборудованы еще одна площадка мониторинга и 3 скважины глубиной 15 м.

НИС «Васькины Дачи» [Лейбман, Хомутов 2019], расположенный в центральной части полуострова Ямал в зоне сплошного распространения ММП, основан в 1988 г. Основные объекты длительного мониторинга – глубина сезонного протаивания и температура пород в скважинах на нескольких мониторинговых площадках.

С 2016 г. проводятся регулярные геокриологические исследования в северной части Пур-Тазовского междуречья (полигон «Тазовский») и на севере Гыданского полуострова (полигон «Гыда»). Начало исследованиям положено рекогносцировочными работами в

районе пос. Тазовский и обустройством площадок наблюдений в районе с. Гыда в рамках реализации Программы комплексного изучения Гыданского полуострова. Физико-географические и геокриологические условия полигона «Тазовский» детально описаны в [Бабкин и др., 2018, Хомутов и др., 2019, Тихонравова 2019, Королева и др. 2020а, 2021, Королева, 2022] и некоторых других публикациях, полигона «Гыда» - в [Королева и др., 2020б, Тихонравова и др., 2019].

Рекогносцировочные работы и оборудование первых площадок мониторинга на полигонах «Антипаюта» и «Красноселькуп» проведены в 2022 г. в рамках работы по совместному с Научным центром изучения Арктики (г. Салехард) проекту. Основным принципом в рамках проекта было расположение новых площадок мониторинга вблизи населенных пунктов в ландшафтно-геоморфологических условиях, соответствующих территории населенного пункта до момента застройки.

