

Арктика и Север. 2023. № 52. С. 199–231.

Научная статья

УДК: 572.021(571.56)

doi: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.199

Сельские сообщества Якутии в условиях деградации многолетнемёрзлых пород: ключевые риски, социальные последствия, механизмы адаптации

Сулейманов Александр Альбертович¹✉, кандидат исторических наук

Лыткин Василий Михайлович², кандидат географических наук

Винокурова Лилия Иннокентьевна³, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник

Григорьев Степан Алексеевич⁴, кандидат исторических наук

Фёдоров Святослав Игоревич⁵, младший научный сотрудник

Голомарева Виктория Юрьевна⁶, младший научный сотрудник

Башарин Николай Ильич⁷, младший научный сотрудник

Апросимов Дмитрий Андреевич⁸, младший научный сотрудник

^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8} Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера Сибирского отделения РАН, ул. Петровского, 1, Якутск, Россия

^{2, 7} Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения РАН, ул. Мерзлотная, 36, Якутск, Россия

¹ alexas1306@gmail.com ✉, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8746-258X>

² gidro1967@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3780-6505>

³ lilivin@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5779-6893>

⁴ DeTample@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9365-0122>

⁵ fedorov.si@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6933-5445>

⁶ borodina-vichka@inbox.ru

⁷ nikolay_b89@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8501-9186>

⁸ dmitrii.aprosimov@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4418-297X>

Аннотация. Глобальные трансформации климатического режима представляют особую опасность для тех территорий Российской Федерации, в пределах которых распространены многолетнемёрзлые породы («вечная мерзлота»). Целью представленной статьи является выявление на примере ряда сельских населённых пунктов Республики Саха (Якутия) социальных последствий деградации многолетнемёрзлых пород и определение формирующихся механизмов адаптации к возникшим вызовам, связанным с изменением привычного состояния окружающей среды. В связи с этим впервые в фокусе внимания соответствующих междисциплинарных исследований, проводившихся в течение 2019–2022 гг., оказались сёла Амга, Юнкюр, Аргахта, Липпе-Атах и Улахан-Ан. Работы в населённых пунктах, расположенных в различных частях крупнейшего субъекта России, позволили установить локальные особенности как самих последствий деградации «вечной мерзлоты», так и специфику их восприятия местным населением, связанную в том числе с различным временем осознаваемого проявления и скоростью протекания термокарстовых процессов. Отмечено, что в исследованных сельских поселениях деградация многолетнемёрзлых пород лимитирует возможности развития традиционной хозяйственной деятельности также и среди индигенного населения Арктики, ограничива-

* © Сулейманов А.А., Лыткин В.М., Винокурова Л.И., Григорьев С.А., Фёдоров С.И., Голомарева В.Ю., Башарин Н.И., Апросимов Д.А., 2023

Для цитирования: Сулейманов А.А., Лыткин В.М., Винокурова Л.И., Григорьев С.А., Фёдоров С.И., Голомарева В.Ю., Башарин Н.И., Апросимов Д.А. Сельские сообщества Якутии в условиях деградации многолетнемёрзлых пород: ключевые риски, социальные последствия, механизмы адаптации // Арктика и Север. 2023. № 52. С. 199–231. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.199

For citation: Suleymanov A.A., Lytkin V.M., Vinokurova L.I., Grigoryev S.A., Fedorov S.I., Golomareva V.Yu., Basharin N.I., Aprosimov D.A. Rural Communities of Yakutia in Conditions of Permafrost Degradation: Key Risks, Social Consequences, and Adaptation Mechanisms. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2023, no. 52, pp. 199–231. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.199

ет потенциал пространственного развития населённых пунктов, приводит к проблемам с сохранностью жилого фонда, затрудняет транспортное сообщение и др. Происходящие изменения влекут за собой увеличение финансовой нагрузки на население, хозяйствующие субъекты и местные администрации, негативно сказываются на социальном самочувствии жителей исследованных сёл. Формирующиеся в связи с этим механизмы адаптации и устойчивости сельских сообществ во многом основаны на традициях сельской взаимопомощи.

Ключевые слова: Арктика, Якутия, сельские сообщества, система жизнеобеспечения, «вечная мерзлота», термокарст

Благодарности и финансирование

Исследование выполнено за счёт средств гранта Российского научного фонда № 19-78-10088, <https://rscf.ru/project/19-78-10088/>.

Rural Communities of Yakutia in Conditions of Permafrost Degradation: Key Risks, Social Consequences, and Adaptation Mechanisms

Aleksandr A. Suleymanov¹, Cand. Sci. (Hist.)

Vasiliy M. Lytkin², Cand. Sci. (Geogr.)

Liliya I. Vinokurova³, Cand. Sci. (Hist.), Senior Researcher

Stepan A. Grigoryev⁴, Cand. Sci. (Hist.)

Svyatoslav I. Fedorov⁵, Research Assistant

Viktoriya Yu. Golomareva⁶, Research Assistant

Nikolay I. Basharin⁷, Research Assistant

Dmitriy A. Aprosimov⁸, Research Assistant

^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8} The Institute for Humanitarian Research and North Indigenous Peoples Problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, ul. Petrovskogo, 1, Yakutsk, Russia

^{2, 7} Melnikov Permafrost Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, ul. Merzlotnaya, 36, Yakutsk, Russia

¹ alexas1306@gmail.com ✉, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8746-258X>

² gidro1967@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3780-6505>

³ lilivin@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5779-6893>

⁴ DeTample@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9365-0122>

⁵ fedorov.si@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6933-5445>

⁶ borodina-vichka@inbox.ru

⁷ nikolay_b89@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8501-9186>

⁸ dmitrii.aprosimov@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4418-297X>

Abstract. During the period of global climate change, the territories of the Russian Federation, within which permafrost is widespread, are at particular risk. The aim of this article is to identify the social consequences of permafrost degradation on the example of a number of rural settlements in the Republic of Sakha (Yakutia) and to determine the emerging mechanisms of adaptation to the challenges associated with changes in the habitual state of the environment. In this regard, for the first time, the villages of Amga, Yunkur, Argakhtakh, Lippe-Atakh and Ulakhan-An, located in Yakutia, were the focus of relevant interdisciplinary research conducted during 2019–2022. The work in these settlements made it possible to establish local features of both the consequences of the degradation of permafrost and the specifics of their perception by the local population. It is noted that in the rural settlements studied, permafrost degradation limits the development of traditional economic activities, including among the Arctic and Subarctic indigenous population, limits the possibilities for the spatial development of settlements, leads to problems with the safety of the housing stock, and hinders transport communication. The observed changes entail an increase in the financial burden on the population, economic entities and local administrations, and negatively affect the social well-being of the inhabitants of the studied villages. At the same time, the conducted research al-

lowed to reveal that the mechanisms of adaptation and sustainability of rural communities that are being formed in this regard are largely based on traditions of rural mutual assistance.

Keywords: *Arctic, Yakutia, rural community, life support system, permafrost, thermokarst*

Введение

Республика Саха (Якутия) (далее — РС(Я) / Якутия) занимает площадь, равную 3 103,2 тыс. км², и по этому показателю является не только крупнейшим субъектом Российской Федерации, но и самой большой административно-территориальной единицей в мире. Обширная территория региона практически полностью находится в зоне сплошного распространения многолетнемёрзлых пород (ММП) — «вечной мерзлоты». Именно здесь этот природный феномен достигает своей максимальной мощности, составляющей порядка 1,5 км [1, Сулейманов А.А., с. 117].

Сильнольдистые грунты (объёмная льдистость от 0,4 до 0,8) занимают 39,8% от общей площади Якутии [2]. В условиях современного изменения климата с быстрым повышением среднегодовой температуры воздуха в Арктике и Субарктике именно они находятся в зоне повышенного риска. Проведённый кандидатом географических наук Ю.Б. Скачковым анализ метеорологических данных по 52 метеостанциям Якутии показал, что в регионе за последнее полвека наблюдается повсеместное повышение среднегодовой температуры воздуха. В среднем по территории Якутии этот показатель увеличился на 2,0°C. При этом рост вызван в основном потеплением зимних сезонов — именно на них приходятся наибольшие отклонения от температурных норм [3].

Возникший таким образом «дефицит холода» (его сравнительная нехватка по отношению к предыдущим периодам) [4, Сулейманов А.А., с. 29–30] наряду с последствиями антропогенного воздействия привели к форсированию процессов деградации ММП. Наиболее уязвимые ММП расположены под открытыми ландшафтами (в основном луга) ледового комплекса или едомы, которые характеризуются тонким защитным слоем (0,2 м), т.е. зоной между подошвой слоя сезонного протаивания и кровлей ледового комплекса [5, Ефимов Г.Ф.], тогда как на участках, покрытых бореальным лесом, его толщина достигает 0,7–1,0 м [6, Fedorov A.N.]. Особенностью этого слоя также является очень высокая льдистость вмещающих грунтов (до 60–70%). Данный горизонт препятствует протаиванию ММП [7, Shur Y.]. В результате современного потепления климата происходит процесс разрушения защитного слоя, что приводит к быстрому развитию термокарстовых процессов — проседанию почв из-за вытаивания подземного льда [8, Grosse G.]. Термокарст относится к криогенным процессам, в результате которых образуются характерные формы рельефа [9, Качурин С.П.; 10, Fedorov A.N.] (Рис. 1–2).



Рис. 1. Термокарстовые формы рельефа — былары и дюёдя — на территории с. Юнкюр, сентябрь 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 2. Термокарстовая форма рельефа — былары — на территории с. Амга, сентябрь 2021 г. Фото А.А. Сулейманова.

Как ожидается, деградация ММП, в том числе развитие термокарста, к середине XXI в. затронет 33,6% инфраструктуры в Якутии, что повлечёт за собой большие социальные и экономические издержки для региона [11, Streletskiy D.A.]. Под угрозой находятся сложившиеся системы жизнеобеспечения как городских, так и сельских сообществ региона. Однако прежде всего именно последние максимально зависимы от состояния окружающей среды и испытывают в настоящее время основное давление. Таким образом, изучение различных сторон динамики криолитозоны и её влияния на население Якутии имеет значительную актуальность и практическую значимость.

Исследования в этом направлении могут способствовать разработке своевременных мер предупреждения возникновения и смягчения воздействия опасных криогенных процессов на население и хозяйствующие субъекты, учёту накопленного представителями пострадавших от термокарста локальных сообществ опыта по реагированию и адаптации к негативным изменениям состояния окружающей среды, выработке на основе комплекса полученных материалов эффективных рекомендаций для органов власти различного уровня.

Актуальность и значимость отмеченной проблематики, естественно, вызывают повышенный интерес к научной разработке широкого спектра обусловленных ей вопросов как со стороны отечественных, так и зарубежных исследователей. Применительно к Якутии в течение последних лет в свет вышел целый ряд научных работ, связанных с деградацией многолетнемерзлых грунтов [12, Лупачев А.В.; 13, Санникова Е.Е.; 14, Мельников В.П.; 15, Zhirkov A.; 16, Lytkin L.V. и др.]. В частности, по итогам недавних исследований, проведённых в центральных районах республики, отмечена высокая интенсивность развития термокарста, при этом темпы просадок поверхности могут достигать 10–15 см в год [10, Fedorov A.N.; 17, Saito H.].

