

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В КРИОЛИТОЗОНЕ

УДК: 572.021(571.56)
DOI: 10.15372/KZ20240201
EDN: SUCABI

**СЕЛЬСКИЕ СООБЩЕСТВА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)
В УСЛОВИЯХ ДЕГРАДАЦИИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД
(НА ПРИМЕРЕ СЕЛА УЛАХАН-АН)**

А.А. Сулейманов^{1,*}, Д.А. Апросимов¹, Н.И. Башарин^{1,2}, В.М. Лыткин^{1,2}

¹Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН,
677027, Якутск, ул. Петровского, 1, Россия

²Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, 677010, Якутск, ул. Мерзлотная, 36, Россия

*Автор для контакта; e-mail: alexas1306@gmail.com

Рассматриваются вопросы деградации многолетнемерзлых пород и ее влияния на сложившуюся систему жизнеобеспечения расположенного в Центральной Якутии села Улахан-Ан, которое административно относится к Хангаласскому улусу Республики Саха (Якутия). В связи с этим исследование направлено на определение масштабов и форм проявления термокарста, а также его последствий для местного населения. Для достижения цели исследования и получения необходимых материалов осуществлялись полевые наблюдения за термокарстом, выполнялись работы по созданию ортофотоплана ключевого участка исследований, проводился опрос местных жителей, включавший анкетирование и интервьюирование. В результате установлены масштабы развития термокарста, который к настоящему времени находится на своей начальной стадии. Определены основные последствия деградации многолетнемерзлых пород для местного населения и ключевых субъектов сельскохозяйственной деятельности. Отмечены особенности восприятия и адаптации жителей Улахан-Ана к возникшим природным вызовам.

Ключевые слова: Якутия, сельская местность, изменения климата, деградация вечной мерзлоты, термокарст, система жизнеобеспечения.

Ссылка для цитирования: Сулейманов А.А., Апросимов Д.А., Башарин Н.И., Лыткин В.М. Сельские сообщества Республики Саха (Якутия) в условиях деградации многолетнемерзлых пород (на примере села Улахан-Ан) // Криосфера Земли, 2024, т. XXVIII, № 2, с. 3–13. DOI: 10.15372/KZ20240201. EDN: SUCABI.

**RURAL COMMUNITIES OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)
UNDER CONDITIONS OF PERMAFROST DEGRADATION
(ON THE EXAMPLE OF THE ULAKHAN-AN VILLAGE)**

A.A. Suleymanov^{1,*}, D.A. Aprosimov¹, N.I. Basharin^{1,2}, V.M. Lytkin^{1,2}

¹ Institute for Humanities Research and Indigenous Studies of the North,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Petrovsky St. 1, Yakutsk, 677027 Russia

² Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Science,
Merzlotnaya St. 36, Yakutsk, 677010 Russia

*Corresponding author; e-mail: alexas1306@gmail.com

The issues of permafrost degradation and its impact on the life-support system are discussed in the example of the Ulakhan-An village (Khangalassky ulus, central Yakutia). The extent and forms of manifestation of thermokarst – the main negative cryogenic process in the area – and its consequences for the local population have been studied. To achieve the goal of the research, field observations of thermokarst have been conducted, an orthophotomap of the key area has been developed, and a survey of residents via questionnaires and narrative interviews has been performed. As a result, the extent and intensity of thermokarst development have been clarified. At present, thermokarst is mainly at its initial stage. The main consequences of permafrost degradation for the local population and key actors of agricultural activity have been determined. The Ulakhan-An residents' perception of and adaptation to the natural challenges that have arisen are noted.

Keywords: Yakutia, rural livelihoods, climate change, permafrost degradation, thermokarst.

ВВЕДЕНИЕ

Происходящие в последние десятилетия климатические изменения несут целый ряд очевидных и в то же время еще не до конца осознанных в плане своих возможных последствий вызовов для человечества. Значительную угрозу эти трансформации представляют для северных сообществ, так как, с одной стороны, среди их представителей сохраняется сильно зависимое от состояния окружающей среды традиционное природопользование, с другой – температурные изменения в Арктике и Субарктике происходят быстрее, чем в среднем по нашей планете.

Проведенный Ю.Б. Скачковым [2016] анализ данных по 52 метеостанциям Якутии свидетельствует о ритмичном и повсеместном повышении среднегодовой температуры воздуха в течение последних десятилетий. В среднем по территории региона данный показатель за период 1966–2015 гг. увеличился на 2 °С.

Отмеченные климатические трансформации, наряду с последствиями антропогенного воздействия, привели к форсированию деградации многолетнемерзлых пород (ММП). В наибольшей степени ей подвержены территории с сильнольдистыми породами (объемная льдистость от 0.4), на которые в Якутии приходится около 40 % от общей площади региона [Shestakova et al., 2021], и в первую очередь те местности, где происходила вырубка леса и(или) был сведен теплоизолирующий напочвенный покров [Варламов и др., 2021].

Одним из населенных пунктов Якутии, жители которого вплотную столкнулись с проблемами, вызванными деградацией ММП и развитием термокарста, является с. Улахан-Ан, административно относящееся к Мальжагарскому второму наслегу Хангаласского улуса.

Выбор этого населенного пункта для проведения исследований обусловлен совокупностью факторов. Во-первых, авторов интересовало село, в котором сильны аграрные традиции. Отмеченное обстоятельство формирует узел связанных с деградацией ММП и представляющих существенный интерес для исследования моментов, которые касаются как истории сельскохозяйственной деятельности, включая ввод в оборот под пашни значительных площадей, так и необходимости поддержания в функционирующем состоянии действующих угодий. Во-вторых, в выбранном сельском населенном пункте должна была увеличиваться численность населения, требующая соответствующего пространственного развития территории. Наконец, в силу особенностей аккумулированных ранее авторским коллективом данных нас интересовало село, в котором термокарстовые процессы в свою активную фазу вступили относительно недавно. Указанная характеристика, как

ожидалось, должна была определить некоторую специфику в восприятии местным населением проблем, связанных с деградацией ММП, а также в реагировании на них. Всем перечисленным критериями, как будет показано далее, соответствует выбранное село.

Цель состоит в выявлении масштабов и форм проявления протекающих на территории Мальжагарского второго наслега термокарстовых процессов, в определении их последствий для сложившейся системы жизнеобеспечения местного населения, особенностей восприятия его представителями происходящих изменений состояния окружающей среды, реагирования и адаптации к возникшим в связи с этим вызовам.