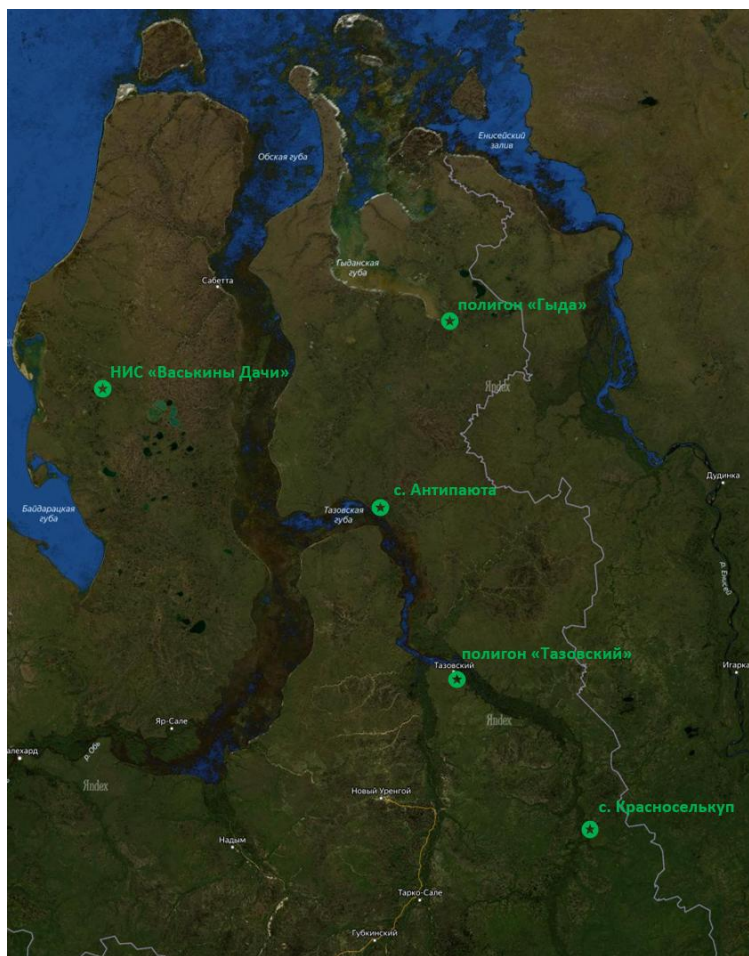


Рис.1. Расположение участков исследований

Полигон «Антипаюта» организуется в тундровой зоне вблизи с. Антипаюта в южной части Гыданского полуострова. Площадка мониторинга глубины протаивания организована в пойме р. Анти-Паётаяха на слабодренированной плоскополигонально-мочажинной поверхности, ограниченной с запада, севера и востока старичным озером, соединяющимся узкой протокой с основным руслом реки. Уклон поверхности менее 1°. Кровля ММП находится на глубине 24-59 см в основном непосредственно под мощным моховым покровом. Растительный покров представлен кустарничково-осоково-сфагновыми с подбелом, ивой, сабельником или ольховником (в зависимости от локального характера увлажнения), пушицево-сфагновыми и осоково-сфагновыми частично с сабельником сообществами.

Полигон «Красноселькуп» организуется в подзоне северной тайги вблизи с. Красноселькуп в среднем течении р. Таз. Площадка мониторинга глубины протаивания выбрана в пределах озерно-болотной местности III озерно-аллювиальной равнины на относительно возвышенном, сухом участке с плоскополигонально-мочажинной поверхностью. Уклон поверхности менее 1°. В пределах площадки и вблизи ее границ расположены несколько небольших заболоченных понижений. Растительный покров представлен кустарничково-мохово-лишайниковыми с участием сосны, кустарничково-пушицево-сфагновыми, кустарничково-сфагновыми, кустарничково-осоково-кладониевыми, кустарничково-лишайниково-моховыми и кустарничково-кладониевыми сообществами. Наибольшее распространение имеют кустарничково-кладониевая и кустарничково-лишайниково-моховая ассоциации. На всей площадке произрастают одиночные подросты сосны высотой до 1,2 м.

**Методы исследований.** Исследования на стационарных участках включают в себя классические методы измерения глубины протаивания металлическими щупами. Длина щупа варьируется в зависимости от пункта мониторинга и целесообразности. На НИС «Васькины Дачи» используются щупы длиной 1,7 м, так как на площадках мониторинга глубина протаивания не достигает большей глубины, за исключением участков проявления криогенных процессов, где СТС не сформирован после схода криогенных оползней скольжения. На полигоне «Газовский» на торфяниках используются щупы длиной до 1,55-1,6 м, так как на площадках мониторинга глубина протаивания не достигает большей глубины, за исключением участков непосредственно возле насыпи автодороги, где она превышает 2 м. На полигоне «Гыда» также используются щупы длиной до 1,55-1,6 м, так как на площадках мониторинга глубина протаивания не достигает большей глубины. Для измерения глубины протаивания на оборудованных в 2022 г. площадках на полигонах «Газовский» и «Красноселькуп» использованы щупы длиной 2 м (количество точек с глубиной протаивания более 2 м незначительно), а для новой площадки полигона «Антипаюта» – длиной 1 м (точек с глубиной протаивания более 1 м не отмечено). Непрерывные наблюдения за температурой пород в скважинах проводятся с применением оборудования НОВО (<https://www.onsetcomp.com>) и KrioLab (<https://kriolab.ru>). Скважины глубиной в основном от 7 до 15 м подготовлены в результате бурения в 2010, 2011, 2016, 2020-2022 гг. в основном с использованием установки колонкового бурения УКБ 12/25И. Только оборудованные в 2010 и 2011 г. скважины на НИС «Васькины Дачи» были подготовлены с использованием мотобуров, а скважины незначительной глубины (до 1,5 м) там же – с помощью ручных буров.

Для оценки динамики и особенностей состояния ММП проведен анализ и сопоставление данных по глубине протаивания и температуре пород, полученных в 2022 г. с более ранними результатами мониторинга.

**Оценка динамики и особенностей состояния ММП на основе многолетних данных мониторинга.**

*Глубина протаивания.* Площадки мониторинга расположены в разных биоклиматических подзонах (типичная тундра, южная тундра, северная тайга). Соответственно, выражена широтная зональность с севера на юг с увеличением значений глубины сезонного протаивания.