Вместе с тем работы, освещающие последствия деградации ММП для жизнедеятельности населения Якутии, относительно немногочисленны. Например, Н.И. Шикломанов и Д.А. Стрелецкий проанализировали потенциальные изменения устойчивости российской городской инфраструктуры, построенной на «вечной мерзлоте», при прогнозируемых климатических изменениях, а также негативные эффекты, проявляющиеся при изменении климата в Арктике для городских поселений ареала, включая г. Якутск [18]. Н. Долоизио и Ж.-П. Вандерлинден изучили представления о деградации ММП, существующие у населения

административного центра региона [19]. Кроме того, существует ряд исследований (кроме нескольких статей авторов данной работы), в которых были рассмотрены экономические и социокультурные последствия глобальных климатических трансформаций, включая деградацию ММП, для коренных народов Якутии [20, Свинобоев А.Н.; 21, Fujiwara J.; 22, Ананичева М.Д. и др.].

В плане сотрудничества представителей естественных и гуманитарных наук следует отметить работы российских и японских исследователей в рамках проекта «Конструирование учебных материалов экологического образования, связанных с местной историей Сибири, синтезирование культурных воспоминаний с научными знаниями» в 2016–2020 гг. Исследования, проводившиеся в Чурапчинском и Горном улусах Якутии, затрагивали проблемы воздействия изменения климата, включая деградацию ММП, на локальные сельские сообщества и адаптацию их представителей к меняющимся условиям. При этом фокус изысканий был в основном направлен на выявление особенностей восприятия местными жителями климатических изменений, а также динамики изменения и противоречий в общественном мнении при оценке наблюдаемых природных трансформаций. Участники проекта установили в том числе 3 меры, которые население Чурапчинского и Горного улусов предпринимает для нивелирования последствий деградации ММП: выравнивание поверхности земли в местах развития термокарста, сооружение насыпей под домами, а также «выбор возделываемых культур и сортов, соответствующих происходящим климатическим изменениям» [23, Takakura H.; 24, Takakura H.].

Авторы представленной работы согласны с тем, что проблематику «таяния» ММП следует исследовать именно посредством органичного взаимодействия представителей различных научных дисциплин. При этом представляется необходимым отметить, что, как показал наш опыт, существуют достаточно серьёзные локальные особенности в последствиях деградации «вечной мерзлоты», её восприятии и способах адаптации, связанные как с географическими условиями конкретной местности, так и со спецификой сформировавшихся на местах систем жизнеобеспечения. Соответственно, чем больше населённых пунктов Якутии будет охвачено подобными изысканиями, тем более объективной и многогранной получится картина анализируемой проблематики.

Целью данного исследования является определение на примере 5 населённых пунктов Якутии влияния деградации ММП и термокарстовых процессов на жизнедеятельность сельских сообществ региона, выявление последствий возникающих вызовов, а также выработанных механизмов адаптации к ним.

Материалы и методы

Основной фокус в своей работе авторы сделали на исследованиях в сёлах Амга Амгинского и Юнкюр Олекминского улусов (районов). Выбор указанных населённых пунктов обусловлен совокупностью ряда факторов. Оба села объединяет история: именно на их тер-

ритории русские поселенцы предприняли первые попытки внедрения регионального земледелия. В советский период отечественной истории Амгинский и Олекминский районы Якутии даже называли «второй Украиной». Как будет показано далее, развитие термокарстовых процессов достаточно тесно связано с возделыванием почвы в целях выращивания сельскохозяйственных культур. Во многом по этой причине для Амги и Юнкюра характерно активное протекание процессов деградации ММП. При этом данные процессы и их влияние на местные сообщества к началу наших исследований оставались вне фокуса внимания учёных. Между Амгой и Юнкюром также существуют и определённые различия, представляющие интерес в компаративном отношении. Прежде всего, расположение в разных географических районах Якутии: Амга находится в Центральной Якутии, Юнкюр — в Юго-Западной.

В тех же целях — для сравнения и более полного освещения разнообразных сторон и особенностей протекания термокарстовых процессов в различных географических условиях — при написании статьи использовались материалы, выявленные в ходе исследований в сёлах Аргахтах Среднеколымского, Липпе-Атах Верхневилуйского и Улахан-Ан Хангаласского улусов (районов). Первое из названных сёл расположено в арктической зоне Якутии и последствия деградации ММП здесь имеют свою достаточно серьёзную специфику; то же самое можно сказать и о Липпе-Атахе, находящемся в менее подверженной термокарсту западной части региона. Несмотря на то, что основная часть полученных осенью 2022 г. полевых материалов ещё не обработана, авторы решили включить в статью и пример с. Улахан-Ан (центральная Якутия). Жители села лишь в последние годы вплотную столкнулись с проявлениями деградации ММП, что привело к определённым нюансам в восприятии происходящих процессов и особенностям реагирования на них.



Рис. 3. Пункты проведения исследований в 2019–2022 гг.

Полевые исследования в Амге (с непосредственно примыкающим с. Чапчылган) и Юнкюре проводились в осенний период 2019, 2020 и 2021 гг. в рамках поддержанного Россий-

ским научным фондом проекта № 19-78-10088 «Антропология холода: естественные низкие температуры в системе жизнеобеспечения сельских сообществ Якутии (традиционные практики, вызовы современности и стратегии адаптации)». Важность проведения изысканий приблизительно в одни и те же временные рамки обусловлена необходимостью максимальной репрезентативности и корректного соотнесения полученных данных, т.к. именно в сентябре — начале октября сезонное оттаивание ММП достигает своего апогея, наиболее наглядными становятся последствия их деградации для жилых и хозяйственных сооружений, объектов инфраструктуры и сельхозугодий.

В первый год осуществлённые работы включали в себя ландшафтно-мерзлотную съёмку местности, выбор ключевых участков исследований и оборудование площадок для температурного мониторинга многолетнемерзлых грунтов. Выбранные ключевые участки расположены в окрестностях Амги и Юнкюра и представляют собой открытые поверхности, на которых активно развиваются термокарстовые процессы. Для оценки изменения деятельного слоя и температурного режима, которые оказывают непосредственное влияние на активизацию термокарста, в окрестностях каждого населённого пункта было пройдено по две скважины. Расположение одной из скважин было приурочено к нарушенной человеком поверхности, которая образована быларами [25, Соловьёв П.А.] (начальная стадия термокарста в виде бугристой поверхности) (рис. 4–5). Выбор места для второй скважины был сопряжён с пределами естественного ландшафта, покрытого лиственничным лесом, не подвергавшегося значительному антропогенному воздействию и не затронутому термокарстом.



Рис. 4. Место расположения скважины № 1 в окрестностях с. Юнкюр, сентябрь 2021 г.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 5. Место расположения скважины № 4 в окрестностях с. Амга, сентябрь 2021 г.
Фото В.М. Лыткина.

В окрестностях с. Юнкюр были пройдены скважины глубиной 4,5 и 8 метров. Скважина № 1 пройдена в пределах заброшенной пашни, где в настоящее время интенсивно протекает термокарст. В данной скважине на глубине 2 м был вскрыт повторно-жильный лёд, который прослеживается до её забоя (4,5 м). Скважина № 2 пройдена на поверхности смешанного елово-берёзового леса, который не затронут антропогенным воздействием (естествен-

ный ландшафт). На этой горной выработке повторно-жильный лёд вскрыт в интервале 4,9–7,2 м.

В результате выполненных работ на территории с. Амга были пройдены скважины глубиной 7,5 (Скважина № 3) и 10 (Скважина № 4) метров. Скважина № 3 была пройдена в смешанном берёзово-лиственничном лесу. Скважина № 4 пройдена на поверхности заброшенной пашни на вершине былара.

Пробурённые скважины были оборудованы датчиками логгерного типа производства ООО «Русгеотех» с погрешностью $\pm 0,01^\circ\text{C}$ для фиксации температур грунтов на глубинах 0, 1, 3, 5, 7 и 10 м. Кроме этого, создавались ортофотопланы ключевых участков исследований. Ортофотопланы получены с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА) DJI Mavic 2 Pro и привязаны GNSS на основе создания опорной реперной сети. Реперы при этом привязывались высокоточным геодезическим оборудованием Trimble 5700.

Геокриологическая часть исследований в Амге и Юнкюре в течение второго и третьего года работ включала повторные ландшафтно-мерзлотные съёмки местности, документирование и GPS-картирование дешифровочных признаков рельефа для дальнейшего картографирования этих территорий. Наряду с названными изысканиями проводилась повторная аэрофотосъёмка мониторинговых площадок с применением БПЛА. Кроме того, были извлечены данные с логгерных устройств, которые обеспечивали непрерывное наблюдение за температурным режимом грунтов.

На основе анализа и сравнения разновременных аэрофотоснимков и цифровой модели рельефа ключевых участков исследований, сделанных в 2019, 2020 и 2021 гг., также были осуществлены работы по расчёту динамики термокарстовых процессов. Полученные с помощью БПЛА снимки были обработаны с помощью специализированной программной среды ArcMap 10.1.

Одновременно в ходе полевых изысканий в сёлах Юнкюр и Амга проводился социологический опрос, охвативший 37 человек в 2019 г., 211 человек в 2020 г. и 80 человек в 2021 г. Инструментарий социологического исследования включал анкеты социологического опроса и вопросники для проведения экспертного опроса. Разработанная нами анкета состояла из 22 вопросов. На большую часть из них респонденты должны были дать один из двух и более вариантов ответов. Обработка полученных в ходе анкетирования материалов и формирование итоговых массивов данных производились в формате специализированной статистической программы SPSS Statistics v. 25. В проведении экспертного опроса принимали участие главы или ведущие специалисты администрации села, а также представители крупных (по местным меркам) хозяйствующих субъектов. Основными задачами экспертного интервьюирования и анкетирования являлось получение информационного среза по вопросам оценки местными сообществами текущего состояния природной среды, существующих или ожидаемых угроз вследствие возникшего «дефицита холода» и активного протекания тер-

мокарстовых процессов, а также отслеживание текущих и потенциальных практик реагирования и адаптации.

Параллельно с социологическими исследованиями в Амге и Юнкюре проводились историко-антропологические изыскания, посвящённые изучению исторической эволюции значения «вечной мерзлоты» в системе жизнеобеспечения локальных сельских сообществ. Данная часть работ включала проведение на основе единого вопросника глубинного и нарративного интервью, главным образом среди старожил, т.е. лиц, проживших в исследованном населённом пункте не менее 60 лет, и охватила за три года изысканий 29 человек. Для глубинного и нарративного интервью при определении респондентов, обладающих определёнными знаниями о рассматриваемой в рамках проекта проблематике, использовался метод «снежного кома», т. к. в локальных сельских сообществах сильны соседские связи и опрашиваемые достаточно точно могли указать лиц, интересных для исследования.