Осмысление круга обозначенных вопросов актуализировано сложившейся историографической ситуацией. Несмотря на то что актуальность проблематики изменения климата и последствий разбалансировки температурного режима воздуха для населения Арктики и Субарктики привела в последние десятилетия к достаточно активной проработке исследователями ее различных сторон, применительно к Якутии имеющийся массив научной литературы представлен в основном работами, ориентированными на сепаратное изучение возникающих вызовов.

Отмеченная проблема в целом характерна как для исследований, посвященных анализу влияния на жизнедеятельность локальных сообществ, связываемых их авторами с климатическими трансформациями участвовавших и(или) принявших иные масштабы наводнений [Боякова и др., 2011; Винокурова, 2011; Готовцев и др., 2018], а также катастрофических пожаров последних лет [Кардашевская, Софронеева, 2022; Solovyeva et al., 2020; Vinokurova et al., 2022], так и для работ, касающихся различных аспектов деградации ММП. Среди последних прежде всего необходимо отметить исследования геокриологического плана, авторы которых в том числе представили оценку тепловой реакции мерзлотных ландшафтов на изменение климата, определили факторы, влияющие на развитие термокарстовых процессов, установили их интенсивность [Варламов и др., 2021; Федоров и др., 2022; Fedorov, Konstantinov, 2008; Saito et al., 2018; Lytkin, Syromyatnikov, 2021].

Имеются и работы исключительно гуманитарной направленности. Так, Н. Долоизио и Ж.-П. Вандерлинден изучили представления о деградации “вечной мерзлоты”, существующие у населения г. Якутска [Doloisio, Vanderlinden, 2020]. В ряде исследований были рассмотрены социальные последствия изменения климата, включая связанные с деградацией ММП, для коренных народов Якутии [Боякова, 2016; Ананичева и др., 2021; Григорьев, 2022].

Исследования же, подготовленные в тесном сотрудничестве представителей естественных и гуманитарных наук, к настоящему времени, к сожалению, немногочисленны. Необходимо отметить работы российских и японских ученых, проведенные в нескольких населенных пунктах Горного и Чурапчинского административных районов Якутии в течение 2016–2019 гг. [Takakura et al., 2021]. Кроме того, при непосредственном участии авторов данного исследования была подготовлена и опубликована статья, посвященная анализу деградации ММП и ее последствий для населения сел Юнкюр Олекминского и Амга Амгинского районов Якутии [Lytkin et al., 2021].

Авторы настоящей статьи придерживаются позиции, что проблематику деградации ММП и ее социально-экономических последствий необходимо исследовать именно посредством взаимодействия представителей различных научных дисциплин. Кроме того, принималось во внимание то обстоятельство, что ранее по Улахан-Ану работ, касающихся вопросов развития термокарстовых процессов и их последствий, не публиковалось, а как показывает полученный нами опыт, в каждом исследованном населенном пункте существуют свои особенности, учет которых необходим для принятия взвешенных и эффективных управленческих решений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работы в Улахан-Ане проводились в летне-осенний период 2021 и 2022 гг. В ходе них были выполнены полевые исследования и аэровизуальные наблюдения, с помощью беспилотного летательного аппарата DJI Mavic 2 Pro получены аэрофотоснимки территории. Полеты дрона проходили в автономном режиме и выполнялись на высоте 500 м над поверхностью земли, что позволило достичь перекрытия снимков на 70 %. В общей сложности сделано около 200 снимков, которые были обработаны с помощью программного обеспечения Agisoft. В результате получены ортофотоплан и цифровая модель рельефа с разрешением 11.5 см/пиксел, которые охватывают площадь 5.1 км². Дальнейшая обработка ортофотоплана осуществлялась с помощью программного обеспечения ArcMap 10.1. Процесс картографирования происходил в ручном режиме, а статистические показатели рассчитывались в автоматическом режиме с использованием внутренних модулей программного обеспечения (подробнее методику см. [Lytkin, Syromyatnikov, 2021]).

Одновременно в ходе полевых работ в Улахан-Ане проводился социологический опрос, охвативший 66 респондентов. Инструментарий социологического исследования включал анкеты социологического опроса и вопросники для про-

ведения экспертного опроса. Разработанная анкета состояла из 22 вопросов, распределенных по нескольким условным блокам. В частности, вопросы социально-демографического (“паспортного”) плана были ориентированы на получение информации о длительности проживания респондента в Улахан-Ане и оценку в этой связи его способности являться источником получения объективной информации не только о текущих изменениях состояния окружающей среды, но и об ее динамике в прошлые десятилетия. Основные же блоки анкеты были направлены на выяснение тех последствий изменения климата и деградации ММП, которые, на взгляд респондента, происходят в окрестностях и в пределах села, а также на его личном участке; существующих адаптационных практик, включая миграционные установки, как один из возможных механизмов решения возникших проблем и др. В проведении экспертного опроса принимали участие главы или ведущие специалисты администрации наслега, представители ключевых хозяйствующих субъектов. Основными задачами экспертного интервьюирования и анкетирования являлось получение информации по вопросам оценки на локальном уровне динамики состояния окружающей среды, проявившихся и перспективных последствий изменения климата и деградации ММП, а также мониторинг сложившихся практик реагирования и адаптации. Кроме того, осуществлялись исследования историко-антропологического плана, посвященные изучению истории хозяйственного освоения села и сопряженных с ним территорий. Эта часть работ включала проведение на основе единого вопросника глубинного и нарративного интервью, главным образом среди старожилов, т. е. лиц, проживших в Улахан-Ане не менее 50 лет, и охватила 7 человек.

Объект исследования: природно-географические условия, особенности хозяйственного освоения, население

Территория Улахан-Ана (рис. 1), согласно мерзлотно-ландшафтному районированию, находится в пределах Лено-Амгинской аласной группы среднетаежных провинций сплошного распространения ММП со склоновым делювиально-солифлюкционным типом местности, мощность ММП достигает 200–300 м. Температура на подошве слоя годовых теплооборотов варьирует в пределах от –1.0 до –2.0 °С, а мощность деятельного слоя в зависимости от местоположения изменяется от 1.5 до 2.0 м [Fedorov et al., 2018]. В геоморфологическом отношении Улахан-Ан расположен на южной границе Приленского плато на разновозрастных и разновысотных цокольных террасовых ступенях левого берега р. Лена, вблизи места впадения в нее р. Улахан-Ан-Юрях, на расстоянии