Наименьшие значения глубины протаивания наблюдаются в торфяниках типичной тундры: средние значения варьируются от 40 см на полигоне «Антипаюта» в 2022 г., до 44 см на полигоне «Гыда» за период 2016-2022 гг. и 47 см на НИС «Васькины Дачи» за период 2014-2022 гг. В подзоне южной тундры на полигоне «Газовский» средние значения на торфяниках за период 2016-2022 гг. составляют 53 см. Аналогичная зональность наблюдается и в глубине протаивания в минеральных породах (в пределах подзоны наибольшие значения наблюдаются на слабозадернованных с песчаными породами, наибольшие – на сильнозадернованных поверхностях с глинистыми породами и увеличиваются значения глубины протаивания в сходных ландшафтах от типичной

тундры к северной тайге) (Рис. 2-3). Наибольшие значения глубины протаивания наблюдаются в подзоне северной тайги на полигоне «Красноселькуп» на поверхности, где глубина протаивания на торфянистой поверхности полигонов в конце августа 2022 г. составляет от 20 см до 155 и >200 см в сниженных просевших участках (термокарстовые блюдца) со средним значением 72 см.

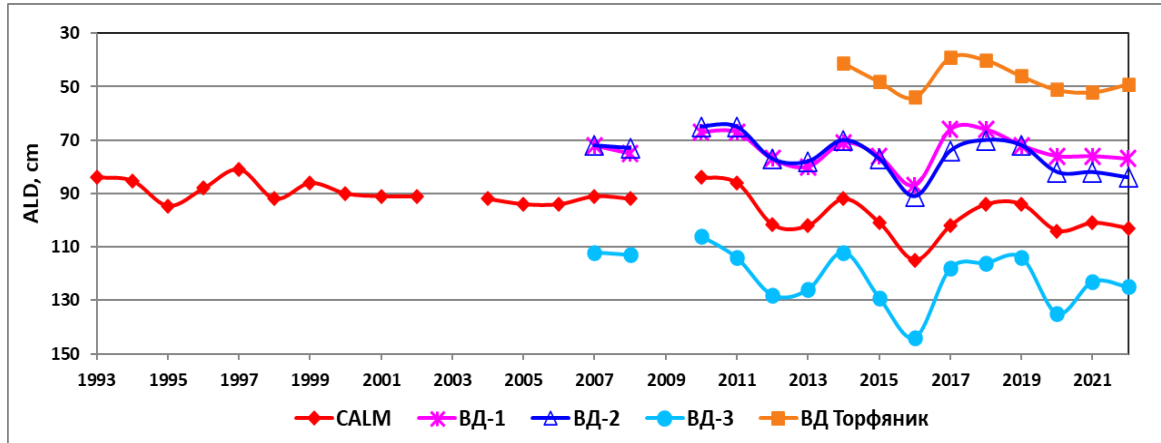


Рис. 2. Глубина сезонного протаивания на территории НИС «Васькины Дачи», где CALM–от слабозадернованной песчаной вершинной поверхности до сильнозадернованного суглинистого склона, ВД-1 и ВД-2–задернованные супесчано-суглинистые вершинные поверхности, ВД-3–оголенная и слабозадернованная песчаная вершинная поверхность, ВД-торфяник–торфяник с мощностью торфа до 0,5 м