Названные методы сочетались с визуальным выявлением и фиксацией вещественных источников, свидетельствующих о последствиях деградации ММП, с использованием фото- и видеоаппаратуры. В частности, фиксировались пострадавшие сельские постройки (жилые и хозяйственные), объекты инфраструктуры и ландшафты. Для лучшей наглядности и понимания происходящих процессов в статье представлены фотографии, сделанные в сентябре 2022 г.

Как отмечалось, в целях создания более полной и разносторонней картины, характеризующей последствия деградации ММП, проводились полевые исследования в других населённых пунктах Якутии. В марте — апреле 2021 г. были осуществлены изыскания в с. Аргахтах, в сентябре 2021 г. — в с. Липпе-Атах, в августе 2022 г. были проведены исследования в с. Улахан-Ан. Деятельность в этих населённых пунктах также включала комплекс междисциплинарных работ, однако для данной статьи интерес в основном представляют результаты рекогносцировочных геокриологических изысканий, экспертного и глубинного интервьюирования, проводившегося по той же программе, что и ранее.

Из истории хозяйственного освоения территорий и динамики климатического режима

Прежде чем переходить непосредственно к анализу полученных нами в ходе исследований результатов, представляется необходимым вкратце охарактеризовать историю хозяйственного освоения земель и текущую социально-экономическую ситуацию, а также динамику температурного режима воздуха.

Как отмечалось, Амгинский и Олекминский улусы (районы) Якутии являлись пионерами внедрения русскими поселенцами земледельческой культуры в регионе. Так, по сведениям Ф.Г. Сафронова, первая попытка заселения ими среднего течения Амги относится к 1652 г. Спустя тридцать лет в Амгинской слободе проживало уже 17 семей. В 1862 г. численность населения слободы составляла 798 чел. Ведущими отраслями хозяйства всё это время оставалось земледелие и скотоводство [26, Сафронов Ф.Г., с. 114–115]. В 1930 г. Амга стала

административным центром созданного Амгинского района Якутии. Практически одновременно в Амге появился колхоз «Победа», который позднее вошёл в состав совхоза «Амгинский», просуществовавшего до распада СССР. Важным в плане исследуемой проблематики показателем стало увеличение площади возделываемых Амгинским совхозом территорий. Так, в период с 1957 до 1992 гг. в Амгинском совхозе под распашку попали 1702 га раскорчёванной, а также около 4200 га целинных и залежных земель [27, Фёдоров В.В., с. 18–25].

После распада Советского Союза и социально-экономического кризиса в России крупные государственные коллективные хозяйства были ликвидированы, а на смену им пришли значительно более малочисленные предприятия, представляющие как государственную, так и частную формы собственности. При этом произошёл существенный секвестр площади возделываемых в Амгинском улусе земель: с порядка 13 тыс. га в 1990 г.¹ до 8 тыс. га к 2018 г.²

Ещё одним показателем, на котором необходимо остановиться, является динамика численности населения Амги. В советский период в этом отношении было характерно его значительное увеличение. Так, в Амге в 1939 г. проживало 1 230 чел., а в 1989 г. — уже 5 191 чел.³ Численность населения Амги за редким исключением ежегодно возрастала и в постсоветский период за счёт того, что село, как отмечалось, является районным центром Амгинского улуса. По данным на начало 2022 г. население Амги составляло 6 645 чел.⁴ Ведущее место в экономике занимает сельское хозяйство: мясомолочное скотоводство, мясное табунное коневодство, выращивание сельскохозяйственных культур — овощей, зерновых и кормовых⁵.

Земледельческое освоение современной территории Юнкюра началось приблизительно в те же сроки, что и развитие Амгинской слободы. В середине XVII в. на правом берегу речки Малая Черепаниха в районе её устья, т. е. примерно там, где сейчас расположен Юнкюр, русскими крестьянами была основана деревня Олекминская [26, Сафронов Ф.Г., с. 113]. В конце XVIII в. в эти же места из-за плохого урожая были переселены вилюйские и амгинские крестьяне. Они основали новую деревню, которую последние в память о родных местах назвали «Амгинская». Основным занятием крестьян являлось земледелие и скотоводство. Так, по данным на 1917 г., здесь засеивалось 655 га земли [28, Редько М.А., с. 5–6]. В ходе коллективизации Юнкюр с 1927 г. служил центром различных коллективных хозяйств, с 1951 г. — объединённого колхоза «Правда», а с 1971 г. — совхоза «Олекминский»⁶.

¹ Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия): Стат. Сборник. Якутск: ТО ФГС по РС(Я). 2018. С. 418.

² Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия): Стат. Сборник. Якутск: ТО ФГС по РС(Я). 2019. С. 350.

³ По данным портала demoscope.ru: URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/> (дата обращения: 24.10.2022).

⁴ Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2022 г. Официальный интернет-портал Федеральной службы государственной статистики (Росстат). URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Chisl_nasel_RF_MO_01-01-2022.xlsx (дата обращения: 24.10.2022).

⁵ Паспорт социально-экономического развития Амгинского наслега Амгинского улуса РС(Я) за 2021 г. // Текущий архив администрации МО «Амгинский наслег» Амгинского улуса РС(Я).

⁶ Муниципальный архив муниципального района «Олекминский район» (далее — МА МРОР). Ф. 66. Оп. 1. Д. 1. Л. 1–2.

Важнейшими отраслями хозяйства юнкюрцев в годы СССР являлись животноводство и выращивание зерновых, а также получившее здесь хорошее развитие овощеводство. Как и в случае с Амгинским совхозом для Юнкюрского отделения было характерно значительное увеличение площади возделываемых участков. Например, в 1977 г. этот показатель составил 4 697 га⁷. Для сравнения, к 2019 г. площадь возделываемых участков снизилась до 2 260 га, т.е. более чем вдвое⁸.

Численность населения Юнкюра в советский период постоянно увеличивалась: в 1938 г. в селе было зафиксировано 335 чел.⁹, в 1984 г. — 1 058 чел.¹⁰ После распада СССР число жителей в Юнкюре долгое время оставалось достаточно стабильным и в 2012 г. равнялось 1 139 чел.¹¹ Однако в последние годы отток населения значительно ускорился, и сейчас в селе проживает немногим менее тысячи человек. По данным на 2022 г., население Юнкюра составляло 953 чел.¹² Вместе с тем и эти показатели по меркам современной Якутии достаточно высоки для сельского населённого пункта, который не является административным центром улуса (района) республики и удалён от её столицы. Связан данный факт, прежде всего, с близостью районного центра — г. Олекминска, куда, по полученным нами в ходе интервью с главой села сведениям, из Юнкюра на работу ездит около 3/4 трудоспособного населения¹³. Основу же экономики непосредственно Юнкюра в настоящее время по-прежнему составляет мясомолочное скотоводство, мясное табунное коневодство и выращивание зерновых культур¹⁴. Именно здесь расположена производственная база одного из современных флагманов сельского хозяйства Якутии ООО «Кладовая Олекмы».

Таким образом, резюмируя краткий обзор истории и современной ситуации в Амге и Юнкюре, следует отметить три ключевые для рассматриваемых в статье вопросов характеристики. В обоих случаях в течение более трёх столетий шло увеличение площади вводимых в сельскохозяйственный оборот земель, особенно ускорившееся в советский период. В обоих случаях с распадом Советского Союза и экономическим кризисом произошёл значительный секвестр площади возделываемых участков. Вторым моментом является рост численности населения Амги и Юнкюра. Если в последнем случае он прекратился, хотя количество жителей все равно остаётся значительным, то в Амге продолжается и в настоящее время. Наконец, основу экономики обоих населённых пунктов составляет сельское хозяйство.

⁷ МА МРОР. Ф. 36. Оп. 1. Д. 87. Л. 1.

⁸ Паспорт социально-экономического развития Мальжагарского наслега Олекминского района РС(Я) за 2019 г. // Текущий архив администрации МО «Мальжагарский наслег» Олекминского района (ТА АМО МН ОР) РС(Я).

⁹ МА МРОР. Ф. 3. Оп. 1. Д. 12. Л. 4–5.

¹⁰ МА МРОР. Ф. 3. Оп. 2. Д. 378. Л. 2.

¹¹ Паспорт социально-экономического развития Мальжагарского наслега Олекминского района РС(Я) за 2012 г. // ТА АМО МН ОР РС(Я).

¹² Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2022 г. Официальный интернет-портал Федеральной службы государственной статистики (Росстат). URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Chisl_nasel_RF_MO_01-01-2022.xlsx (дата обращения: 24.10.2022).

¹³ Полевые материалы авторов, с. Юнкюр, Олекминский район РС(Я), сентябрь 2020 г. (ПМА, 2020а).

¹⁴ Паспорт социально-экономического развития Мальжагарского наслега Олекминского района РС(Я) за 2019 г. // ТА АМО МН ОР РС(Я).

Другой объединяющей характеристикой является ритмичное повышение среднегодовых температур воздуха: по данным Амгинской метеостанции, в течение 1966–2021 гг. среднегодовая температура воздуха повысилась с $-12,5^{\circ}\text{C}$ до $-8,8^{\circ}\text{C}$. В Олекминске за этот же период — с $-8,4^{\circ}\text{C}$ до $-5,1^{\circ}\text{C}$ (подробнее см. рис. 6–7).

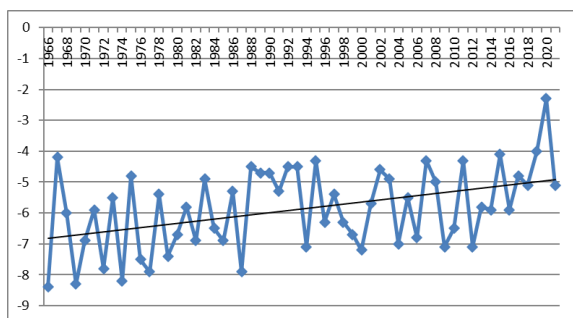


Рис. 6. Динамика среднегодовой температуры воздуха в 1966–2021 гг. по данным Олекминской метеостанции.

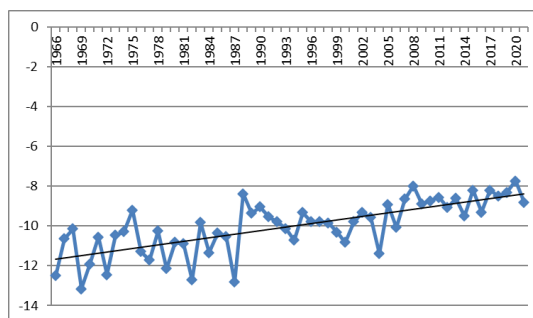


Рис. 7. Динамика среднегодовой температуры воздуха в 1966–2021 гг. по данным Амгинской метеостанции.

В значительной степени именно наложение двух факторов: обширная распашка земель и последующее забрасывание пашен, а также ритмичное повышение среднегодовой температуры воздуха и привели к тем последствиям, которые будут рассмотрены далее.