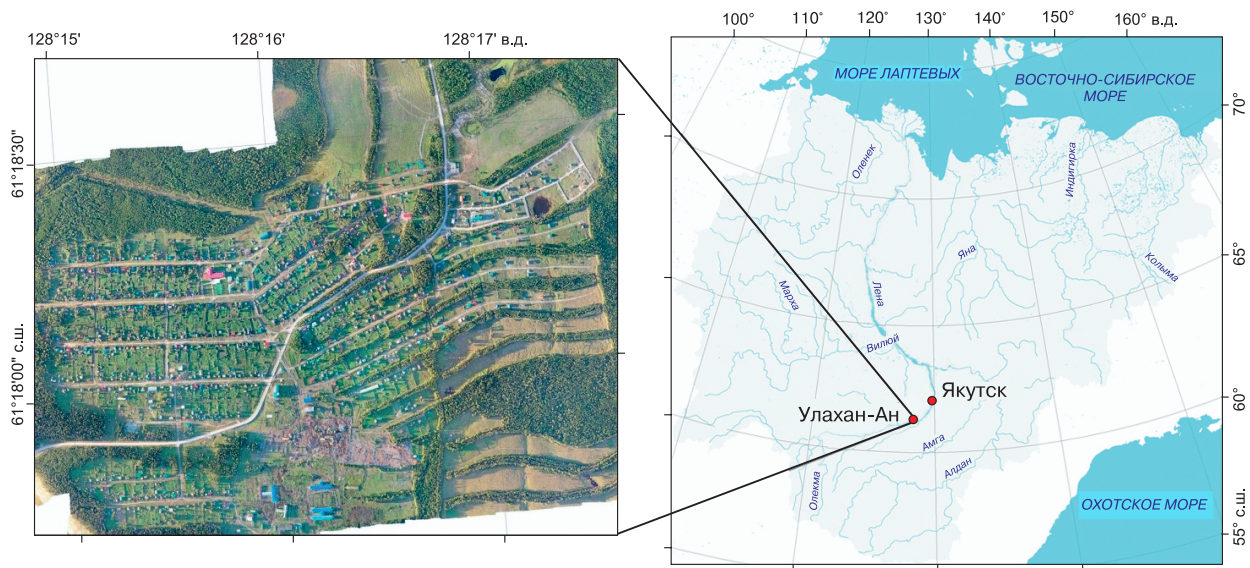


Рис. 1. Ключевой участок исследований, с. Улаخان-Ан.

примерно 41 км к юго-западу от г. Покровска. Абсолютные высоты изученного населенного пункта колеблются от 166 до 205 м над уровнем моря. Данная цокольная терраса сложена суглинисто-супесчаными отложениями различной мощности.

Улаخان-Ан возник в конце первой половины XX в. в рамках реализации политики укрупнения сельских поселений. До этого времени современная территория Улаخان-Ана подвергалась минимальному антропогенному воздействию. Иная ситуация сложилась после организации села в связи с деятельностью первоначально колхозов “Чапаев” и “Правда”, а затем Улахан-Анского отделения совхоза “Булгунняхтахский”. Период 1950–1980-х гг. в истории села характеризовался постоянным введением в сельскохозяйственный оборот новых территорий. Под вырубку лесов и распашку в течение этого времени попало более 344 га земель. Авторы обращают особое внимание на данный вопрос в связи с тем, что предыдущими исследованиями установлены различия в температурном режиме грунтов на антропогенно нарушенных

участках и участках с естественными ландшафтами, не затронутыми или минимально подверженными воздействию деятельности человека [Lytkin, Syromyatnikov, 2021]. Нарушение теплобалансового режима земной поверхности вследствие удаления при распашке древесного и кустарникового ярусов растительного покрова ведет к более сильному прогреванию грунтов под воздействием прямых солнечных лучей и соответствующему повышению температуры ММП, которые в результате теряют свою устойчивость [Варламов и др., 2021].

В связи с этим важно отметить, что Улахан-Ан является одним из достаточно редких сельских населенных пунктов Якутии, численность жителей которого продолжает ритмично возрастать (рис. 2) [Филиппова, 2019]. По данным на 2022 г. в селе проживает 1132 чел. Традиционно в этнической структуре населения села подавляющее большинство (более 9/10) приходится на якутов (саха).

Непрекращающийся рост численности населения Улахан-Ана, естественно, требует пространственного развития села, застройки новых участков. Как отмечалось, в советский период его истории шло активное развитие сельского хозяйства, носившее экстенсивный характер и требовавшее введения в оборот дополнительных площадей. В результате Улахан-Ан фактически оказался окружен пашнями. После краха социалистической экономики и начала рыночных реформ в нашей стране значительная часть этих угодий была заброшена. Часть освободившихся земель передала под строительство еще в последние годы существования Советского Союза, однако большая часть долгое время оставалась бесхозной и приме-

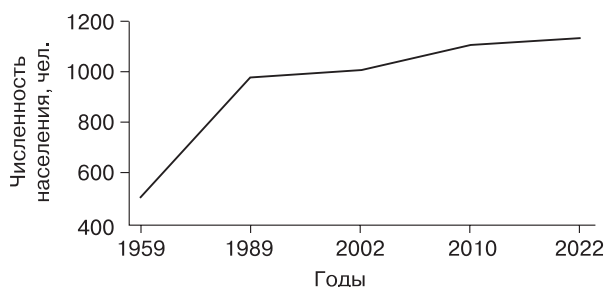


Рис. 2. Динамика численности населения с. Улаخان-Ан.

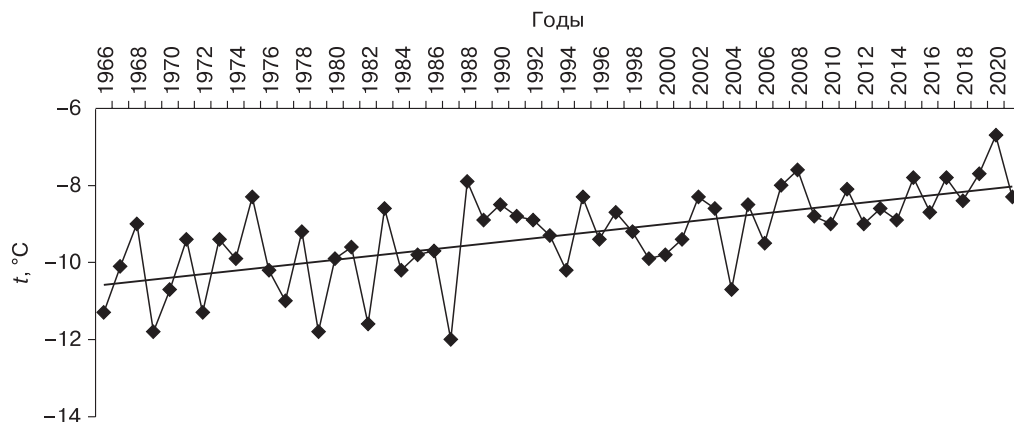


Рис. 3. Динамика среднегодовой температуры воздуха t в 1966–2021 гг. по данным Покровской метеостанции.