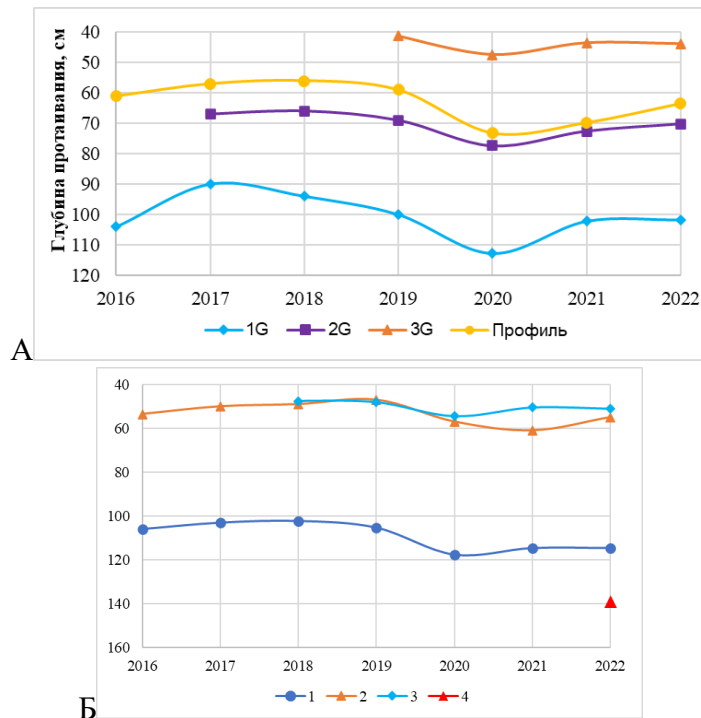


Рис. 3. Глубина сезонного протаивания на полигоне «Гыда» (А), где 1G–задернованная супесчаная вершинная поверхность; 2G–задернованная суглинистая вершинная поверхность, 3G–торфяник с мощностью торфа более 0,5 м, Профиль–обводненный сильнозамщенный хасырей; и на полигоне «Тазовский» (Б), где 1–склоновая поверхность с супесчано-суглинистыми породами; 2–полигональный торфяник с вытаивающим ПЖЛ с мощностью торфа до 4 м; 3–полигональный торфяник без вытаивания ПЖЛ; 4–плосковыпуклая дренированная поверхность морской террасы

Значения глубины протаивания на всех площадках в типичной тундре в 2022 г. не отличаются аномальными значениями, так же, как и суммы положительных температур воздуха. На площадках в южной тундре значения глубины протаивания к 2022 г. имеют

тенденцию к увеличению вслед за увеличением сумм положительных температур воздуха. Для НИС «Васькины Дачи» суммы положительных температур рассчитаны по м/с Марре-Сале, для полигона «Гыда» - по м/с Сопочная Карга и Гыда, «Тазовский» - по м/с Тазовский.

*Температура пород.* Выполнен анализ температуры пород для всех ключевых участков. Средняя годовая температура воздуха и пород рассчитывается за «гидрологический год» с началом 1 сентября предыдущего календарного года.

Самый длинный ряд наблюдений на НИС «Васькины Дачи» имеют скважины на незадернованной вершинной песчаной поверхности (CALM, гл. 10 м) и на слабозадернованной суглинистой вершинной поверхности (LGT, гл. 7 м) с трендом роста средней годовой температуры пород 0,1-0,17 °С/год за последние 30 лет (рис. 4А). В 2022 г. температура пород на максимальной глубине незначительно снизилась при средних значениях за последние 30 лет средней годовой температуры воздуха, суммы отрицательных температур и высоты снега. Вероятно, влияние оказали низкие значения климатических параметров предыдущего года. Средняя годовая температура пород на подошве СТС изменяется от положительных значений на сильнозадернованной поверхности с высокими кустами (AG19/3) до -5,2 °С на незадернованной вершинной поверхности. В 2022 г. значения средней годовой температуры по сравнению с предыдущим годом практически не изменились. Для скважин, оборудованных в 2021 г. [Хомутов и др., 2021] получен первый ряд наблюдений за средней годовой температурой пород (рис. 4Б). В скважинах с торфом в верхней части разреза отмечаются более высокие температуры пород относительно участков, сложенных минеральными породами. В скважине ВД-2 значения температур пород схожи с температурами в скважине CALM.