Последствия антропогенного воздействия и климатических изменений

Создание пашен, естественно, было связано с вырубкой лесных насаждений и срезкой кустарников, которые ранее создавали затенённость этих участков и препятствовали их прогреванию солнечными лучами. Если постоянное возделывание и засеивание земель в совокупности с более холодным температурным режимом в целом нивелировали процессы деградации ММП, то их забрасывание в постсоветский период привело к значительной активизации термокарста [29, Угаров И.С.]. Ситуацию усугубил тот факт, что потребности в пространственном развитии достаточно больших, как отмечалось, по меркам Якутии сельских населённых пунктов привели к тому, что часть территории бывших пашен была отдана под жилищное строительство.

В этом плане показательны полученные нами в ходе проведённых в течение 2019–2021 гг. в Амге и Юнкюре исследований результаты. Изыскания показали, что для естественных ландшафтов, где человеком в ходе хозяйственного освоения территорий не были нарушены первоначальные природные условия, температурный режим ММП оказался устойчивым за весь период наблюдений. Развитие негативных криогенных процессов на таких участках выявлено не было. Так, в скважине № 2 на площадке в окрестностях с. Юнкюр на глубине 3 м среднегодовые температуры грунтов ниже -1°C и понижаются до $-1,5^{\circ}\text{C}$ на глубине 8 м. В скважине № 3 на площадке в с. Амга температуры грунтов на этих же глубинах составили $-1,7^{\circ}\text{C}$ и $-1,8^{\circ}\text{C}$ соответственно. Вследствие этого глубина сезонно-талого слоя не достигает кровли сильнольдистых грунтов и составляет для с. Юнкюр 1,7 м, а для с. Амга — 1,3 м. Данное обстоятельство благоприятно сказывается на устойчивости таких ландшафтов к термокарстовым процессам. Отмеченные различия температур грунтов связаны с природно-

географическими особенностями Юнкюра и Амги: первый расположен на южной границе распространения сплошной криолитозоны, где климат мягче и среднегодовые температуры воздуха составляют около $-5,1^{\circ}\text{C}$, а второй находится в центральной части сплошной криолитозоны, где его мощность может достигать 600 м, а среднегодовые температуры воздуха около $-8,5^{\circ}\text{C}$.

Отмеченные факторы также играют немаловажную роль в формировании температурного режима грунтов на антропогенно нарушенных участках — территории заброшенных пашен. Для таких ландшафтов температуры грунтов оказались намного выше из-за нарушения теплобалансового режима поверхности за счёт сведения густого растительного покрова. Наибольший интерес вызывает температурный режим грунтов на глубине 3 м. Этот горизонт является кровлей повторно-жильных льдов на исследованных участках, изменения которого влияют на развитие и динамику термокарстовых процессов. За период наблюдений средняя температура в нарушенных ландшафтах на этой глубине остаётся стабильной на двух участках исследований. Однако среднегодовая температура в скважине № 1, расположенной в окрестностях с. Юнкюр, составляет всего $-0,31^{\circ}\text{C}$, в скважине № 4, расположенной в окрестностях с. Амга, — $-0,64^{\circ}\text{C}$ [30, Лыткин В.М., с. 426].

Полученные температурные режимы грунтов в нарушенных ландшафтах на кровле ММП и повторно-жильных льдов влияют на глубину сезонного протаивания (в окрестностях с. Юнкюр — 2,1 м, в с. Амга — 2,4 м), что отражается на скорости протекания термокарстовых процессов. Для этих территорий характерно ежегодное углубление межбыларных западин. На ключевом участке исследований в окрестностях с. Юнкюр поверхность рельефа вследствие вытаивания подземного льда просела за период наблюдений в среднем на 14 см: в течение 2019–2020 гг. на 8 см и на 6 см в период 2020–2021 гг. Вблизи с. Амга — в среднем на 11 см: на 6 см в 2019–2020 гг. и на 5 см в 2020–2021 гг. (рис. 8–9).



Рис. 8. Межбыларные западины в с. Юнкюр, сентябрь 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 9. Межбыларные западины в с. Амга, сентябрь 2021 г. Фото А.А. Сулейманова.

По причине углубления таких западин и их слияния образуются дюёдя — форма термокарстового рельефа в виде круглых углублений, заполненных водой, которые являются первоначальными термокарстовыми озёрами (рис. 10–11). Такие озера в количестве 21 встречаются на территории села Юнкюр. Максимальная их площадь составляет $10\,672\text{ м}^2$, минимальная 620 м^2 . За период 2019–2021 гг. площадь поверхности некоторых озёр увеличилась на 40%, что, вероятно, обусловлено отмеченным повышением среднегодовой температуры воздуха.



Рис. 10. Дюёдя в с. Юнкюр, сентябрь 2022 г.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 11. Дюёдя в с. Юнкюр, сентябрь 2022 г.
Фото А.А. Сулейманова.

В целом же, как показали проведённые исследования, негативными криогенными процессами охвачено 19,5% земель от всех дворовых территорий в с. Юнкюр и 18% в с. Амга (рис. 12–13).



Рис. 12. Распространение термокарстовых процессов (быларов) в с. Юнкюр.
Составлено по результатам исследований 2019–2021 гг.



Рис. 13. Распространение термокарстовых процессов (былларов) в с. Амга. Составлено по результатам исследований 2019–2021 гг.

Влияние деградации ММП на локальные системы жизнеобеспечения

Отмеченные процессы привели к целому ряду негативных последствий для сложившихся систем жизнеобеспечения Амги и Юнкюра. Так, деградация ММП ведёт к деформации жилых и хозяйственных построек. В Юнкюре в область развития современных термокарстовых форм (быларов) попадает 249, в Амге — 540 жилых и хозяйственных строений. Часть из пострадавших домов и построек местное население вынуждено регулярно ремонтировать (19% опрошенных в Амге и 36% в Юнкюре), а некоторые вовсе забрасывать и отстраиваться на другом месте (рис. 14–15)¹⁵.



Рис. 14. Один из пострадавших от термокарста жилых домов. На заднем плане слева — новый дом, в который были вынуждены переехать владельцы участка, с. Юнкюр, сентябрь 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 15. Зброшенный и новый дома на пострадавшем из-за активизации термокарста на участке в с. Амга, сентябрь 2021 г. Фото А.А. Сулейманова.

¹⁵ Полевые материалы авторов, с. Юнкюр, Олекминский район РС(Я), сентябрь 2019 г. (ПМА, 2019а), сентябрь 2020 (ПМА, 2020а), сентябрь 2021 г. (ПМА, 2021а); Полевые материалы авторов, с. Амга, Амгинский улус РС(Я), сентябрь 2019 г. (ПМА, 2019б) и октябрь 2020 г. (ПМА, 2020б).

В числе пострадавших, например, «Сиротский дом» в с. Юнкюр, предназначенный для социально уязвимых групп населения (рис. 16–17)¹⁶. Показателен в этом отношении также пример одного из многоквартирных домов в с. Амга, расположенного на улице Мира. Муниципалитет был вынужден расселить его жителей из-за угрозы обрушения дома вследствие деградации ММП (рис. 18–19)¹⁷.



Рис. 16. «Сиротский дом» в с. Юнкюр, сентябрь 2022 г.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 17. «Сиротский дом» в с. Юнкюр, сентябрь 2022 г.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 18. Многоквартирный дом на ул. Мира, пострадавший от активизации термокарста.



Рис. 19. Многоквартирный дом на ул. Мира, пострадавший от активизации термокарста. На момент проведения нами исследований в доме проживала только одна семья, готовящаяся к переезду, с. Амга, сентябрь 2021 г. Фото А.А. Сулейманова.

От деградации ММП страдает население целых микрорайонов, организованных на территории бывших пашен. В данном случае репрезентативен пример нового микрорайона «Нелегер» в Амге, расположенного на территории заброшенных земель совхоза «Амгинский». Участки здесь, в том числе, выделялись малоимущим семьям с условием скорейшей застройки. В результате, как видно из рис. 20–22, строительство домов пришлось вести на территории, уже полностью охваченной термокарстовыми процессами. Основная причина

¹⁶ ПМА, 2020а.

¹⁷ Полевые материалы авторов, с. Амга, Амгинский улус РС(Я), сентябрь 2021 г. (ПМА, 2021б).

— дефицит земель в Амге, наложенный на упоминавшийся непрекращающийся рост численности населения. По этой причине нами наблюдалась, в том числе, значительная плотность застройки в селе.



Рис. 20. Строительство домов в микрорайоне «Нелегер» на участках с глубоко расчленёнными быларами, с. Амга, сентябрь 2021 г.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 21. Строительство домов в микрорайоне «Нелегер» на участках с глубоко расчленёнными быларами, с. Амга, сентябрь 2021 г.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 22. Строительство домов в микрорайоне «Нелегер» на участках с глубоко расчленёнными быларами, с. Амга, сентябрь 2021 г. Фото А.А. Сулейманова.

Подобные примеры, когда население территорий новой застройки в сельской Якутии сталкивается с активизацией термокарстовых процессов, к сожалению, не единичны. В частности, аналогичная ситуация наблюдается в новом микрорайоне «Чэчир» в с. Улахан-Ан (население села в 2022 г. составило 1 132 чел.), участки в котором выдавались преимущественно молодым семьям с детьми, а также в микрорайонах, носящих неофициальные названия Первая, Вторая, Третья и Четвертая пашни, расположенных на территориях, которые раньше отводились под сельское хозяйство (рис. 23–24).



Рис. 23. Строительство в зоне активизации термокарстовых процессов, микрорайон «Чэчир», с. Улахан-Ан, август 2022 г.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 24. Замороженное строительство на участках, где в последние годы активное развитие получили термокарстовые процессы, микрорайон «Третья пашня», с. Улахан-Ан, август 2022 г.
Фото А.А. Сулейманова.

Сокращение пригодных для строительства площадей вследствие образования быларов и обводнения территорий из-за деградации ММП представляют серьёзные проблемы и для пространственного развития Юнкюра, которое продолжается несмотря на отмечавшееся сокращение населения. С северной, восточной и западной сторон его ограничивают активные термокарстовые процессы, протекающие, в основном, на территории заброшенных пашен, а с юга — глубокие овраги.

Все эти факторы сказываются на удорожании строительных работ из-за необходимости предварительной отсыпки территории для создания термоизоляционной «подушки», возведения свайного фундамента, а также размещения объектов в труднодоступных с логистической точки зрения местах¹⁸. Возросшая финансовая нагрузка в том числе определяет и жизненные стратегии сельчан, которые, например, вынуждены продолжать работать вместо ухода на заслуженный отдых, чтобы оплачивать необходимые ремонтные работы и / или строительство нового дома (рис. 25–26)¹⁹.

¹⁸ ПМА, 2019а; ПМА, 2019б; ПМА, 2020б.

¹⁹ ПМА, 2021а.