нялась в качестве пастбищ для крупного рогатого скота. В конечном счете уже в нынешнем столетии эти территории также были отданы под нужды жилищного строительства. Так, в Улахан-Ане сравнительно недавно появился микрорайон Чэ-чир и носящие неофициальные названия микрорайоны Первая, Вторая, Третья, Четвертая пашни.

Краткий анализ температурного режима воздуха в течение последних десятилетий показывает, что в исследуемом ареале значения соответствуют отмеченным ранее климатическим трендам. По данным метеостанции в г. Покровске,

ближайшей к Улахан-Ану, с 1966 г. среднегодовая температура увеличилась примерно на $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 3).

Масштабы и основные последствия деградации многолетнемерзлых пород

Основываясь на результатах визуальных геоморфологических и аэровизуальных наблюдений, дешифрировании созданного ортофотоплана, авторами составлена картосхема развития термокарстовых процессов в с. Улахан-Ан в масштабе 1:13 000 (рис. 4). Как установлено, общая площадь

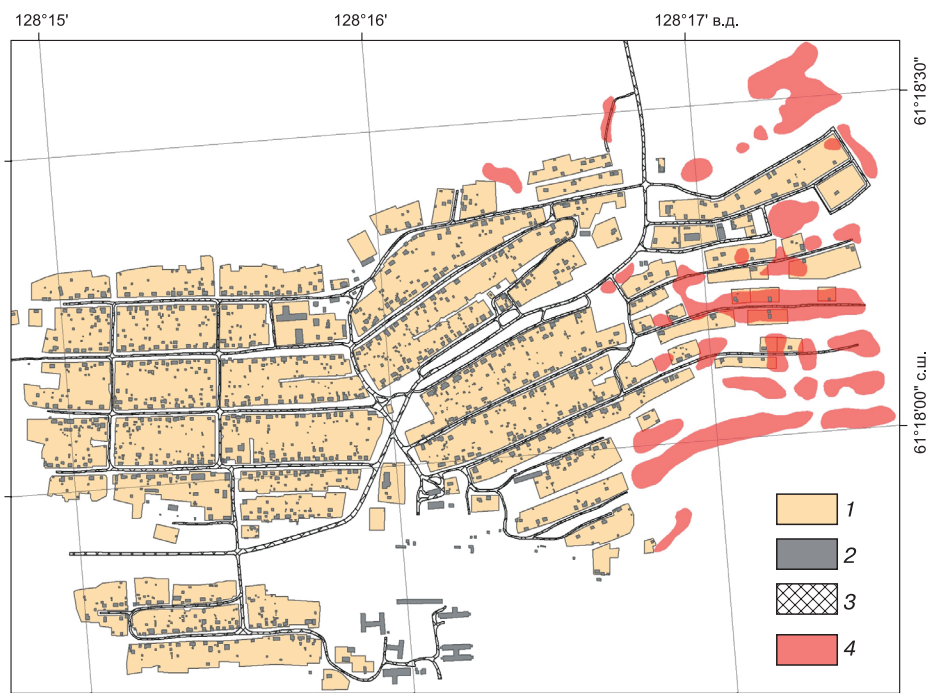


Рис. 4. Картосхема развития термокарстовых процессов на территории села Улахан-Ан.

1 – контуры жилых кварталов; 2 – здания и сооружения; 3 – автомобильные дороги; 4 – термокарст.

земель, охваченных термокарстом, равняется 0.21 км², что составляет 7.61 % от территории населенного пункта. Данные участки находятся на территории микрорайонов Чэир, Первая, Вторая, Третья и Четвертая пашни. Наибольшая площадь подверженных термокарсту земель приходится на *былары* – слабо пониженные участки, деформированные просадочными воронками и ложбинками, на которых формируется бугристая поверхность [Соловьев, 1959]. Они образуются вследствие вытаивания верхней части повторно-жильных льдов и формируют специфический полигональный микрорельеф. Глубина просадочных ложбин в межполигональных пространствах колеблется от первых десяти сантиметров до 1.87 м (рис. 5). Кроме того, были выявлены несколько озер, которые являются следующей стадией развития термокарста – *дюедя*. Дюедя представляют собой заполненную водой котловину с достаточно резко выраженными бортами, бугристой поверхностью дна и бортов [Соловьев, 1959].

Необходимо отметить, что в свою активную “видимую глазу” фазу, по свидетельству респондентов, на территории Улахан-Ана термокарстовые процессы вступили сравнительно недавно – менее 10 лет назад. Тем не менее уже сейчас они имеют ряд негативных последствий для жителей села. Прежде всего речь идет об отрицательном воздействии на социальное самочувствие местных жителей. В ходе осуществленных изысканий было выявлено очевидное более острое восприятие респондентами из Улахан-Ана проблемы деградации “вечной мерзлоты” по сравнению, например, с селами Юнкюр Олекминского и Амга Амгинского районов Якутии, где авторы также проводили исследования.

В этом отношении показательны результаты проведенного авторами по единой анкете социологического опроса в указанных селах. Так, в Амге,



Рис. 5. Развитие термокарстовых процессов и формирование былар на территории микрорайона Четвертая пашня, с. Улахан-Ан.

Август 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.

где, по нашим данным, термокарстовыми процессами охвачено более 18 % от всех дворовых территорий, а в зоне их развития находится 540 жилых и хозяйственных строений, на вопрос о наличии опыта борьбы на своем личном участке с различными проблемами, которые были вызваны, по мнению опрошенных, деградацией ММП, положительно ответили 19 % респондентов. В Юнкюре, где деградации “вечной мерзлоты” подвержено порядка 20 % дворовой территории, на участках с активными термокарстовыми процессами расположено 249 построек [Lytkin et al., 2021], таковых было 36 % из принявших участие в опросе. При этом в Улахан-Ане, где показатели распространенности термокарста, как отмечалось, пока существенно ниже, “да” на этот вопрос ответили 45.1 % респондентов. Подобная не очень адекватная оценка ситуации местным населением является одним из маркеров остроты восприятия проблемы.