Рис. 4. Средняя годовая температура пород на НИС «Васькины Дачи» с 1990 г. (А) и за «гидрологический» 2022 г. (Б), где ВД-2–задернованная вершинная поверхность с супесчано-глинистыми породами; ВД-торфяник–водораздельная поверхность в пределах полигонального торфяника мощностью торфа 1,3 м; LK-06–слабодренированная склоновая поверхность с мощностью торфа с прослоями песков 1,3 м

Имеющаяся на ключевом участке «Гыда» скважина глубиной 1,5 м (задернованная вершинная поверхность с супесчаными породами) показывает температуру пород сезонноталого слоя (Рис. 5). Температуры пород имеют схожие значения с температурами на НИС «Васькины Дачи» (в среднем -4,5 °С за 2017-2022 г.) на участках без высоких кустов и в большей степени наследуют изменения средней годовой температуры воздуха.

Для температуры пород на полигонах также наблюдается широтная зональность от типичной тундры с самыми низкими значениями (рис. 4, 5) до южной тундры с самыми высокими (Рис. 6).

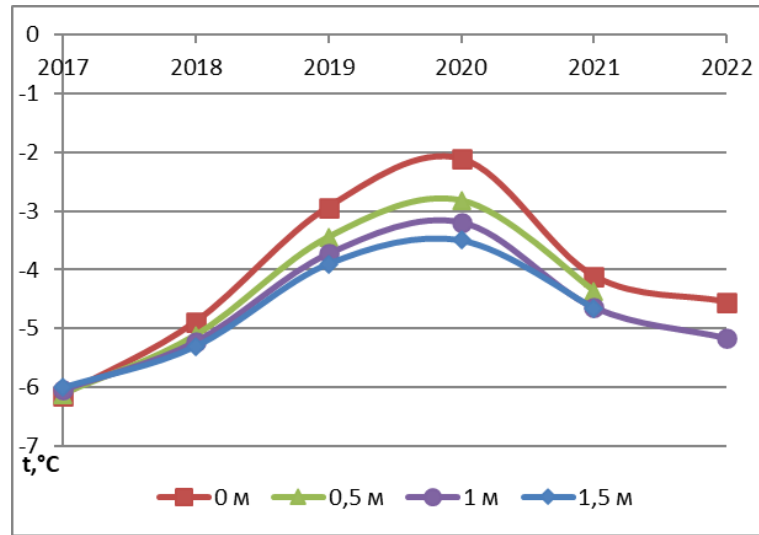


Рис. 5. Средняя годовая температура пород СТС на ключевом участке «Гыда»

Наиболее длительный ряд в подзоне южной тундры на полигоне «Тазовский» имеет скважина, расположенная на задернованной вершинной поверхности с супесчано-суглинистыми породами глубиной 8,7 м. Средняя годовая температура пород здесь значительно выше, чем в подзоне типичной тундры (в среднем  $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 2017-2022 г.). Средняя годовая температура пород мощных полигональных торфяников имеет более низкие значения по сравнению с поверхностями с минеральными породами. При этом наибольшие значения наблюдаются в торфянике С6-21, расположенном южнее на 15-30 км остальных исследуемых торфяников (скважина находится в подзоне лесотундры) и имеющим в строении наименьшую мощность торфа (менее 1 м). Наиболее высокие значения отмечаются и в торфянике С3-20, где происходит вытаивание ПЖЛ с образованием крупных понижений и разрушением полигонов (Рис. 6А).

Получены первые данные с оборудованных в 2022 г. скважин. Наиболее низкие значения также наблюдаются в торфянике, вскрытом скважиной С10-2022, с мощностью торфа около 2 м, а наиболее высокие – в минеральных породах (Рис. 6Б).