Рис. 25. Последствия деградации ММП: хозяйка этого дома вынуждена была взять кредит для строительства на новом месте и пересмотреть свои планы по выходу на пенсию, с. Юнкюр, сентябрь 2021 г. Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 26. Последствия деградации ММП: хозяйка этого дома вынуждена была взять кредит для строительства на новом месте и пересмотреть свои планы по выходу на пенсию, с. Юнкюр, сентябрь 2021 г. Фото А.А. Сулейманова.

Значительно возросла нагрузка и на местные администрации, вынужденные производить дополнительную отсыпку территорий общего пользования, решать вопросы расселения пострадавших жильцов и перераспределять на эти работы и без того ограниченные финансовые ресурсы, отвлекая их от решения других важных задач²⁰.

Нарушение температурного режима ММП и «дефицит холода» сказываются также на традиционной хозяйственной деятельности населения. В частности, происходит растепление погребов и ледников — сооружений для хранения продуктов питания, вырытых в толще «вечной мерзлоты». Растепление приводит к сокращению сроков или полной невозможности их использования. В этом отношении показательно, что в Амге только у 28%, а в Юнкюре вовсе лишь у 16% принявших участие в нашем социологическом исследовании к настоящему времени сохранились ледники, при том что раньше ими «пользовались поголовно»²¹. Конечно же, немалую роль в этом отношении сыграло повышение стабильности электроснабжения сельской местности в Якутии, рост доступности морозильных ларей и увеличение предложения готовой продукции на рынке, которое сделало хранение больших объёмов продовольствия необязательным. Вместе с тем неоднократно нами отмечался тот факт, что ледники забрасывались вынужденно: из-за их регулярного подтопления или в силу того, что они переставали «держаться холода». Кроме того, были отмечены случаи, когда погреба специально закапывались, чтобы предотвратить деградацию ММП под домом. К подобной мере, как свидетельствуют данные проведённого нами социологического опроса, были вынуждены прибегнуть 27% респондентов в Юнкюре и 11% в Амге. Проблемы с сохранностью ледников есть и у крупных сельскохозяйственных предприятий. В частности, около 5–6 лет назад начало подтапливать ледник СППК «Амма» (длина — 89 м) в Амге, используемый в летнее

²⁰ ПМА, 2021а; ПМА, 2021б.

²¹ ПМА, 2019а; 2019б; 2020а; 2021а; 2021б.

время для хранения полученной мясной продукции²². В Юнкюре же принадлежавший ООО «Кладовая Олекмы» ледник на 50 т оказался затоплен и был заброшен²³.

Аналогичным образом деградация «вечной мерзлоты» лимитирует возможности ведения сельскохозяйственной деятельности как в пределах личных приусадебных участков местных жителей (22% опрошенных в Юнкюре были вынуждены переносить и / или уменьшать размеры своего огорода), так и в масштабах ведущих акторов аграрного освоения. Пострадавшие от термокарста территории выпадают из сельскохозяйственного оборота (рис. 26–27). Помимо невозможности повторного ввода в эксплуатацию заброшенных ранее пашен, поверхность которых практически полностью деградировала до быларов, страдают и действующие поля. Один из показательных случаев нам удалось выявить в ходе интервью руководителя важного субъекта экономической деятельности Юнкюра — кооператива «Поиск». Всего за день до этого под одним из его тракторов в ходе уборки урожая произошло внезапное проседание почвы²⁴. Другой пример связан с деятельностью ООО «Конезавод Берте» в Хангаласском улусе. Помимо фиксации аналогичных случаев с провалами грунта под сельхозтехникой, предприятие в последние годы вынуждено сокращать территории обрабатываемых угодий, т. к. на них вследствие активного развития термокарстовых процессов становится невозможным использование комбайнов²⁵.



Рис. 27. Территория бывших пашен совхоза «Олекминский» (с. Юнкюр, сентябрь 2022 г.) Повторное введение их в сельскохозяйственный оборот в текущих реалиях невозможно.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 28. Территория бывших пашен совхоза «Амгинский» (с. Амга, сентябрь 2021 г.). Повторное введение их в сельскохозяйственный оборот в текущих реалиях невозможно.
Фото А.А. Сулейманова.

В контексте негативного воздействия деградации ММП на традиционную хозяйственную деятельность ещё более репрезентативен пример с. Аргахта. Основанный во второй половине 1940-х гг. в рамках реализации политики поселкования и расположенный на бере-

²² ПМА, 2021б.

²³ ПМА, 2019а.

²⁴ ПМА, 2019а

²⁵ ПМА, 2022.

гу р. Алазея, этот населённый пункт регулярно подвергался наводнениям²⁶. Однако начиная с 90-х гг. XX в. паводки приняли катастрофические масштабы. Самыми серьёзными по своим последствиям оказались наводнения 2007 и 2017 гг. (рис. 29–30). В первом случае уровень воды доходил до 869 см, во втором — уже до 897 см при критической для села отметке в 782 см²⁷. При этом, в отличие от характерных для большинства рек Якутии скоротечных, длящихся несколько дней подтоплений, для Алазеи в силу ряда особенностей свойственен продолжительный подъём уровня воды, исчисляющийся месяцами. Этим объясняется тот факт, что наводнения в Аргахтах могут продолжаться два летних сезона подряд — в случае, если ледостав произошёл при критически высоких уровнях воды.



Рис. 29. Улицы с. Аргахтах в период наводнения 2007 г. Фото из фондов музея села Аргахтах.



Рис. 30. Улицы с. Аргахтах в период наводнения 2017 г. Фото из фондов музея села Аргахтах.

Значительную роль в генезисе современных наводнений на Алазее сыграла именно деградация ММП. Увеличение сезонного протаивания сильнольдистых пород привело к росту количества надмерзлотных грунтовых вод, поступающих в бассейн этой реки [31, Готовцев С.П., с. 7].

После наводнений на затопленных сельскохозяйственных угодьях не росли кормовые травы, т. к. вся территория оставалась покрыта илом. Например, в ходе последнего из крупных наводнений 2017 г. было затоплено 85% сельскохозяйственных угодий и 50% заготовленного сена. В результате из хозяйственного оборота были выведены все участки в окрестностях села. Необходимость использовать более отдалённые угодья, активно задействуя транспорт, естественно, сказалась на росте экономической нагрузки на хозяйствующие субъекты²⁸. Нехватка корма привела к вынужденному забою скота или последующему отказу от его содержания по причине значительных издержек и трудозатрат. В частности, если в 2015 г. население Аргахтаха содержало 139 гол. скота, то в 2019 г. уже 87. Количество лошадей за этот же период снизилось с 477 гол. до 325. Кроме того, за период 2015–2019 гг. с показателя в 45 гол. сошла на нет другая отрасль традиционной хозяйственной деятельности — зверо-

²⁶ Муниципальный архив Муниципального района «Среднеколымский улус» (МАМР СУ). Ф. 1. Оп. 1. Д. 428. Л. 2–35; Текущий архив администрации МО «Алазейский наслег» Среднеколымского улуса (ТА АМО АН СУ) РС(Я).

²⁷ ТА АМО АН СУ РС(Я).

²⁸ Полевые материалы авторов, с. Аргахтах, Среднеколымский улус РС(Я), март-апрель 2021 г. (ПМА, 2021в).

водство²⁹.

Важным следствием наводнения 2017 г. явился также рост транспортной изолированности Аргахтаха. Село традиционно было связано с административным центром улуса — Среднеколымском — стабильной сухопутной связью только в зимнее время посредством зимника «Арктика». Летом же в Аргахтах совершал рейсы самолёт. В 2017 г. взлётная площадка была затоплена и пострадала настолько, что стало возможным использование лишь дорогостоящего вертолётного сообщения. Рейсы в село совершаются два раза в месяц³⁰.

В результате деградации ММП создаются предпосылки и для деформации сухопутных путей сообщения. В этом плане показателен пример с. Липпе-Атах. Проведённые нами исследования показали, что негативными криогенными процессами непосредственно в пределах этого населённого пункта охвачено всего 5% земель от всех дворовых территорий. Вместе с тем в окрестностях села термокарстовые процессы широко наблюдаются на антропогенно нарушенных участках, к которым относятся земли, предназначенные для автомобильных дорог и линий электропередач. Здесь образованы термокарстовые формы рельефа — былары и дюёдя, глубина которых может достигать 3 м, при мощности повторно-жильных льдов до 5 м. Вследствие этого, например, была выведена из эксплуатации одна из двух дорог, соединяющих Липпе-Атах с районным центром — Верхневиллюйском (рис. 30)³¹.



Рис. 31. Участок бывшей дороги, связывавшей с. Липпе-Атах и с. Верхневиллюйск, сентябрь 2021 г.
Фото В.М. Лыткина.

В Амге и Юнкюре проблемы с сохранностью путей сообщения из-за деградации ММП также наблюдаются, однако они значительно менее выражены (рис. 32–33). Вместе с тем опрошенные в с. Юнкюр респонденты сообщали о значительных деформациях троп и изменениях ландшафта в пределах их охотничьих угодий, произошедших в последнее десятилетие.

²⁹ ТА АМО АН СУ РС(Я).

³⁰ ПМА, 2021в.

³¹ Полевые материалы авторов, с. Липпе-Атах, Верхневиллюйский улус РС(Я), сентябрь 2021 г.

тие³². Проверить предоставленные нам сведения затруднительно в силу значительной отдалённости этих угодий от территории села.



Рис. 32. Примеры деформации внутрипоселковых путей сообщения в с. Юнкюр, сентябрь 2021 г.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 33. Примеры деформации внутрипоселковых путей сообщения в с. Чапчылган (спутник Амги), сентябрь 2021 г.
Фото А.А. Сулейманова.

Особенности восприятия и адаптации

Происходящие процессы, естественно, оказывают негативное влияние на социальное самочувствие местного населения, его уверенность в завтрашнем дне (рис. 34–35). В связи с этим интересны результаты опроса, в рамках которого в Амге источником получения информации об изменении климата собственные наблюдения назвали порядка 53% респондентов, в Юнкюре же около 75%. При этом в Амге 62% принявших участие в опросе сталкивались с негативными проявлениями изменения состояния окружающей и деградацией ММП, в Юнкюре таковых было 86%. Подобные ответы, а также звучавшие в ходе взятых интервью мнения, свидетельствуют о более чувствительном, «остром» восприятии деградации ММП и её последствий со стороны жителей Юнкюра по сравнению с респондентами из Амги. Разница, вероятно, связана с двумя основными факторами: различным временем осознаваемого проявления и скоростью протекания термокарстовых процессов. Последняя, как отмечалось, в Юнкюре несколько выше. При этом, если в Юнкюре активные термокарстовые процессы начались ближе к концу XX столетия, то в Амге — ещё в советский период, и времени на адаптацию, принятие их как данности у её жителей, соответственно, было больше.

³² ПМА, 2019а.



Рис. 34. Спортивная площадка Юнкюрской СОШ, 2007 г. ТА МО МН ОР РС(Я).



Рис. 35. Спортивная площадка Юнкюрской СОШ, сентябрь 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.