Причины подобных различий в восприятии проблемы, по-видимому, кроются в том числе во времени осознаваемого проявления негативных криогенных процессов на территории исследуемых населенных пунктов. Если жители Амги относительно массово столкнулись с ними еще на закате советского периода, то в Юнкюре – в 1990-е гг., и времени на адаптацию, принятие жизни в условиях деградации ММП как неизбежной данности здесь, соответственно, было меньше. Начавшаяся же недавно на территории Улахан-Ана активизация термокарста для жителей этого села является фактически незнакомым процессом с непредсказуемыми последствиями.

В связи с этим репрезентативен рассказ жительницы Улахан-Ана, нашего информанта № 2:

«В 2006 г. я получила земельный участок под строительство дома для единственного сына на



Рис. 6. Замороженное строительство на участках с активизировавшимися термокарстовыми процессами, микрорайон Третья пашня, с. Улахан-Ан.

Август 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.

территории старой пашни. Когда нам выделяли данный участок, он был почти идеально ровный, как и все бывшие пахотные земли. В 2010 г. после того, как администрация села провела коммуникации, мы приступили к строительству долгожданного дома. Однако, приехав на участок летом 2019 г., я с ужасом обнаружила, что в непосредственной близости от дома начался процесс таяния “вечной мерзлоты”. Насколько же сильно провалилась земля! Уже начала бояться, как бы дом сам не накренился и не рухнул, как-никак в строительство я вложила достаточно большие финансовые средства. С тех пор хожу в терзаниях, не знаю, как далеко пойдут процессы, можно ли будет там вообще жить или нет... Продолжать строительство мы боимся» (рис. 6).

При этом, например, в Амге, а также в соседнем с. Чапчылган в течение 2019–2023 гг. мы наблюдали активные строительные работы на участках со значительно более зрелыми западинами.

Развитие термокарстовых процессов приводит к деформации жилых и хозяйственных построек. Как установлено, на территориях распространения термокарстовых процессов или в непосредственной близости от них (менее 5 м) в Улахан-Ане расположено 12 строений. Один из информантов сообщил нам в этой связи следующее:

«В 2014 г. мы построили дом на Первой пашне. На тот момент это был единственный дом на данном участке, соседей не было. Построили дом по традиционной технологии – сруб на деревянном фундаменте с простым полом. Через два года дом заметно осел и под ним образовалось углубление. Тепло дома спровоцировало таяние “вечной мерзлоты”. Чтобы хоть как-то решить эту проблему, пришлось потратить немало сил и средств. Насыпали землю под домом. Из-за того что изначальный проект конструкции дома никак не позволял нам достроить двойной пол, пришлось в нижней части половых лаг (балок) прибить доски, имитирующие его. К сожалению, под собственной тяжестью эти доски иногда отваливаются, поэтому сыновья или даже я сама забираемся под пол и прибиваем доски обратно. Проблема».

Подобные примеры в Улахан-Ане, к сожалению, не единичны. В частности, аналогичная ситуация наблюдается в новом микрорайоне Чэчир, участки в котором выдавались преимущественно молодым семьям с детьми. Такие семьи зачастую еще не имеют надежной экономической основы для существования и достаточно уязвимы в социальном плане. При этом решение вопросов, связанных с ремонтом дома, попытками нивелировать последствия деградации ММП или предупредить их (о способах адаптации см. ниже), ес-

тественно, требуют определенных финансовых вложений. Возросшая нагрузка, соответственно, сказывается на экономическом благополучии местных жителей.

Активизация термокарстовых процессов является лимитирующим фактором в развитии ключевых субъектов сельскохозяйственного освоения территории Мальжагарского второго наслега. В селе производственной деятельностью занимаются два достаточно крупных по меркам Якутии аграрных предприятия: крестьянско-фермерское хозяйство М.В. Павлова и ООО “Конезавод “Берте”. В последнем по состоянию на январь 2023 г., согласно данным, предоставленным администрацией Мальжагарского второго наслега, работало 105 чел., т. е. практически каждый десятый житель села. Всего же в 10 организованных хозяйствах наслега содержится 934 голов крупного рогатого скота и 1582 лошади.

В процессе натурных наблюдений за состоянием участков хозяйственной деятельности конезавода “Берте” его директор отметил следующее:

«Года 3–4 назад на наших полях начали появляться понижения, в которые сейчас даже проваливается техника во время весенних работ. Для нас такие процессы приносят экономический ущерб, мы стараемся держать поля в почти идеально ровном состоянии, чтобы комбайн мог собрать весь урожай. В случае появления неровных участков комбайн проходит наискось и за ним остаются неубранными примерно 30–40 % прокоса».

В ходе проведенного нами осмотра полей конезавода было выявлено развитие начальной стадии термокарста, выраженное формированием быларов.

Термокарст получил развитие и на более отдаленных участках, где жители Улахан-Ана ведут традиционную хозяйственную деятельность. В этом отношении интересен рассказ местного жителя, занимающегося любительской охотой:

«В местности Амчах (в 30 км к югу от Улахан-Ана), где находится мой участок (охотничье угодье), мы построили большой дом 14 × 7 м, добротный такой, на хорошем участке. И что вы думаете? Земля под ним провалилась на метр! Весной в этом провале еще вода собирается. Дом от реки поодаль стоит, метров на 50 примерно, там ровная полянка была, вот на ней мы и построили. Это началось три года назад».

В связи с удаленностью этих угодий от Улахан-Ана мы не смогли подкрепить озвученное респондентом мнение собственными наблюдениями. Вместе с тем проанализированные нами спутниковые снимки местности Амчах подтверждают распространение на участке информанта термокарстовых процессов (рис. 7).