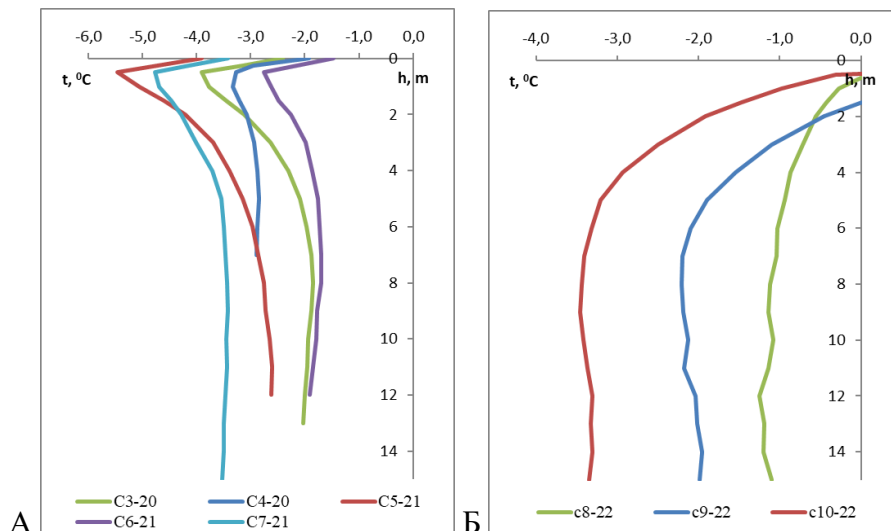


Рис. 6. Средняя годовая температура пород торфяников полигона «Тазовский» за полный «гидрологический» 2022 г. (А), температура пород в оборудованных в 2022 г. скважинах в среднем за август 2022 г. (Б)

**Выводы.** Таким образом, для исследуемых ключевых участков (полигонов) характерна широтная зональность как для мощности СТС, так и для температур верхней части ММП (увеличиваются значения глубины протаивания от подзоны типичной тундры

к подзоне северной тайги и повышается температура пород от типичной тундры к лесотундре). В пределах каждой подзоны наибольшие значения глубины протаивания наблюдаются на вершинных слабозадернованных поверхностях с песчаными породами, а наименьшие – в торфяниках, при этом динамика глубины протаивания в наибольшей степени зависит от суммы положительных температур. Средняя годовая температура пород в пределах каждой подзоны изменяется от наиболее низких температур в торфяниках (на НИС «Васькины Дачи» значения средней годовой температуры пород в торфянике несколько выше по причине влияния на него близлежащего оврага) и вершинных оголенных поверхностях с песчаными породами до более высоких в склоновых поверхностях, сложенных супесчано-суглинистыми породами, более задернованными, самые высокие значения наблюдаются в сниженных сильнозадернованных поверхностях с высоким кустарником, при этом динамика средней годовой температуры пород зависит от средней годовой температуры воздуха. 2022 год не отличается аномальными климатическими показателями, соответственно глубина протаивания и температура пород не имеют отклонений от своих средних показателей за весь период наблюдений.

**Благодарности.** *Исследования проводятся в рамках выполнения совместного с Научным центром изучения Арктики проекта «Прогноз деградации мерзлоты и технология автоматизированного контроля несущей способности мерзлых грунтов под объектами капитального строительства», при поддержке Правительства ЯНАО и Российского центра освоения Арктики (в рамках задач Западно-Сибирского НОЦ мирового уровня), а также при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-60222, РФФИ и ЯНАО в рамках научных проектов №№ 18-45-890013 и 19-45-890011. Методические подходы разрабатываются при выполнении работы по госзаданию № 121041600042-7.*

## ЛИТЕРАТУРА

*Анисимов О.А., Кокорев В.А.* Климат в Арктической зоне России: анализ современных изменений и модельные проекции на XXI век // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2016. № 1. С. 61-70.

*Аржанов М.М., Елисеев А.В., Мохов И.И.* Влияние климатических изменений над сушей вне тропических широт на динамику многолетнемерзлых грунтов при сценариях RCP в XXI в. по расчетам глобальной климатической модели ИФА РАН // Метеорология и гидрология. 2013. № 7. С. 31–42.