Показательно, что в Улахан-Ане, где термокарстовые процессы вошли в свою активную фазу только в течение последнего десятилетия и деградация ММП является для населения в целом незнакомым явлением, были зафиксированы случаи заморозки на неопределённые сроки строительства на выделенных участках, когда в его пределах стали формироваться видимые глазу западины³³. Тогда как в самой Амге, а также соседнем Чапчылгане, нами были зафиксированы примеры строительства на участках, где глубина межбыларных западин могла превышать 0,5 м (рис. 36–37). При этом такие участки выбирались хозяевами вполне осознанно и добровольно («потому что больше негде, а выкупать старые в центре села — дорого»)³⁴.



Рис. 36. Строительство домов на участках с активными термокарстовыми процессами. Отсыпка на фото обошлась, по словам владельца участка, более чем в 300 тыс. руб., с. Чапчылган, сентябрь 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.

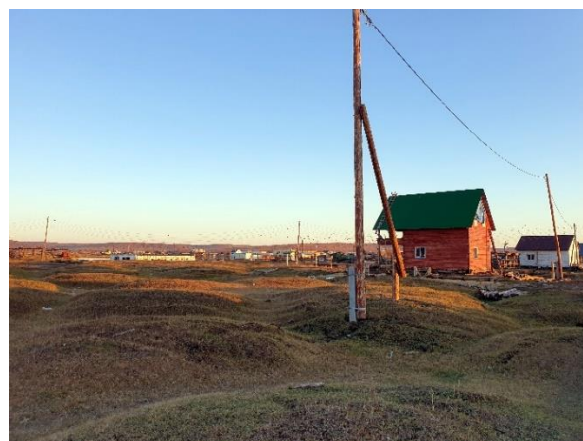


Рис. 37. Строительство домов на участках с активными термокарстовыми процессами, с. Чапчылган, сентябрь 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.

В поисках ответов решения возникших проблем представители сельских сообществ Якутии выработали ряд адаптационных механизмов, дающих возможность в той или иной степени нивелировать угрозы, связанные с деградацией ММП.

³³ ПМА, 2022.

³⁴ ПМА, 2021б.

Прежде всего, это изменение привычной для сельских сообществ Якутии технологии строительства. В связи с этим широкое распространение получила предварительная отсыпка участков при постройке жилых домов в целях создания термоизоляционной подушки для сокращения прогревающего воздействия на грунт. Достаточно часто встречается сооружение в данных целях домов на «лёжках», роль которых могут исполнять старые автомобильные покрышки. При этом в случае регулярной очистки территории вокруг дома от снега возникает эффект вентилируемого подполья, что должно оказывать благоприятный эффект на промерзание грунта. Распространение получили и дома, сооружённые на свайном фундаменте (рис. 38–41). Новую жизнь приобрела также уходящая в глубь веков технология «черного» (двойного) пола. Однако если раньше главной целью её применения было стремление оградить дом от проникновения холода, исходящего от близости залегания ММП, то сейчас — защитить последние от прогревания³⁵.



Рис. 38. Адаптация технологии строительства к условиям деградации ММП: сооружение дома на старых автомобильных покрышках с соблюдением принципа вентилируемого подполья, с. Юнкюр, сентябрь 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 39. Адаптация технологии строительства к условиям деградации ММП: сооружение дома на свайном фундаменте, с. Амга, сентябрь 2022 г. Фото С.А. Григорьева.



Рис. 40. Адаптация технологии строительства к условиям деградации ММП: сооружение дома на отсыпке из коренных пород и металлической раме в качестве фундамента, с. Улахан-Ан, август 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 41. Адаптация технологии строительства к условиям деградации ММП: сооружение основания дома на 5-ти метровых лиственничных сваях, с. Улахан-Ан, август 2022 г. Фото А.А. Сулейманова.

³⁵ ПМА, 2019а; 2019б; 2020а; 2020б; 2021а; 2021б; 2022.

Источником получения информации о целесообразности применения подобных технологий, по-видимому, является, прежде всего, накопленный самими жителями личный опыт, а точнее — жизнь в среде, где существуют достаточно богатые традиции учёта фактора «вечной мерзлоты». Фраза «строим как в городе» (где многоквартирные дома стоят на свайном фундаменте) или «как у соседа» — достаточно рутинное объяснение выбора технологии строительства новых домов, например, в Амге и Улахан-Ане³⁶.

Вместе с тем очевиден запрос со стороны представителей сельских сообществ Якутии и хозяйствующих субъектов к получению научно обоснованных данных по нивелированию или предупреждению возможных издержек, включающих, например, помощь в выборе для строительства подходящих мест. В этом плане репрезентативен пример упоминавшегося предприятия ООО «Кладовая Олекмы». В 2017 г. на территории со слабльдистыми ММП им было построено новое здание фермы (рис. 41). По информации, полученной нами от одного из руководителей «Кладовой Олемы» в ходе интервью, для выбора участка, учитывая активное протекание термокарстовых процессов, было решено привлечь квалифицированных специалистов по строительству в условиях криолитозоны³⁷. Проведённые нами исследования показали, что территория для сооружения фермы действительно выбрана удачно³⁸. После данных нами руководству Мальжагарского наслега рекомендаций в с. Юнкюр стала осуществляться отсыпка в местах общественного пользования, подверженных развитию термокарстовых процессов (рис. 42)³⁹. В целом зафиксированный в ходе полевых исследований значительный интерес представителей сельских сообществ Якутии к научно обоснованным данным по «взаимодействию» с «вечной мерзлотой» является потенциально важным механизмом адаптации к возникшим вызовам.



Рис. 42. Здание фермы ООО «Кладовая Олекмы», построенное на участке со слабльдистыми многолетнемерзлыми породами, с. Юнкюр, сентябрь 2022 г.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 43. Отсыпка территории вокруг клуба с целью снижения активности развития термокарстовых процессов, с. Юнкюр, сентябрь 2022 г.
Фото А.А. Сулейманова.

³⁶ ПМА, 2021б; 2022.

³⁷ ПМА, 2019а.

³⁸ ПМА, 2020а.

³⁹ ПМА, 2021а.

Вместе с тем следует отметить, что пока учёт этих данных остаётся явно недостаточным. В частности, упомянутый «Сиротский дом» в Юнкюре был построен без проветриваемого подполья. Печальной оказалась судьба построенного в Амге в 2009 г. без свайного фундамента шестнадцатиквартирного «Экспериментального дома». В 2016 г. из-за критических деформаций было принято решение о расселении его жильцов. К настоящему времени этот дом снесён (рис. 44–45).



Рис. 44. Остатки построенного без свайного фундамента «Экспериментального дома», с. Амга, сентябрь 2021 г.
Фото А.А. Сулейманова.



Рис. 45. Остатки построенного без свайного фундамента «Экспериментального дома», с. Амга, сентябрь 2021 г. Фото А.А. Сулейманова.

Среди других выявленных нами адаптационных механизмов следует назвать упомянутую интенсификацию использования земель, пригодных для строительства, включая более плотную застройку, качественно меняющую облик и структуру поселения. Нам встречалась достаточно нетипичная для стандартных домохозяйств сельской Якутии ситуация, когда на одном участке, уже имеющем жилой дом и несколько хозяйственных построек, велось строительство второго дома для проживания ещё одной семьи — родственников владельца.

В связи с этим отметим, что важнейшим адаптационным ресурсом, безусловно, выступают социальные отношения и традиционный коллективизм, во многом присущий представителям сельских сообществ Якутии. Например, в Аргахтахе жители пострадавших от наводнения участков благодаря этому фактору могли месяцами пережить стихию в расположенных в более высокой части села домах своих родственников и односельчан⁴⁰. В Юнкюре и Амге жители, вынужденные сокращать площади своих огородов, могут пользоваться частью приусадебных участков близких людей. Аналогичным образом в некоторой степени компенсируются издержки от вынужденного забрасывания ледников и погребов⁴¹. Очевидно, что взаимная поддержка, прочные родственные связи позволяют местным жителям легче переносить различные стрессовые ситуации, сокращают угрозу десоциализации в случае форс-мажорных обстоятельств и делают систему жизнеобеспечения населения исследованных сёл более устойчивой к различным потрясениям [32, Боякова С.И., с. 220].

⁴⁰ ПМА, 2021в.

⁴¹ ПМА, 2020а; 2020б; 2021а; 2021в.

Заключение

Резюмируя полученные к настоящему времени в ходе исследований в сёлах Амга и Юнкюр сведения, отметим, что термокарстовые процессы здесь протекают, прежде всего, на участках с развитым ледовым комплексом, для которых характерна большая антропогенная нагрузка, — территориях самих населённых пунктов, а также активной хозяйственной деятельности человека. На этих участках вследствие изменения теплосбалансовых составляющих и трансформации климатического режима термокарст имеет быструю динамику, и его последствия оказывают разностороннее влияние на систему жизнеобеспечения населения исследованных сёл. Деграляция ММП и термокарст приводят к проблемам с сохранностью жилищного фонда, сокращению пригодных для строительства площадей и соответствующим ограничениям в пространственном развитии этих сёл, а также к трансформациям привычной структуры домохозяйств. Кроме того, они лимитируют возможности развития традиционных хозяйственных практик местных жителей, препятствуют как потенциальному вводу в сельскохозяйственный оборот дополнительных участков, так и использованию прежних. Аккумулятивный к данному моменту материал позволяет предположить, что эти выводы можно в полной мере экстраполировать и на с. Улахан-Ан.

В целом же впервые осуществлённый одновременный срез сложившейся социальной ситуации, проведённый в сельских населённых пунктах 5 административных районов Якутии, которые, в том числе, различаются природно-географическим положением, дал возможность установить, что последствия деграляции ММП имеют как свою локальную специфику, так и значительную схожесть. В частности, исследования в сёлах Аргахта и Липпе-Атах позволили дополнить картину последствий деграляции ММП примерами ухудшения состояния важнейших путей сообщения, что ещё более изолирует и без того оторванное от основных транспортных коммуникаций страны население. Воздействие современных изменений состояния окружающей среды на традиционную хозяйственную деятельность, очевидно, максимально негативно выражено в расположенном в северной Якутии Аргахтах, население которого является носителем индигенных практик коренных народов Арктики.

В результате происходящие трансформации негативно сказываются на социальном самочувствии сельчан, оказывают влияние на их жизненные стратегии. Нивелирование возникающих вследствие деграляции ММП и происходящих термокарстовых процессов издержек влечёт за собой соответствующее увеличение финансовой нагрузки на население, хозяйствующие субъекты и местные администрации. Выявленный при этом материал позволяет сделать вывод о наличии определённых особенностей восприятия происходящих изменений привычного состояния окружающей среды и реагирования на них, которые обусловлены, на наш взгляд, прежде всего, различным временем осознаваемого проявления и скоростью протекания процессов деграляции ММП в пределах и окрестностях исследованных населённых пунктов. Вместе с тем существующий и, очевидно, развивающийся набор адаптационных механизмов, а также результаты проведённого в ходе наших исследований ан-

кетного опроса, показавшего, что лишь менее 15% респондентов допускают свой переезд в другой населённый пункт в случае, если деградация ММП будет продолжаться, в совокупности с личными наблюдениями участников проекта, как представляется, свидетельствуют об определённой устойчивости сложившихся систем жизнеобеспечения сельских сообществ региона к возникающим вызовам природного характера.