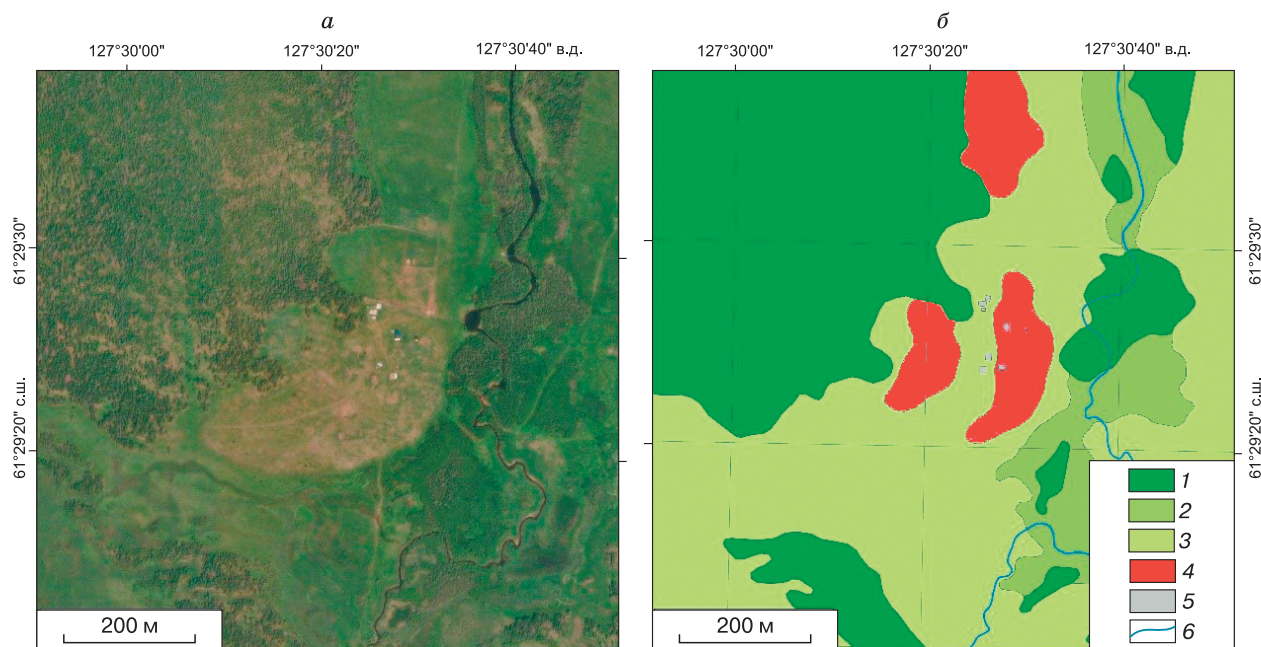


Рис. 7. Космоснимок местности Амчах (а) и результаты его дешифрирования (б).

1 – лиственный древостой; 2 – кустарник; 3 – остепененные луга и кустарники; 4 – термокарст; 5 – здания и сооружения; 6 – р. Кетеме.

Способы и особенности адаптации населения

Выявленные в ходе исследований механизмы адаптации населения Улахан-Ана к активизации термокарстовых процессов в основном совпадают с отмеченными нами в других селах Якутии и относятся прежде всего к изменениям в технологии строительства жилых домов.



Рис. 8. Подготовка к строительству на участке с развитием термокарста, микрорайон Чэчир, с. Улахан-Ан.

Август 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.

На современном этапе местными жителями активно внедряются не применявшиеся ранее или редко использовавшиеся способы подготовки участка для строительства и заложения фундамента. Это, прежде всего, капитальная отсыпка горными породами в целях создания теплоизоляционной “подушки”. Использованию подобной отсыпки несколько способствует тот факт, что в непосредственной близости от Улахан-Ана имеется карьер. В связи с этим подобная отсыпка в рассматриваемом селе практикуется чаще и в больших объемах, чем в других исследованных нами населенных пунктах. Однако даже с учетом отмеченного благоприятного фактора стоимость затрат на подобные работы достаточно высока (рис. 8).

Сами дома стали возводиться на фундаменте из различных материалов: на металлических рамах, деревянных лежах и сваях, использованных автомобильных покрышках, наполненных бетоном (рис. 9). В последних трех случаях жители села добиваются создания эффекта вентилируемого подполья. В частности, нами был отмечен случай строительства жилого дома на пятиметровых лиственничных сваях (рис. 10).

В последние годы новую жизнь получили вековые традиции использования технологии утепленного цокольного перекрытия (“черного” пола). Как и раньше, ее основной целью является дополнительная теплоизоляция. Однако если в прошлом “черный” пол предназначался для того, что-



Рис. 9. Отсыпка коренными породами и металлическая рама в качестве основания будущего жилого дома в микрорайоне Чэчир, с. Улахан-Ан.

Август 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 10. Строительство дома на пятиметровых лиственничных сваях, микрорайон Первая пашня, с. Улахан-Ан.

Август 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.

бы препятствовать проникновению в дом исходящего от близости “вечной мерзлоты” холода, то сейчас – для защиты последней от отепляющего воздействия жилых помещений. В этой связи необходимо отметить, что большинство частных домовладений в Улахан-Ане в последние годы перешло на газовое отопление, благодаря которому поддерживать достаточно высокие температуры стало значительно проще, чем при использовании печного.

Использование технологии “черного” пола, помимо дополнительных финансовых, трудовых и временных затрат, имеет еще один лимитирующий эффект. Если раньше жители Улахан-Ана старались оснащать свои дома вырытыми под домами подпольями для длительного хранения овощей и другой продукции, то в случае сооружения двойного пола подобные традиционные практики местного населения становятся невозможными и могут привести к сокращению развития приусадебных хозяйств (сейчас на общей площади земель в 0.9 га открытого грунта жители села выращивают преимущественно картофель и капусту, на 0.1 га закрытого грунта – морковь, свеклу, огурцы и помидоры).

Безусловно, важнейшим ресурсом адаптации жителей Улахан-Ана к последствиям деградации ММП является традиционный сельский коллективизм, позволяющий совместно реализовать на практике указанные достаточно трудозатратные технологии строительства, использовать, к примеру, для хранения выращенной продукции подполья родственников и близких знакомых, в целом с большим оптимизмом смотреть в будущее, понимая, что в случае дальнейших негативных из-

менений ты не останешься один на один с проблемой, и т. п.

Еще одним потенциально важным инструментом адаптации может стать формирующийся у населения, руководителей хозяйствующих субъектов и администрации наслега интерес на получение от научного сообщества рекомендаций по нивелированию возникших из-за деградации ММП проблем. В этой связи отметим большую вовлеченность в наши исследования и помощь в их организации со стороны руководства конезавода “Берте”.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, развитие термокарстовых процессов на территории с. Улахан-Ан происходит неравномерно. Наиболее активно они протекают в восточной части населенного пункта, где освоение территорий развивается на бывших угодьях сельскохозяйственного назначения. Они представлены быларами – формами рельефа, характерными для начальной стадии аласообразования. Для таких территорий и форм рельефа, если не применять комплекс мер по защите от термокарста, характерно последующее их развитие и образование дюеда. Кроме земель населенного пункта, термокарстом охвачены находящиеся на определенном удалении территории, предназначенные для традиционного природопользования.