*Бабкин Е.М., Хомутов А.В., Дворников Ю.А., Хайруллин Р.Р., Бабкина Е.А.* Изменение рельефа торфяника с вытаявающим полигонально-жильным льдом в северной части Пур-Тазовского междуречья // Проблемы региональной экологии. 2018. №4. С. 115–119. doi: 10.24411/1728-323X-2018-14115

*Бабкина Е.А., Лейбман М.О., Дворников Ю.А., Факащук Н.Ю., Хайруллин З.З., Хомутов А.В.* Активизация криогенных процессов на территории Центрального Ямала как следствие региональных и локальных изменений климата и теплового состояния пород // Метеорология и гидрология. 2019. № 4. С. 99-109.

*Васильев А.А., Гравис А.Г., Губарьков А.А., Дроздов Д.С., Коростелев Ю.В., Малкова Г.В., Облогов Г.Е., Пономарева О.Е., Садуртдинов М.Р., Стрелецкая И.Д., Стрелецкий Д.А.* Деградация мерзлоты: результаты многолетнего геокриологического мониторинга в западном секторе российской Арктики // Криосфера Земли. 2020. Т. XXIV. №2. С. 15-30. doi: 10.21782/KZ1560-7496-2020-2(15-30)

*Второй* оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М.: ФГБУ НИЦ «Планета», 2014. 58 с.

*Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год.* М.: Росгидромет, 2015. 107 с.

Королева Е.С. Развитие многолетнемерзлых полигональных торфяников под воздействием изменений природных условий Пур-Тазовского междуречья Западной Сибири. Автореф... дис. кан. г-м наук. Иркутск, 2022. 22 с.

Королева Е.С., Хайруллин Р.Р., Бабкина Е.А., Слагода Е.А., Хомутов А.В., Мельников В.П., Бабкин Е.М., Тихонравова Я.В. Индикаторы локальных изменений сезонного протаивания с применением беспилотных летательных аппаратов для картографирования криолитозоны // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2020а. Т. 491. № 1. С. 87-91. doi: 10.31857/S2686739720030093

Королева Е.С., Слагода Е.А., Бабкина Е.А., Бабкин Е.М., Тихонравова Я.В., Факащук Н.Ю. Структурно-текстурные особенности генетических типов пластовых и жильных льдов и условия их образования в низовьях реки Гыда // Арктика и Антарктика. 2020б. № 4. С. 15-31. doi: 10.7256/2453-8922.2020.4.33717

Королева Е.С., Слагода Е.А., Мельников В.П., Бабкина Е.А., Хомутов А.В., Опокина О.Л., Данько М.М., Тихонравова Я.В. Идентификационные признаки переходного и промежуточного слоев в полигональных торфяниках севера Западной Сибири // Доклады РАН. Науки о Земле. 2021. Т. 498. № 2. С. 131-137. doi: 10.31857/S2686739721060098

Лейбман М.О., Хомутов А.В. Стационар «Васькины Дачи» на Центральном Ямале: 30 лет исследований // Криосфера Земли. 2019. Т. 23. № 1. С. 91-95. doi: 10.21782/KZ1560-7496-2019-1(91-95)

Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство)» (под редакцией А.И. Бедрицкого) М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, ГЕОС. 2018. 357 с.

Стрелецкий Д.А., Шикломанов Н.И., Гребенец В.И. Изменение несущей способности мерзлых грунтов в связи с потеплением климата на севере Западной Сибири // Криосфера Земли. 2012. Т. 16. № 1. С. 22-32.

Тихонравова Я.В. Особенности строения полигонально-жильных льдов севера Гыданского полуострова и Пур-Тазовского междуречья: Автореф... дис. кан. г-м наук.-Тюмень, 2019.

Тихонравова Я.В., Лупачев А.В., Слагода Е.А., Рогов В.В., Кузнецова А.О., Бутаков В.И., Симонова Г.В., Таратунина Н.А., Муллануров Д.Р. Особенности строения и формирования ледогрунтовых жил второй озёрно-аллювиальной террасы на севере Гыдана в позднем неоплейстоцене-голоцене // Лёд и Снег. 2019. Т. 59. № 4. С. 557-570. doi: 10.15356/2076-6734-2019-4-367

Хомутов А.В., Бабкин Е.М., Тихонравова Я.В., Хайруллин Р.Р., Дворников Ю.А., Бабкина Е.А., Каверин Д.А., Губарьков А.А., Слагода Е.А., Садуртдинов М.Р., Судакова М.С., Королёва Е.С., Кузнецова А.О., Факащук Н.Ю., Соценко Д.Д. Комплексные исследования криолитозоны северо-восточной части Пур-Тазовского междуречья // Научный вестник Ямало-Ненецкого АО. 2019. №1(102). С. 53-64. doi: 10.26110/ARCTIC.2019.102.1.008

Хомутов А.В., Бабкина Е.А., Бабкин Е.М., Данько М.М., Иванов В.И., Королева Е.С., Лейбман М.О., Нестерова Н.Б., Опокина О.Л., Слагода Е.А., Факащук Н.Ю., Хайруллин Р.Р. Комплексный мониторинг геокриологических условий и криогенных процессов на севере Западной Сибири // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2021. Вып. 8. С. 264-269. doi: 10.24412/2687-1092-2021-8-264-269

Abramov A., Davydov S., Ivashchenko A., Karelin D., Kholodov A., Kraev G., Ostroumov V., Rivkina E., Shmelev D., Sorokovikov V., Tregubov O., Veremeeva A., Zamolodchikov D., Zimov S. Two decades of active layer thickness monitoring in northeastern Asia // Polar Geography. 2021. Vol. 44. Is. 3. P. 186-202. doi: 10.1080/1088937X.2019.1648581

Biskaborn B.K., Matthes H., Boike J., Cable W.L., Diekmann B., Grosse G., Lantuit H., Smith S.L., Noetzli J., Phillips M., Vieira G., Streletskiy D.A., Schoeneich P., Romanovsky V.E., Kholodov A., Yoshikawa K., Lewkowicz A.G., Abramov A., Allard M., Christiansen H.H., et al.



Permafrost is warming at a global scale // *Nature Communications*. 2019. Vol. 10. 264. doi: 10.1038/s41467-018-08240-4

*Boike J., Nitzbon J., Anders K., Grigoriev M., Bolshiyarov D., Langer M., Lange S., Bornemann N., Morgenstern A., Schreiber P., Wille C., Chadburn S., Gouttevin I., Burke E., Kutzbach L.* A 16-year record (2002–2017) of permafrost, active-layer, and meteorological conditions at the Samoylov Island Arctic permafrost research site, Lena River delta, northern Siberia: an opportunity to validate remote sensing data and land surface, snow, and permafrost models // *Earth System Science Data*. 2019. Vol. 11. Is. 1. P. 261-299, doi: 10.5194/essd-11-261-2019

*Stephenson S.R., Smith L.C., Agnew J.A.* Divergent long-term trajectories of human access to the Arctic // *Nature Climate Change*. 2011. Vol. 1. P. 156-160. doi: 10.1038/nclimate1120

## **MONITORING OF ACTIVE LAYER DEPTH AND PERMAFROST TEMPERATURE IN THE NORTH OF YAMAL-NENETS AD**

<sup>1</sup> *Babkina E.A.*, <sup>1,2</sup> *Khomutov A.V.*, <sup>1</sup> *Babkin E.M.*, <sup>1,2</sup> *Leibman M.O.*

<sup>1</sup> Earth Cryosphere Institute Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen, Russia

<sup>2</sup> University of Tyumen, Tyumen, Russia

Monitoring of active layer depth and ground temperature on three key sites of the north of Yamal-Nenets AD: «Vaskiny Dachi» on the Yamal Peninsula, «Tazovsky» on the north of Pur-Taz interfluvium and «Gyda» on the north of Gydan Peninsula was ongoing in 2022. Moreover, new polygons «Antipayuta» in the area of the village of the same name in the south of the Gydan Peninsula and «Krasnoselkup» in the area of the village of the same name in the middle reaches of the Taz River were established.

Keywords: *active layer depth, permafrost, monitoring, active layer, ground temperature*