Список источников

1. Сулейманов А.А. Антропология холода: естественные низкие температуры в традиционной системе жизнеобеспечения якутов (XIX в. — 30-е гг. XX в.) // *Oriental Studies*. 2021. Т. 14. № 1. С. 115–133. DOI: 10.22162/2619-0990-2021-53-1-115-133
2. Shestakova A.A., Fedorov A.N., Torgovkin Y.I., Konstantinov P.Y., Vasilyev N.F., Kalinicheva S.V., Samsonova V.V., Niyama T., Park H., Iijima Y., Iwahana G., Gorokhov A.N. Mapping the Main Characteristics of Permafrost on the Basis of a Permafrost-Landscape Map of Yakutia Using GIS // *Land*. 2021. No. 10 (5). P. 462. DOI: 10.3390/land10050462
3. Скачков Ю.Б. Динамика изменения среднегодовой температуры воздуха в республике Саха (Якутия) за последние 50 лет // Труды Девятого международного симпозиума «Баланс углерода, воды и энергии и климат бореальных и арктических регионов с особым акцентом на Восточную Евразию», 1–4 ноября 2016 г., Якутск, Россия. Нагоя, Япония. Нагоя: Издательство Университета Нагоя, 2016. С. 208–211.
4. Сулейманов А.А. «Ресурсы холода» в системе жизнеобеспечения сельских сообществ Якутии. Вторая половина XIX–XX в.: Историко-антропологический очерк. Новосибирск: Наука, 2022. 136 с.
5. Ефимов Г.Ф., Граве Н.А. Погребенные льды района озера Абалах // *Социалистическое строительство*. 1940. № 10–11. С. 67–78.
6. Fedorov A.N., Konstantinov P.Y., Vasilyev N.F., Shestakova A.A. The influence of boreal forest dynamics on the current state of permafrost in Central Yakutia // *Polar Science*. 2019. Vol. 22. P. 100483. DOI: 10.1016/j.polar.2019.100483
7. Shur Y., Hinkel K.M., Nelson F.E. The transient layer: implications for geocryology and climate-change science // *Permafrost and Periglacial Processes*. 2005. Vol. 16. No. 1. Pp. 5–17. DOI: 10.1002/ppp.518
8. Grosse G., Romanovsky V., Jorgenson T., Anthony K.W. Vulnerability and feedbacks of permafrost to climate change // *Eos, Transactions American Geophysical Union*. 2011. No. 9 (92). Pp. 73–74. DOI: 10.1029/2011EO090001
9. Качурин С.П. Термокарст на территории СССР. Москва: Издательство АН СССР, 1961. 262 с.
10. Fedorov A.N., Gavriliev P.P., Konstantinov P.Y., Niyama T., Iijima Y., Iwahana G. Estimating the water balance of a thermokarst lake in the middle of the Lena River basin, Eastern Siberia // *Ecohydrology*. 2014. No. 2 (7). Pp. 188–196. DOI: 10.1002/eco.1378
11. Streletskiy D.A., Suter L.J., Shiklomanov N.I., Porfiriev B.N., Eliseev D.O. Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost // *Environmental Research Letters*. 2019. No. 2 (14). P. 25003. DOI: 10.1088/1748-9326/aaf5e6
12. Лупачев А.В., Тананаев Н.И., Шепелев А.Г. Влияние деградации многолетней мерзлоты в Центральной Якутии на содержание органического углерода в почвах и верхних слоях ММП // Мониторинг в криолитозоне: Сборник докладов Шестой конференции геокриологов России с участием российских и зарубежных ученых, инженеров и специалистов, Москва, 14–17 июня 2022 года / Под ред. Р.Г. Мотенко. Москва: «КДУ», «Добросвет», 2022. С. 1074–1079.
13. Санникова Е.Е., Евстафьева С.В., Тананаев Н.И., Данилов И.В., Артамонов И.А. Влияние лесных пожаров на деградацию многолетней мерзлоты // *DIGITAL EDU*. Цифровые компетенции в образовании: Сборник материалов Всероссийского научного форума с международным участием, Якутск, 16–17 февраля 2022 года. Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2022. С. 271–274.
14. Мельников В.П., Осипов В.И., Брушков А.В., Бадина С.В., Дроздов Д.С., Дубровин В.А.,

- Железняк М.Н., Садуртдинов М.Р., Сергеев Д.О., Окунев С.Н., Остарков Н.А., Осокин А.Б., Федоров Р.Ю. Адаптация инфраструктуры Арктики и Субарктики к изменениям температуры мерзлых грунтов // Криосфера Земли. 2021. Т. 25. № 6. С. 3–15. DOI: 10.15372/KZ20210601
15. Zhirkov A., Permyakov P., Kirillin A., Wen Z. Influence of rainfall changes on the temperature regime of permafrost in Central Yakutia // Land. 2021. Vol. 10. No. 11. P. 1230. DOI: 10.3390/land10111230
 16. Lytkin L.V., Syromyatnikov I.I. Application of an Unmanned Aerial Vehicle for Large-Scale Mapping of Thermokarst Landforms // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 666. 062030. DOI: 10.1088/1755-1315/666/6/062030
 17. Saito H., Iijima Y., Basharin N.I., Fedorov A.N., Kunitsky V.V. Thermokarst development detected from high-definition topographic data in Central Yakutia // Remote Sensing. 2018. № 10. P. 1579. DOI: 10.3390/rs10101579
 18. Shiklomanov N.I., Streletskiy D.A., Swales T.B., Kokorev V.A. Climate Change and Stability of Urban Infrastructure in Russian Permafrost Regions: Prognostic Assessment based on GCM Climate Projections // Geographical review. 2017. No. 1(107). Pp. 125–142. DOI: 10.1111/gere.12214
 19. 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. 100589. DOI: 10.1016/j.polar.2020.100589
 20. Свинобоев А.Н., Неустроева А.Б. Изменение климата и условий жизни на Севере в восприятии коренного населения // Урбанистика. 2017. № 4. С. 28–39. DOI: 10.7256/2310-8673.2017.4.24619
 21. Fujiwara J. Flood risk and migration in the Republic of Sakha (Yakutia) // Global Warming and Human — Nature Dimension in Northern Eurasia. Singapore: Springer, 2018. Pp. 125–143. DOI: 10.1007/978-981-10-4648-3_8
 22. 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 // Географическая среда и живые системы. 2021. № 3. С. 6–21. DOI: 10.18384/2712-7621-2021-3-6-21
 23. Takakura H., Iijima Y., Ignatieva V.B., Fedorov A.N., Goto M., Tanaka T. Permafrost and culture. Global Warming and the Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation. Tohoku: Center for North-east Asian Studies, Tohoku University, 2021. 60 p.
 24. Takakura H., Fujioka Y., Ignatyeva V., Vinokurova N., Grigorev S., Boyakova S., Tanaka T. Differences in local perceptions about climate and environmental changes among residents in a small community in Eastern Siberia // Polar Science. 2020. No. 27. Pp. 100556–100630. DOI: 10.1016/j.polar.2020.100556
 25. Соловьев П.А. Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. Москва: Издательство АН СССР, 1959. 144 с.
 26. Сафронов Ф.Г. Русские на северо-востоке Азии в XVII — середине XIX в.: управление, служилые люди, крестьяне, городское население. Москва: Наука, 1978. 258 с.
 27. Федоров В.В. История Амгинского улуса в датах. Якутск: Полиграфист, 1996. 92 с.
 28. Редько М.А., Кулагин Ю.Д., Павляк А.Ф., Горизонтов В.В., Горизонтова Т.М., Кузьмина Ф.И., Костенко С.А. Юнкюрский наслег. Олекминск: Центральная районная библиотека, 2010. 24 с.
 29. Угаров И.С., Ефремов П.В. Мониторинговые исследования сельскохозяйственных ландшафтов в Центральной Якутии // Успехи современного естествознания. 2011. № 9. С. 23–26.
 30. Лыткин В.М. Температурный режим многолетнемерзлых пород на участках проявления термокарстовых процессов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции, Якутск, 23–25 марта 2022 г. Якутск: СВФУ, 2022. С. 424–427. DOI: 10.52994/9785751332846_2022_89
 31. Готовцев С.П., Копырина Л.И., Ефимова А.П., Захарова В.И., Ноговицын Д.Д., Порядина Л.Н., Заболотник П.С., Сыромятников И.И., Иванова А.З., Егоров Н.Н., Десяткин Р.В., Охлопков И.М., Иванова Е.И., Михалева Л.Г., Кириллин Е.В., Габышева О.И., Салова Т.А., Кильмянинов В.В. Криоэкосистемы бассейна реки Алазеи. Новосибирск: Гео, 2018. 210 с.
 32. Боякова С.И., Григорьев С.А., Такакура Х., Фуджиока Ю. Сельские поселения Якутии в условиях изменения климата: стратегии адаптации к деградации вечной мерзлоты // Право в контексте устойчивого развития Арктики: вызовы времени и новые возможности: сборник материалов

международной научно-практической конференции, Якутск, 17–21 ноября 2020 года. Казань: Бук, 2021. С. 216–221.