Термокарстовые процессы отрицательно сказываются на социальном состоянии местного населения, его уверенности в завтрашнем дне. Деградация ММП имеет следствием деформацию жилых и хозяйственных построек, участков общественного пользования, ведет к ограничению воз-

возможности развития традиционной хозяйственной деятельности. Возникшие вызовы ложатся финансовым бременем на жителей села, местных аграриев и администрацию наслега.

В ходе исследований были установлены определенные особенности восприятия населением с. Улахан-Ан происходящих процессов деградации ММП, носящие относительно других исследованных сел более болезненный характер. Одним из следствий подобного восприятия является специфика реагирования местных жителей на последствия термокарста, включающая, например, замораживание на неопределенный срок строительных работ и фактическое забрасывание выделенных участков.

Вместе с тем в процессе реагирования на происходящие изменения состояния окружающей среды население Улахан-Ана вырабатывает механизмы адаптации, опирающиеся в том числе на традиционный сельский коллективизм и предполагающие в первую очередь изменение технологии строительства, а также актуализацию запроса на получение от научного сообщества практических рекомендаций.

Необходимо отметить, что наши исследования в настоящее время фактически находятся на начальном этапе и сделанные в их ходе выводы не претендуют на полноту охвата всей проблематики, связанной с деградацией ММП и ее последствиями. Например, планируемое выяснение скорости развития термокарстовых процессов может обуславливать некоторые особенности их восприятия населением Улахан-Ана, динамика которого будет прослеживаться благодаря вовлечению в исследования большего числа респондентов. В этой связи отметим не только необходимость углубления и развития наших исследований, но и целесообразность распространения подобных междисциплинарных работ на максимально большее число населенных пунктов Якутии, жители которых сталкиваются с последствиями деградации “вечной мерзлоты”.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (грант № 19-78-10088, <https://rscf.ru/project/19-78-10088/>).

Литература

Ананичева М.Д., Литвиненко Т.В., Филиппова В.В. Изменение климата в Республике Саха (Якутия) и его влияние на население: инструментальные измерения и наблюдения местных жителей // Геогр. среда и живые системы, 2021, № 3, с. 6–21.

Боякова С.И. Транспорт Якутии в условиях глобальных климатических изменений: риски, вызовы, возможности адаптации // Академические исследования в Якутии: “территория историка”. Якутск, Алаас, 2016, с. 201–212.

Боякова С.И., Винокурова Л.И., Игнатьева В.Б., Филиппова В.В. Социальные последствия и адаптация населения

РС(Я) к чрезвычайным ситуациям природного характера (по материалам социологических исследований 2009–2010 гг.) // Северо-Вост. гуманитар. вестн., 2011, № 2, с. 37–40.

Варламов С.П. Мониторинг теплового режима грунтов Центральной Якутии / С.П. Варламов, Ю.Б. Скачков, П.Н. Скрябин. Якутск, ИМЗ СО РАН, 2021, 156 с.

Винокурова Л.И. Сельская Якутия: восприятие коренным населением изменений в окружающей среде // Арктика и Север, 2011, № 4, с. 154–161.

Готовцев С.П. Криоэкосистемы бассейна реки Алазеи / С.П. Готовцев, Л.И. Копырина, А.П. Ефимова и др. Новосибирск, Акад. изд-во “Гео”, 2018, 210 с.

Григорьев С.А. Температурные изменения, деградация многолетней мерзлоты и новые вызовы в системе жизнеобеспечения Амгинского улуса РС (Я): результаты полевых наблюдений // Северо-Вост. гуманитар. вестн., 2022, № 1, с. 51–62.

Кардашевская Е.Г., Софронеева С.А. Экономическая оценка ущерба лесных пожаров Республики Саха (Якутия) за 2017–2021 года // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии, 2022, № 12, с. 416–418.

Скачков Ю.Б. Динамика изменения среднегодовой температуры воздуха в Республике Саха (Якутия) за последние 50 лет // Climate and Permafrost Ecosystems: Proc. of IX Int. Sympos. “C/H2O/energy balance and climate over the boreal and Arctic regions with special emphasis on Eastern Eurasia”. Yakutsk, Nagoya Univ., 2016, p. 208–211.

Соловьев П.А. Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. М., Изд-во Академии наук СССР, 1959, 143 с.

Федоров А.Н., Константинов П.Я., Башарин Н.И. и др. Активизация термокарста как индикатор глобальных изменений климата на примере Якутии // Мониторинг в криолитозоне: Сб. докл. Шестой конф. геокриологов России с участием российских и зарубежных ученых, инженеров и специалистов (Москва, 14–17 июня 2022 г.). М., КДУ, Добросвет, 2022, с. 558–562.

Филиппова В.В. Пространственный анализ образования населенных пунктов на территории Хангаласского района в XX веке // Северо-Вост. гуманитар. вестн., 2019, № 1, с. 59–65.

Doloisio N., Vanderlinden J.-P. The perception of permafrost thaw in the Sakha Republic (Russia): Narratives, culture and risk in the face of climate change // Polar Science, 2020, No. 26, p. 100589.

Fedorov A.N., Konstantinov P.Y. Recent changes in ground temperature and the effect on permafrost landscapes in Central Yakutia // Proc. of the Ninth Int. Conf. on Permafrost. Fairbanks, AK, USA, 2008, p. 433–438.

Fedorov A.N., Vasilyev N.F., Torgovkin Y.I. et al. Permafrost–landscape map of the Republic of Sakha (Yakutia) on a scale 1:1,500,000 // Geosciences, 2018, No. 8, p. 465.

Lytkin V., Suleymanov A., Vinokurova L. et al. Influence of permafrost landscapes degradation on livelihoods of Sakha Republic (Yakutia) rural communities // Land, 2021, vol. 10, No. 2, p. 1–22.

Lytkin L.V., Syromyatnikov I.I. Application of an unmanned aerial vehicle for large-scale mapping of thermokarst landforms // IOP Conf. Ser.: Earth Environ., 2021, No. 666, p. 062030.

Saito H., Iijima Y., Basharin N.I. et al. Thermokarst development detected from high-definition topographic data in Central Yakutia // Remote Sens., 2018, No. 10, p. 1579.

Shestakova A.A., Fedorov A.N., Torgovkin Y.I. et al. Mapping the main characteristics of permafrost on the basis of a permafrost-landscape map of Yakutia using GIS // *Land*, 2021, No. 10, p. 462.

Solovyeva V., Vinokurova L.I., Filippova V.V. Fire and water: Indigenous ecological knowledge and climate challenges in the Republic of Sakha (Yakutia) // *Anthropol. Archeol. Eurasia*, 2020, vol. 59, No. 3–4, p. 242–266.

Takakura H., Fujioka Y., Ignatyeva V. et al. Differences in local perceptions about climate and environmental changes among residents in a small community in Eastern Siberia // *Polar Science*, 2021, No. 27, p. 100556–100630.

Vinokurova L., Filippova V., Solovyeva V. When ice turns to water: Forest fires and indigenous settlements in the Republic of Sakha (Yakutia) // *Sustainability*, 2022, vol. 14, No. 8, p. 4759.

References

Ananicheva M.D., Litvinenko T.V., Filippova V.V. Climate change in the Republic of Sakha (Yakutia) and its impact on the population: instrumental measurements and observations of local residents. *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2021, No. 3, p. 6–21 (in Russian).

Boyakova S.I. Transport of Yakutia in the context of global climate change: risks, challenges, adaptation opportunities. In: *Akademicheskie issledovaniya v Yakutii: "territoriya istorika"* [Academic research in Yakutia: "the territory of the historian"]. Yakutsk, Alaas, 2016, p. 201–212 (in Russian).

Boyakova S.I., Vinokurova L.I., Ignatieva V.B., Filippova V.V. Social consequences and adaptation of the population of the Republic of Sakha (Yakutia) to natural emergencies (based on materials from sociological studies of 2009–2010). *Severo-Vostochnyi gumanitarnyi vestnik* [North-Eastern Humanitarian Bulletin], 2011, No. 2, p. 37–40 (in Russian).

Varlamov S.P., Skachkov Yu.B., Skryabin P.N. Monitoring teplovogo rezhima gruntov Central'noi Yakutii [Monitoring the thermal regime of soils in Central Yakutia]. Yakutsk, IMZ SB RAS, 2021, 156 p. (in Russian).

Vinokurova L.I. Rural Yakutia: perception of changes in the environment by the indigenous population. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2011, No. 4, p. 154–161 (in Russian).

Gotovtsev S.P., Kopyrina L.I., Efimova A.P. et al. Krioekosistemy basseina reki Alazei [Cryoecosystems of the Alazeya River basin]. Novosibirsk, Acad. Publ. House "Geo", 2018, 210 p. (in Russian).

Grigoriev S.A. Temperature changes, permafrost degradation and new challenges in the life support system of the Amginsky ulus of the Republic of Sakha (Yakutia): results of field observations. *Severo-Vostochnyi gumanitarnyi vestnik* [North-Eastern Humanitarian Bulletin], 2022, No. 1, p. 51–62 (in Russian).

Kardashevskaya E.G., Sofroneeva S.A. Economic assessment of damage from forest fires in the Republic of Sakha (Yakutia) for 2017–2021. In: *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tehnologii* [Competitiveness in the global world: economics, science, technology], 2022, No. 12, p. 416–418 (in Russian).

Skachkov Yu.B. Dynamics of changes in average annual air temperature in the Republic of Sakha (Yakutia) over the past 50 years. In: *Climate and Permafrost Ecosystems: Proc. of the IX Int. Sympos. "C/H2O/energy balance and climate over the boreal and Arctic regions with special emphasis on Eastern Eurasia"*. Yakutsk, Nagoya Univ., 2016, p. 208–211 (in Russian).

Soloviev P.A. Kriolitizona severnoi chasti Leno-Amginskogo mezhdurech'ia [Permafrost zone of the northern part of the Lena-Amga interfluvium]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1959, 143 p. (in Russian).

Fedorov A.N., Konstantinov P.Ya., Basharin N.I. et al. Activation of thermokarst as an indicator of global climate change using the example of Yakutia. In: *Monitoring in the cryolithozone. Collection of reports of the Sixth Conf. of Geocryologists of Russia with the participation of Russian and foreign scientists, engineers and specialists* (Moscow, June 14–17, 2022). Moscow, KDU, Dobrosvet, 2022, p. 558–562 (in Russian).

Filippova V.V. Spatial analysis of the formation of settlements on the territory of the Khangalassky region in the twentieth century. *Severo-Vostochnyi gumanitarnyi vestnik* [North-Eastern Humanitarian Bulletin], 2019, No. 1, p. 59–65 (in Russian).

Doloisio N., Vanderlinden J.-P. The perception of permafrost thaw in the Sakha Republic (Russia): Narratives, culture and risk in the face of climate change. *Polar Science*, 2020, No. 26, p. 100589.

Fedorov A.N., Konstantinov P.Y. Recent changes in ground temperature and the effect on permafrost landscapes in Central Yakutia. In: *Proc. of the Ninth Int. Conf. on Permafrost*. Fairbanks, AK, USA, 2008, p. 433–438.

Fedorov A.N., Vasilyev N.F., Torgovkin Y.I. et al. Permafrost-landscape map of the Republic of Sakha (Yakutia) on a scale 1:1,500,000. *Geosciences*, 2018, No. 8, p. 465.

Lytkin V., Suleymanov A., Vinokurova L. et al. Influence of permafrost landscapes degradation on livelihoods of Sakha Republic (Yakutia) rural communities. *Land*, 2021, vol. 10, No. 2, p. 1–22.

Lytkin L.V., Syromyatnikov I.I. Application of an unmanned aerial vehicle for large-scale mapping of thermokarst landforms. In: *IOP Conf. Ser.: Earth Environ.*, 2021, No. 666, p. 062030.

Saito H., Iijima Y., Basharin N.I. et al. Thermokarst development detected from high-definition topographic data in Central Yakutia. *Remote Sens.*, 2018, No. 10, p. 1579.

Shestakova A.A., Fedorov A.N., Torgovkin Y.I. et al. Mapping the main characteristics of permafrost on the basis of a permafrost-landscape map of Yakutia Using GIS. *Land*, 2021, No. 10, p. 462.

Solovyeva V., Vinokurova L.I., Filippova V.V. Fire and water: Indigenous ecological knowledge and climate challenges in the Republic of Sakha (Yakutia). *Anthropol. Archeol. Eurasia*, 2020, vol. 59, No. 3–4, p. 242–266.

Takakura H., Fujioka Y., Ignatyeva V. et al. Differences in local perceptions about climate and environmental changes among residents in a small community in Eastern Siberia. *Polar Science*, 2021, No. 27, p. 100556–100630.

Vinokurova L., Filippova V., Solovyeva V. When ice turns to water: Forest fires and indigenous settlements in the Republic of Sakha (Yakutia). *Sustainability*, 2022, vol. 14, No. 8, p. 4759.

*Поступила в редакцию 18 мая 2023 г.,
после доработки – 11 декабря 2023 г.,
принята к публикации 15 января 2024 г.*