References

1. Suleymanov A.A. Antropologiya kholoda: estestvennye nizkie temperatury v traditsionnoy sisteme zhizneobespecheniya yakutov (XIX v. — 30-e gg. XX v.). [Cryoanthropology: Influence of Natural Low Temperatures on the Yakut Traditional Life Sustenance System, 19th Century to the 1930s]. *Oriental Studies*, 2021, vol. 14, no. 1, pp. 115–133. DOI: 10.22162/2619-0990-2021-53-1-115-133
2. Shestakova A.A., Fedorov A.N., Torgovkin Y.I., Konstantinov P.Y., Vasyliov N.F., Kalinicheva S.V., Samsonova V.V., Hiyama T., Park H., Iijima Y., Iwahana G., Gorokhov A.N. Mapping the Main Characteristics of Permafrost on the Basis of a Permafrost-Landscape Map of Yakutia Using GIS. *Land*, 2021, no. 10 (5), p. 462. DOI: 10.3390/land10050462
3. Skachkov Yu.B. Dinamika izmeneniya srednegodovoy temperatury vozdukhа v respublike Sakha (Yakutiya) za poslednie 50 let [Mean Annual Air Temperature Variation in the Republic of Sakha (Yakutia) During the Last 50 Years]. In: *Trudy Devyatogo mezhdunarodnogo simpoziuma «Balans ugleroda, vody i energii i klimat boreal'nykh i arkticheskikh regionov s osobym aktsentom na Vostochnuyu Evraziyu»* [Proc. 9th Intern. Symposium "C/H₂O/Energy Balance and Climate over the Boreal and Arctic Regions with Special Emphasis on Eastern Eurasia"]. Yakutsk, Russia. Nagoya, Nagoya University Publ., 2016, pp. 208–211. (In Russ.)
4. Suleymanov A.A. «Resursy kholoda» v sisteme zhizneobespecheniya sel'skikh soobshchestv Yakutii. *Vtoraya polovina XIX–XX v.: monografiya* ["Cold Resources" in the Life Support System of Rural Communities of Yakutia. The End of the 19th - the Beginning of the 20th Century]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2022, 136 p. (In Russ.)
5. Efimov G.F., Grave N.A. Pogrebennye l'dy rayona озера Abalakh [Buried Ice of the Abalakh Lake Area]. *Sotsialisticheskoe stroitel'stvo* [Socialist Construction], 1940, no. 10–11, pp. 67–78.
6. Fedorov A.N., Konstantinov P.Y., Vasilyev N.F., Shestakova A.A. The Influence of Boreal Forest Dynamics on the Current State of Permafrost in Central Yakutia. *Polar Science*, 2019, vol. 22, p. 100483. DOI: 10.1016/j.polar.2019.100483
7. Shur Y., Hinkel K.M., Nelson F.E. The Transient Layer: Implications for Geocryology and Climate-Change Science. *Permafrost and Periglacial Processes*, 2005, vol. 16, no. 1, pp. 5–17. DOI: 10.1002/ppp.518
8. Grosse G., Romanovsky V., Jorgenson T., Anthony K.W. Vulnerability and Feedbacks of Permafrost to Climate Change. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 2011, no. 9 (92), pp. 73–74. DOI: 10.1029/2011EO090001
9. Kachurin S.P. *Termokarst na territorii SSSR* [Thermokarst on the Territory of the USSR]. Moscow, AS USSR Publ., 1961, 262 p. (In Russ.)
10. Fedorov A.N., Gavriliev P.P., Konstantinov P.Y., Hiyama T., Iijima Y., Iwahana G. Estimating the Water Balance of a Thermokarst Lake in the Middle of the Lena River Basin, Eastern Siberia. *Ecohydrology*, 2014, no. 2 (7), pp. 188–196. DOI: 10.1002/eco.1378
11. Streletskiy D.A., Suter L.J., Shiklomanov N.I., Porfiriev B.N., Eliseev D.O. Assessment of Climate Change Impacts on Buildings, Structures and Infrastructure in the Russian Regions on Permafrost. *Environmental Research Letters*, 2019, no. 2 (14), p. 25003. DOI: 10.1088/1748-9326/aaf5e6
12. Motenko R.G., Lupachev A.V., Tananaev N.I., Shepelev A.G. Vliyanie degradatsii mnogoletney merzloty v Tsentral'noy Yakutii na sodержание organicheskogo ugleroda v pochvakh i verkhnikh sloyakh MMP [Impact of Permafrost Degradation in Central Yakutia on Organic Carbon Content in Soils and Upper Layers of Permafrost]. In: *Monitoring v kriolitozone: Sbornik dokladov Shestoy konferentsii geokriologov Rossii s uchastiem rossiyskikh i zarubezhnykh uchenykh, inzhenerov i spetsialistov* [Monitoring in Cryolithozone. Collection of Reports of the 6th Conference of Geocryologists of Russia with the Participation of Russian and Foreign Scientists, Engineers and Specialists]. Moscow, KDU Publ., Dobrosvet Publ., 2022, pp. 1074–1079. (In Russ.)
13. Sannikova E.E., Evstafyeva S.V., Tananaev N.I., Danilov I.V., Artamonov I.A. Vliyanie lesnykh pozharov na degradatsiyu mnogoletney merzloty [Impact of Forest Fires on Permafrost Degradation]. In: *DIGITAL EDU. Tsifrovye kompetentsii v obrazovanii: Sbornik materialov*

- Vserossiyskogo nauchnogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem* [DIGITAL EDU. Digital Competences in Education: Proc. . All-Russ. Sci. Forum with International Participation]. Kirov, MCITO Publ., 2022, pp. 271–274. (In Russ.)
14. Melnikov V.P., Osipov V.I., Brushkov A.V., Badina S.V., Drozdov D.S., Dubrovin V.A., Zheleznyak M.N., Sadurtdinov M.R., Sergeev D.O., Okunev S.N., Ostarkov N.A., Osokin A.B., Fedorov R.Yu. Adaptatsiya infrastruktury Arktiki i Subarktiki k izmeneniyam temperatury merzlykh gruntov [Adaptation of Arctic and Subarctic Infrastructure to Changes in the Temperature of Frozen Soils]. *Kriosfera Zemli* [Earth's Cryosphere], 2021, vol. 25, no. 6, pp. 3–15. DOI: 10.15372/KZ20210601
 15. Zhirkov A., Permyakov P., Kirillin A., Wen Z. Influence of Rainfall Changes on the Temperature Regime of Permafrost in Central Yakutia. *Land*, 2021, vol. 10, no. 11, p. 1230. DOI: 10.3390/land10111230
 16. Lytkin L.V., Syromyatnikov I.I. Application of an Unmanned Aerial Vehicle for Large-Scale Mapping of Thermokarst Landforms. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 666, p. 062030. DOI: 10.1088/1755-1315/666/6/062030
 17. Saito H., Iijima Y., Basharin N.I., Fedorov A.N., Kunitsky V.V. Thermokarst Development Detected from High-Definition Topographic Data in Central Yakutia. *Remote Sensing*, 2018, no. 10, p. 1579. DOI: 10.3390/rs10101579
 18. Shiklomanov N.I., Streletskiy D.A., Swales T.B., Kokorev V.A. Climate Change and Stability of Urban Infrastructure in Russian Permafrost Regions: Prognostic Assessment Based on GCM Climate Projections. *Geographical Review*, 2017, no. 1(107), pp. 125–142. DOI: 10.1111/gere.12214
 19. 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. DOI: 10.1016/j.polar.2020.100589
 20. Svinoboev A.N., Neustroeva A.B. Izmenenie klimata i usloviy zhizni na Severe v vospriyatii korenogo naseleniya [Changes in Climate and Living Conditions in the North as Perceived by Indigenous People]. *Urbanistika* [Urban Studies], 2017, no. 4, pp. 28–39. DOI: 10.7256/2310-8673.2017.4.24619
 21. Fujiwara J. Flood Risk and Migration in the Republic of Sakha (Yakutia). In: *Global Warming and Human — Nature Dimension in Northern Eurasia*. Singapore, Springer, 2018, pp. 125–143. DOI: 10.1007/978-981-10-4648-3_8
 22. Ananicheva M.D., Litvinenko T.V., Filippova V.V. Izmenenie klimata v Respublike Sakha (Yakutiya) i ego vliyanie na naselenie: instrumental'nye izmereniya i nablyudeniya mestnykh zhitel'ey [Climate Change in the Republic of Sakha (Yakutia) and Its Impact on the Population: Instrumental Measurement and Observations of the Local Population]. *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographical Environment and Living Systems], 2021, no. 3, pp. 6–21. DOI: 10.18384/2712-7621-2021-3-6-21
 23. Takakura H., Iijima Y., Ignatieva V.B., Fedorov A.N., Goto M., Tanaka T. *Permafrost and culture. Global Warming and the Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation*. Tohoku, Center for North-east Asian Studies, Tohoku University, 2021, 60 p.
 24. Takakura H., Fujioka Y., Ignatyeva V., Vinokurova N., Grigorev S., Boyakova S., Tanaka T. Differences in Local Perceptions about Climate and Environmental Changes among Residents in a Small Community in Eastern Siberia. *Polar Science*, 2020, no. 27, pp. 100556–100630. DOI: 10.1016/j.polar.2020.100556
 25. Solovyev P.A. *Kriolitozona severnoy chasti Leno-Amginskogo mezhdurech'ya* [Cryolithozone of the Northern Part of the Leno-Amginsky Interfluve]. Moscow, AS USSR Publ., 1959, 144 p. (In Russ.)
 26. Safronov F.G. *Russkie na severo-vostoke Azii v XVII — seredine XIX v.: upravlenie, sluzhilye lyudi, krest'yane, gorodskoe naselenie* [Russians in Northeast Asia in the 17th — mid-19th Centuries: Management, Service People, Peasants, Urban Population]. Moscow, Nauka Publ., 1978, 258 p. (In Russ.)
 27. Fedorov V.V. *Istoriya Amginskogo ulusa v datakh* [History of Amginsky District in Dates]. Yakutsk, Poligrafist Publ., 1996, 92 p. (In Russ.)
 28. Redko M.A., Kulagin Yu.D., Pavlyak A.F., Gorizontov V.V., Gorizontova T.M., Kuzmina F.I., Kostenko S.A. *Yunkyrskiy nasleg* [Yunkyr Nasleg]. Olyokminsk, Central district library Publ., 2010, 24 p. (In Russ.)

29. Ugarov I.S., Efremov P.V. Monitoringovyе issledovaniya sel'skokhozyaystvennykh landshaftov v Tsentral'noy Yakutii [Cryoeological Monitoring Investigations of Agricultural Landscapes in Central Yakutia]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2011, no. 9, pp. 23–26.
30. Lytkin V.M. Temperaturnyy rezhim mnogoletnemerzlykh porod na uchastkakh proyavleniya termokarstovykh protsessov [Temperature Regime of Perennially Frozen Rocks in the Areas of Thermokarst Processes Manifestation]. In: *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Severo-Vostoka Rossii: Materialy XII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Geology and Mineral Resources of the Northeast of Russia. Proc. 12th All-Russ. Sci. and Pract. Conf.]. Yakutsk, NEFU Publ., 2022, pp. 424–427. DOI: 10.52994/9785751332846_2022_89 (In Russ.)
31. Gotovtsev S.P., Kopyrina L.I., Efimova A.P., Zakharova V.I., Nogovitsyn D.D., Poryadina L.N., Zabolotnik P.S., Syromyatnikov I.I., Ivanova A.Z., Egorov N.N., Desyatkin R.V., Okhlopkov I.M., Ivanova E.I., Mikhaleva L.G., Kirillin E.V., Gabysheva O.I., Salova T.A., Kilmyaninov V.V. *Krioekosistemy basseyna reki Alazei: monografiya* [Cryoeosystems in the Alazeya River Basin]. Novosibirsk, Geo Publ., 2018, 210 p. (In Russ.)
32. Boyakova S.I., Grigoryev S.A., Takakura H., Fudzhioka Y. Sel'skie poseleniya Yakutii v usloviyakh izmeneniya klimata: strategii adaptatsii k degradatsii vechnoy merzloty [Rural Settlements of Yakutia in the Face of Climate Change: Strategies for Adapting to the Degradation of Permafrost]. In: *Pravo v kontekste ustoychivogo razvitiya Arktiki: vyzovy vremeni i novye vozmozhnosti: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Law in the Context of Sustainable Development of the Arctic: Challenges of Time and New Opportunities: Proc. Intern. Sci. and Pract. Conf.]. Kazan, Buk Publ., 2021, pp. 216–221. (In Russ.)

*Статья поступила в редакцию 21.02.2023; одобрена после рецензирования 23.02.2023;
принята к публикации 03.03.2023*

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов