

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ДОСТУПНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ В СВЯЗИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ (НА ПРИМЕРЕ ЯНАО И РЕСПУБЛИКИ САХА-ЯКУТИЯ)¹

ЕЛИСЕЕВ Дмитрий Олегович, к.э.н., elisd@mail.ru, ведущий научный сотрудник, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Россия,

РЕВИЧ Борис Александрович, д.м.н., b_revich@yandex.ru, заведующий лабораторией, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Россия

ШАРТОВА Наталья Витальевна, к.г.н., nshartova@hse.ru, ведущий научный сотрудник, НИУ Высшая школа экономики, Москва, Россия
ГРИЩЕНКО Михаил Юрьевич, к.г.н., m.gri@geogr.msu.ru, старший научный сотрудник, географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова; доцент НИУ Высшая школа экономики; Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Россия

В статье рассмотрены вопросы доступности медицинской помощи в ЯНАО и республике Саха-Якутия с учетом последствий деградации многолетней мерзлоты (ММ) и их влияния на функционирование медицинских учреждений. Показано, что в интервале 2024-2035 гг. в ЯНАО возможно потенциальное выбытие 2 объектов, в последующем интервале 2036-2050 гг. 3-х объектов ежегодно. Ожидаемые дополнительные расходы на восстановление функциональности выбывающих объектов составят около 890 млн руб. в 2024-2035 гг. и 1,58 млрд руб. в 2036-2050 гг. ежегодно. В республике Саха-Якутия предполагается выбытие 12 объектов в 2024-2035 гг. с ожидаемыми дополнительными расходами 2,62 млрд руб. ежегодно и 19 объектов в 2036-2050 гг. с ожидаемыми дополнительными расходами 4,22 млрд руб. ежегодно. Протаивание ММ практически не влияет на транспортную доступность медицинской помощи в ЯНАО – остается на высоком уровне, свыше 80%, но при этом существенно ограничивает ее в республике Саха-Якутия особенно в части специализированной стационарной помощи – ограничения для 40% населения.

¹ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-01049, <https://rscf.ru/project/22-28-01049>

Ключевые слова: многолетняя мерзлота, климатические изменения, транспортная доступность, медицинские учреждения, протаивание

DOI: 10.47711/2076-3182-2023-4-182-204

Введение. Потепление климата в Арктическом макрорегионе, в том числе в Арктической зоне, где потепление достигло $0,71^{\circ}\text{C}$ [1]. В VI Оценочном докладе об изменениях климата IPCC отмечается, что скорость и интенсивность климатических изменений в приполярных регионах мира намного превышает аналогичные процессы в мире [2]. Наиболее проблемными последствиями таких изменений эксперты выделяют увеличение уровня воды в Северном ледовитом океане и затопление прибрежных территорий; изменение режима стока рек; негативное влияние на существующие биоресурсы, а также деградацию многолетней мерзлоты (далее ММ). Последнее явление представляется одним из наиболее значимых негативных факторов, особенно влияющих на хозяйственную активность российских регионов. Достаточно отметить, что территория пяти крупных регионов (НАО, ЯНАО, Якутия, Магаданская область, ЧАО) полностью расположена в зоне многолетней мерзлоты.

В ежегодных докладах Росгидромета «Об особенностях климата на территории Российской Федерации» отмечается ежегодное увеличение сезонно-талого слоя многолетней мерзлоты в регионах ее распространения [3]. Исторически сложилось (в период условной климатической устойчивости), что строительство хозяйственных объектов на ММ ведется с учетом специфики ее сезонного протаивания и соответственно для устойчивости построек необходимо заглубление фундаментов ниже этого слоя [4-5]. При изменении глубины протаивания возникают риски для устойчивости фундаментов построенных объектов и в наиболее кризисных проявлениях их постепенное разрушение. В значительном количестве работ естественно-научного профиля достаточно подробно показано, что деградация ММ ведет к потере устойчивости грунта, его просадке с соответствующими негативными последствиями для устойчивости зданий и сооружений [6-7]. В отдельных исследованиях приводятся данные о фактических экономических потерях от этого явления [8-9].

За последнее время начали публиковаться работы, в которых предлагаются методические подходы к оценке возможного ущерба от деградации ММ в долгосрочной перспективе, а также приводятся соответствующие оценки. Есть работы с приведением обобщающих оценок на макроуровне (снижение ВВП, основные фонды) [10-11], а также исследования отраслевого характера (энергетика, дорожная инфраструктура, жилищный комплекс и т.п.) [12-16]. Несмотря на отдельные различия в методах и подходах, выбора объекта оценки, использования различных экономико-климатических сценариев, а также исследуемых территорий в целом все авторы сходятся во мнении, что в долгосрочной перспективе протаивание ММ повлечет за собой ущерб для всех хозяйственных комплексов, построенных на этих грунтах. Оценка этого ущерба варьируется в зависимости от предложенной методологии, но в целом примерно соответствует 2% от ВРП исследуемых регионов или примерно 5-7 трлн руб. на период до 2050 г.

Понятно, что исследование и оценка прямого ущерба от деградации ММ является значимой проблематикой, поскольку обозначает соответствующие потенциальные риски для экономики государства и возможные расходы, которые возникнут в будущем из-за присутствия этих рисков. Фактически целью данных работ является определение этих рисков, обозначение их возможных масштабов с последующей целью выработки соответствующих адаптационных решений, которые будут способствовать их минимизации [17].

Вместе с тем из фокуса внимания пока выпадает вопрос косвенных убытков, которые могут возникнуть вследствие разрушения хозяйственных объектов и которые по стоимости могут быть сопоставимы с прямым ущербом. Одним из таких рисков является сокращение доступности медицинской помощи в северных регионах вследствие возможного временного закрытия медицинских учреждений из-за аварийных ситуаций, связанных с построенными на ММ объектами здравоохранения. Важность такой оценки представляется следующими обстоятельствами.

Во-первых, деградация ММ как явление несет в себе значительные риски для здоровья и жизни населения, которое проживает на этих территориях. В ряде работ авторов настоящей статьи

отмечается, что при деградации ММ оттаивают могильники зараженных животных, что может в свою очередь провоцировать рост соответствующих инфекционных заболеваний на территориях [18]. Общеклиматические изменения (рост температуры атмосферного воздуха и поверхностного слоя ММ, изменения режимов осадков и т.п.) провоцируют «миграцию южных заболеваний» на нехарактерные для них территории севера России.

Во-вторых, смертность от ведущих причин [19] и общая заболеваемость в северных регионах несколько выше среднестрановых показателей, что подробно отражается в соответствующих статистических изданиях и научных исследованиях. Это в свою очередь предъявляет дополнительные требования к качественно-количественным показателям региональных систем здравоохранения (количество врачей и среднего медицинского персонала, наличие развитой системы учреждений здравоохранения и т.п.), которые не всегда выполняются.

В-третьих, в северных регионах относительно низкая плотность населения и неразвитая транспортная инфраструктура, поэтому наличие функционирующих медицинских учреждений для многих населенных пунктов является критически важным, а в некоторых случаях безальтернативным с точки зрения получения своевременной медицинской помощи.

Проблемы доступности медицинской помощи, а также критичность протаивания ММ для медицинских объектов была исследована в нескольких ранее опубликованных работах авторов. Принципиальным отличием настоящей статьи является попытка совместить вопросы оценки доступности при сочетании условий возможной утраты (временного закрытия) медицинских учреждений при деградации ММ. Конечно данный тезис звучит несколько абстрактно и в реальной жизни изменение доступности в контексте протаивания ММ скорее всего будет означать определенные управленческие, организационные, технические и финансовые сложности (к примеру, признание больницы аварийным объектом – предполагает, что ее временно разместят в другом здании, которое при этом надо найти или построить, что предполагает определенные управленческие решения, расходы и временные сроки передислокации). Поэтому цель настоящей работы показать ограничения, а также

определить возможные расходы на сокращение или ликвидацию этих ограничений. Методологической основой являются две ранее опубликованные работы авторов [20-21].

Настоящая работа посвящена исследованию доступности медицинской помощи на территории Республики Саха-Якутия и Ямало-Ненецкого АО. Выбор этих субъектов определен тем, что территории обоих полностью расположены на ММ и являются достаточно большими как по населению, так и по территории с точки зрения репрезентации результатов.

Характеристика системы здравоохранения ЯНАО и Республики Саха-Якутия. Система здравоохранения исследуемых регионов (подробные данные представлены в табл. 1) состоит из лечебных стационаров (больниц), амбулаторно-поликлинических учреждений (поликлиники, амбулатории, фельдшерские (ФП) и фельдшерско-акушерские (ФАП), а также негосударственного сектора, который не рассматривается в настоящем исследовании ввиду его фрагментарной представленности. Как отмечалось в предыдущем исследовании [20], реформы последних десятилетий привели к существенному сокращению количества медицинских учреждений, а также их мощностных характеристик. В период пандемии COVID-19 ситуация несколько улучшилась и началось увеличение количественных показателей системы здравоохранения, но вместе с тем они все еще отстают от значений 2005-2010 гг. Из положительных аспектов следует отметить резкое улучшение доступности амбулаторной помощи, что отражается в показателе посещаемости на количество жителей.

Следует отметить, что представленные Росстатом данные не совсем соответствуют фактическому количеству медицинских учреждений, расположенных на территориях (по данным Территориальных фондов обязательного медицинского страхования и лицензий Росздравнадзора на осуществление медицинской деятельности). Юридически значительное количество медицинских учреждений являются совокупностью объектов, и условная номинальная больница/поликлиника может состоять из 2-3 больниц на территории и сети поликлиник/ФАП/амбулаторий. Эти фактические данные можно косвенно подтвердить существующей статистикой на основе

сравнения количественных показателей амбулаторно-поликлинической сети и ее мощности.

Таблица 1

Система медицинских учреждений в исследуемых регионах

Регионы	2005	2010	2015	2018	2019	2020	2021
Число больничных организаций по субъектам Российской Федерации (единиц)							
Российская Федерация	9479	6308	5433	5257	5130	5065	5072
Ямало-Ненецкий автономный округ	47	28	22	22	21	21	24
Республика Саха-Якутия	287	65	62	62	62	56	55
Число больничных коек на 10 000 человек населения по субъектам Российской Федерации							
Российская Федерация	110,9	93,8	83,4	81,6	80,0	81,3	79,0
Ямало-Ненецкий автономный округ	116,0	99,6	86,3	82,0	75,9	75,9	83,0
Республика Саха-Якутия	152,6	114,9	105,7	98,2	95,7	86,5	85,0
Число амбулаторно-поликлинических организаций по субъектам Российской Федерации							
Российская Федерация	21783	15732	18564	20228	21216	22891	21616
Ямало-Ненецкий автономный округ	102	40	90	86	86	93	95
Республика Саха-Якутия	362	96	100	107	104	92	90
Мощность амбулаторно-поликлинических организаций на 10 000 человек населения по субъектам российской федерации (число посещений в смену)							
Российская Федерация	256,0	257,9	263,5	272,4	277,5	283,7	289,0
Ямало-Ненецкий автономный округ	243,9	206,5	242,1	245,6	248,0	251,9	272,0
Республика Саха-Якутия	272,9	270,0	286	294,6	295,7	284,6	285,0
<i>Прим. – количество учреждений на основе данных Росстата и может отличаться от фактических значений, используемых в расчетах в настоящем исследовании. Обусловлено тем, что статистика отражает количество юридических лиц, что не всегда равно количеству медицинских организаций на местах</i>							

Источник: составлено по данным Росстата

В последующем в работе используются данные о фактическом количестве медицинских учреждений на территориях регионов, которые были получены из данных ТФОМС и полученных лицензий медицинских учреждений.

Методика оценки доступности медицинской помощи в долгосрочной перспективе в условиях деградации ММ. Основа предлагаемой методики рассмотрена и апробирована в двух ранее опубликованных работах. В первой исследованы вопросы оценки ожидаемого ущерба от деградации ММ для учреждений здравоохранения 9 регионов с высокой степенью представленности ММ, во второй представлены оценки доступности медицинских учреждений для населения. Фактически

предлагаемая в настоящей работе методика представляет собой их совокупность с учетом изменений и усовершенствований необходимых для их сочетания.

На первом этапе необходимо провести фактическую оценку количества медицинских учреждений, которые непосредственно оказывают первичную медицинскую помощь широкого профиля населению в исследуемых регионах (в данной оценке исключаются объекты стоматологии, медицинские кабинеты в учреждениях образования, диагностические лаборатории, специализированные центры). В формируемый перечень включаются больницы различного профиля, поликлиники, амбулатории, фельдшерско-акушерские (ФАП) и фельдшерские (ФП) пункты, а также исключаются дублирующие объекты, которые находятся в шаговой доступности от включенного в перечень объекта, что принципиально отличает объем полученных данных от ранее приведенного в исследовании [20]. Кроме этого, полученные данные отличаются от статистики по учреждениям здравоохранения отраженной в сведениях Росстата. Детализация локализации объектов проводится до уровня каждого муниципального образования исследуемого региона. Методологической базой исследования являются следующие информационные ресурсы: перечень лицензированных учреждений здравоохранения по данным территориальных фондов обязательного медицинского страхования, перечень лицензируемых объектов по данным с сайтов учреждений здравоохранения (где применимо). Дополнительная верификация проводится на основе картографических сервисов Google Maps, Yandex Maps.

Второй этап предусматривает оценку фактического количества временно выбывающих объектов здравоохранения из-за протаивания ММ. Эти данные необходимы для последующей оценки доступности медицинской помощи в конкретных муниципальных образованиях. В ранее опубликованных работах [15] ожидаемый ущерб в стоимостном выражении пропорционально распределялся на временной период (обычно до 2050 г. – дата, которая в значительном количестве работ по деградации ММ определяется как реперная точка практически полной утраты ММ своих несущих способностей (не исчезновение слоя ММ, а именно утраты несущих характеристик

в большинстве регионов). В последней работе по оценке влияния ожидаемого ущерба на основные макроэкономические показатели использовался модельный прогноз с учетом возможных ежегодных изменений масштабов протаивания и соответственно получаемого ущерба [17]. В данном случае определяющим были климатические данные, что скорость и интенсивность протаивания резко увеличится после 2036 г. и соответственно ожидаемый ущерб после 2036 г. будет выше.

Кроме этого, для целей моделирования из-за отсутствия фактических данных о количестве объектов, построенных непосредственно на многолетнемерзлых грунтах, используется ранее апробированная методология количественной синтетической оценки, основанная на данных Международной ассоциации мерзлотоведения². В общем виде формула расчета для конкретного региона выглядит следующим образом [10]:

$$N_i = 0,9Nc_i + 0,5Nd_i + 0,1Ns_i \quad (1)$$

где N_i – общее количество объектов системы здравоохранения, построенных на многолетнемерзлых грунтах в i -ом регионе; Nc_i – количество объектов системы здравоохранения, построенных в зоне сплошной мерзлоты в i -ом регионе; Nd_i – количество объектов системы здравоохранения, построенных в зоне прерывистой мерзлоты в i -ом регионе; Ns_i – количество объектов системы здравоохранения, построенных в зоне массивно-островной мерзлоты в i -ом регионе.

Из-за отсутствия понимания о вероятности наступления того или иного события, которое провоцирует возникновение ущерба от деградации ММ и соответственно временное закрытие соответствующего медицинского учреждения в рамках

² По методологии Международной Ассоциации Мерзлотоведения, по площади распространения выделяются следующие типы вечной мерзлоты: сплошная (90-100% охвата территории), прерывистая (50-90%), массивно-островная (10-50%), очаговая или островная (менее 10% охвата территории); по льдистости пород – высокая, средняя и низкая. Так, в Мурманской области, на среднем Урале (Пермский край, Свердловская область), в Южной части Сибири (Иркутская область, Алтайский край, Республика Тыва, Кемеровская область) и Дальнего Востока (Амурская область, Сахалин) вечная мерзлота, как правило, расположена либо в горных труднодоступных районах, либо представлена очаговыми проявлениями, таким образом, не представляя значимого риска для хозяйственной деятельности., Кемеровская область) и Дальнего Востока (Амурская область, Сахалин) вечная мерзлота, как правило, расположена либо в горных труднодоступных районах, либо представлена очаговыми проявлениями, таким образом, не представляя значимого риска для хозяйственной деятельности.

этого этапа используется модельный подход. Поэтому в рамках настоящей методики количество рассматриваемых объектов было условно поделено на 2 части: в период 2024–2035 гг. под возможные разрушения и соответственно временный простой попадает примерно 1/3 объектов на территории (с учетом округления до целого значения); в период 2036–2050 гг. – 2/3 объектов на территории имеют ограниченную функциональность. При этом количество объектов на каждом временном интервале разделено пропорционально по годам. В общем виде формула расчета выглядит следующим образом:

$$O_f = O_r * x/t \quad (2)$$

где, O_f – фактическое количество объектов, которые будут функционально неработоспособны в год; O_r – общее количество объектов на территории; x – доля объектов, которые будут функционально неработоспособно за период времени; t – период времени.

На третьем этапе проводится индикативная оценка стоимости замещения объектов (или строительства новых), которое проводится по апробированной ранее методике, с коррекцией стоимостных параметров до 2022 г.

На четвертом этапе рассматривается транспортная доступность медицинской помощи с учетом полученных данных о выбытии объектов здравоохранения на исследуемых территориях вследствие протаивания ММ. Анализ транспортной доступности медицинских учреждений проведен для всех населенных пунктов ЯНАО и ключевого участка Якутии, включающего наиболее труднодоступные арктические районы: Анабарский, Булунский, Жиганский, Эвено-Бытантайский, Оленёкский; и прилегающие: Мирнинский, Нюрбинский, Ленский, Сунтарский, Верхневилуйский, Вилуйский. Выбраны медицинские учреждения различного уровня – центральные районные больницы, районные и участковые больницы, фельдшерско-акушерские пункты (ФАП) и амбулатории. Доступность медицинской помощи была рассчитана с учетом следующих сценариев: 1) оказание только первичной помощи (ФАП, амбулатории); 2) оказание базовой медицинской помощи (ФАП, амбулатории,

участковые и районные больницы); 3) оказание квалифицированной специализированной помощи (центральные районные больницы, поликлиники). Для каждого учреждения определено его местоположение и проведена географическая привязка. Также в анализе использованы векторные пространственные данные о дорожной сети рассматриваемых регионов, размещении населённых пунктов и их численности (по данным на 1 января 2015 г.), источник – портал OpenStreetMap. Все дальнейшие расчеты выполнены с использованием ПО ArcGIS. Для проведения расчетов дорожную сеть была трансформирована в дорожный граф, в т.е. топологически связанные рёбра и узлы, местоположение и свойства которых с заданной точностью и полнотой передают возможные маршруты движения автомобильного транспорта на исследуемой территории. Для этого дорожная сеть была подвергнута существенной генерализации на основе атрибутов OpenStreetMap с исключением участков, не приспособленных для проезда транспорта обычной проходимости. Дальнейший сетевой анализ дорожного графа позволяет учесть возможные кратчайшие маршруты передвижения между населёнными пунктами и медицинскими учреждениями на автомобиле. Таким образом учитываются данные не только о местоположении медицинских учреждений и населённых пунктов, но и о конфигурации и свойствах дорожной сети, их соединяющей. Затем с помощью набора инструментов Network Analyst построены транспортные зоны доступности 15, 25, 35, 50, 100 и 500 км относительно набор данных по расположению медицинских учреждений и населённых пунктов. Дополнительно в анализ был включен фактор сезонности, а именно, для зимнего периода учитывались так называемые «зимники» – дороги, используемые для передвижения на автомобилях только в зимний период.

Оценка доступности медицинской помощи из-за выбытия объектов здравоохранения вследствие протавания ММ в исследуемых регионах. В соответствии с принятой методологией исследования рассмотрим подробнее количественные показатели объектов здравоохранения расположенных на ММ (см. табл. 2).

Таблица 2

Количественные показатели системы здравоохранения регионов

Регионы	Общее количество учреждений здравоохранения, построенных в зоне ММ	Количество выбывающих объектов здравоохранения (единиц)					Стоимость объектов в млрд руб.**	
		Общее количество объектов	2024-2035 гг.	Ежегодно*	2036-2050 гг.	Ежегодно*	2024-2035 гг.	2036-2050 гг.
Ямало-Ненецкий АО								
Больницы	37	21	9	1	12	1	10,44	19,38
Амбулаторная сеть	56	33	13	1	20	2	1,25	4,46
Республика Саха-Якутия								
Больницы	85	72	25	2	47	3	29,15	54,14
Амбулаторная сеть	421	360	126	10	234	16	4,93	9,15

*- при фактических расчетах и оценках округляется до целого значения, с переносом остатка на следующий год

** – стоимость объектов отличается

Источник: расчеты авторов, с учетом пообъектной оценки

Общее количество учреждений здравоохранения, расположенных в зоне ММ и оказывающих влияние на доступность медицинской помощи в исследуемых регионах составляет 599 объектов³. Из них в ЯНАО расположено 93 объекта, в том числе 37 больниц и 56 учреждений амбулаторного типа; в республике Саха-Якутия – 506 объектов, в том числе 85 больниц, 421 учреждения амбулаторного типа. Проведенные расчеты показывают, что непосредственно на многолетнемерзлых грунтах построено 486 объектов, которые в прогнозных оценках настоящей статьи будут подвержены разрушению вследствие протавивания ММ в долгосрочной перспективе. В том числе в ЯНАО – 21 больница и 33 учреждения амбулаторного типа; в республике Саха-Якутия – 72 больницы и 360 учреждений амбулаторного типа.

³ Эти данные включают себя фактическое количество учреждений на территориях регионов, а не статистические сведения учитываемые Росстатом. Принципиальными отличиями являются учет сведений об участковых больницах, а не амбулаторной сети, в которую с точки зрения статистики включены в более крупные юридические лица (к примеру, муниципальная больница, в состав которой включены несколько участковых больниц, а также ФАП, амбулатории и поликлиники и отражаемые в учета как единый хозяйственный комплекс).

Согласно оценкам, в период 2024-2035 гг. в ЯНАО выбывает 21 объект, а в республике Саха-Якутия 151 объект здравоохранения. В терминах доступности ежегодно предполагается, что в ЯНАО будут не работать 2 учреждения здравоохранения, а в республике Саха-Якутия 12 учреждений здравоохранения указанный период времени. После 2035 г. согласно климатологическим оценкам скорость протаивания ММ возрастет и соответственно риски утраты функциональности объектов увеличатся. В период 2036-2050 гг. в ЯНАО предполагается выбытие 32 объектов, а в республике Саха-Якутия – 281 объект, при ежегодных утратах: в ЯНАО 3 объекта и республике Саха-Якутия 19 объектов соответственно. Общие затраты на поддержание системы здравоохранения в функциональном режиме (минимизация потерь от сокращения доступности – фактическое замещение утраченных объектов) составляет 132,9 млрд руб. в интервале 2024-2050 гг., из них в ЯНАО эти расходы составят 35,53 млрд руб., а в республике Саха-Якутия – 97,37 млрд руб. В первый временной период (2024-2035 гг.) общие расходы на замещение в ЯНАО предполагаются в размере 11,69 млрд руб. или около 1 млрд руб. ежегодно дополнительных затрат; в республике Саха-Якутия расходы составят 34,08 млрд руб. или около 2,8 млрд руб. ежегодно. Во второй временной период расходы возрастают и соответственно в ЯНАО предполагаются на уровне 1,58 млрд руб. ежегодно, а в Республике Саха-Якутия – 4,2 млрд руб. соответственно.

Оценка транспортной доступности медицинской помощи. Анализ изменения транспортной доступности медицинской помощи в исследуемых регионах с учетом выбытия отдельных объектов здравоохранения вследствие протаивания ММ показывает следующие результаты.

Если в ЯНАО влияния протаивания ММ и возникающие при этом ограничения в объемах медицинских услуг практически не меняют возможности по получению всех видов медицинской помощи значительной частью населения, то в республике Саха-Якутия картина иная – высокая транспортная доступность обеспечивается в сегменте первичного звена здравоохранения (амбулаторно-поликлинические услуги), тогда как доступ к специализированной, в том числе высокотехнологичной помощи

ограничивается. Это обусловлено тем, что каждый муниципалитет (улус) региона фактически имеет одну крупную больницу и при утрате объекта вследствие его разрушения из-за протаивания ММ доступность медицинской помощи снижается существенным образом. Последующие расчеты оценок транспортной доступности проведены с учетом данных моделирования по утрате объектов здравоохранения вследствие протаивания ММ.

Результаты исследования свидетельствуют о значительных различиях в уровне транспортной доступности медицинских учреждений в двух рассматриваемых регионах (табл. 3-4).

Следует отметить высокий уровень транспортной доступности в ЯНАО. Практически все население (93,4%) имеет доступ к различным видам помощи, в том числе к квалифицированной специализированной медицинской помощи (87-88%) в пределах 15 км – это 87-88% населения (рис. 1). При этом сезонных различий практически не прослеживается, можно отметить лишь небольшое улучшение транспортной доступности в зимний период для населенных пунктов, значительно удаленных от больниц (50–100 км). Наибольшее количество населенных пунктов с ограничением транспортной доступности к медицинским учреждениям расположено на юго-западе ЯНАО в Шурьшкарском районе. Данный район в экономическом отношении ориентирован на производство сельскохозяйственной продукции (дотационные оленеводство и рыбодобыча), около половины населения составляют коренные народы, а доля населения с денежными доходами ниже регионального прожиточного минимума около 30% [22].

Рассматривая транспортную доступность медицинских учреждений всех категорий в Республике Саха-Якутия, также можно отметить высокую обеспеченность (93% населения находится в зоне до 15 км). Однако доступность квалифицированной специализированной медицинской помощи в существенно ниже. Доступ к базовой медицинской помощи в пределах 15 км лишь у 66-67% населения (рис. 2). Еще 30% населения находится в пределах 15-35 км. Доступность специализированной медицинской помощи в пределах 15 км лишь у 50% населения, у 4% населения зона доступности увеличивается

до 35 км, а практически 40% населения – свыше 50 км (рис. 3). Кроме того, более выражены различия в сезонной доступности медицинских учреждений. Это ярко проявляется на примере специализированной и базовой медицинской помощи для населенных пунктов, находящихся в зонах 100–250 км. Зимой примерно на 2% повышается доступность специализированной медицинской помощи. Несмотря на то что практически в каждом районе свыше 20% населения находятся на удаленности более 50 км от получения квалифицированной специализированной помощи, наиболее неблагоприятная ситуация складывается в Вилюйском, Мирнинском и Сунтарском районах, где процент населения, находящийся в указанной зоне удаленности, возрастает до 50, а также в Анабарском районе, где около 30% населения проживает в удаленности 100–250 км. Все эти районы расположены на юго-западе исследуемой территории (исключение составляет Анабарский район на крайнем северо-западе). Они имеют преимущественно традиционный сельский уклад жизни, за исключением Мирнинского района, экономика которого сосредоточена на деятельности компаний «Алроса».

При анализе данных таблиц 3 и 4 можно обратить внимание на следующие закономерности. Во-первых, выраженной дифференциации доступности между зимним и летним сезонами не выявлено ни в Республике Саха-Якутия, ни в Ямало-Ненецком автономном округе. Характерной особенностью этих регионов является развитая сеть зимних дорог, благодаря которым транспортная доступность в целом зимой выше, чем летом. Особенно это можно отметить для Якутии, где многие районы в принципе доступны по земле лишь в зимний период по зимним дорогам. В Ямало-Ненецком автономном округе сеть зимних дорог развита существенно слабее, однако, тоже имеет важное значение. По данным таблиц 3 и 4 видно, что транспортная доступность медицинских учреждений в целом зимой немного повышается в обоих регионах, что говорит о том, что влияние зимних дорог проявляется таким образом. Однако незначительность этого повышения говорит о том, что зимние дороги укрепляют в большей степени межрайонные связи, нежели внутрирайонные.

Таблица 3

Доля населения (%) с различной территориальной доступностью медицинской помощи, ЯНАО

Зона доступности (км)	Число населенных пунктов	Численность населения (чел.)	Вся медицинская помощь		Первичная помощь		Базовая медицинская помощь		Квалифицированная специализированная помощь	
			зима	лето	зима	лето	зима	лето	зима	лето
0 – 15	62	313414	93,40	93,40	18,5	18,00	54,7	54,7	87,2	88,4
15 – 25	26	40989	0,01	0,01	0,7	0,65	5,3	0,6	3,6	3,7
25 – 35	12	30187	0,01	0,01	5,2	1,08	1,3	5,9	0,5	0,6
35 – 50	5	7237	0,00	0,00	0,5	5,23	0,0	0,0	0,5	0,6
50 – 100	6	0	0,70	0,70	17,9	18,02	31,7	31,7	2,1	1,8
100 – 500	33	181527	5,90	5,90	57,2	57,00	7,1	7,1	5,9	5,1

Источник: расчеты авторов

Таблица 4

Доля населения (%) с различной территориальной доступностью медицинской помощи, Республика Саха-Якутия

Зона доступности (км)	Число населенных пунктов	Численность населения (чел.)	Вся медицинская помощь		Первичная помощь		Базовая медицинская помощь		Квалифицированная специализированная помощь	
			зима	лето	зима	лето	зима	лето	зима	лето
0 – 15	179	225315	99,400	98,900	46,10	45,6	67,200	66,70	52,80	52,70
15 – 25	9	680	0,290	0,200	16,30	16,2	15,100	15,00	2,50	2,00
25 – 35	11	591	0,260	0,200	15,80	15,8	15,800	15,80	2,40	2,40
35 – 50	9	9	0,004	0,090	1,50	1,6	0,004	0,09	2,67	2,62
50 – 100	15	6	0,003	0,003	6,20	6,2	0,800	0,80	11,80	11,40
100 – 250	24	50	0,020	0,020	2,90	1,9	1,000	0,02	11,10	8,90
250 – 500	16	10	0,004	0,004	11,20	12,2	0,004	1,03	15,90	15,90
Свыше 500	85	65	0,030	0,500	0,03	0,5	0,030	0,50	0,80	4,00

Источник: расчеты авторов

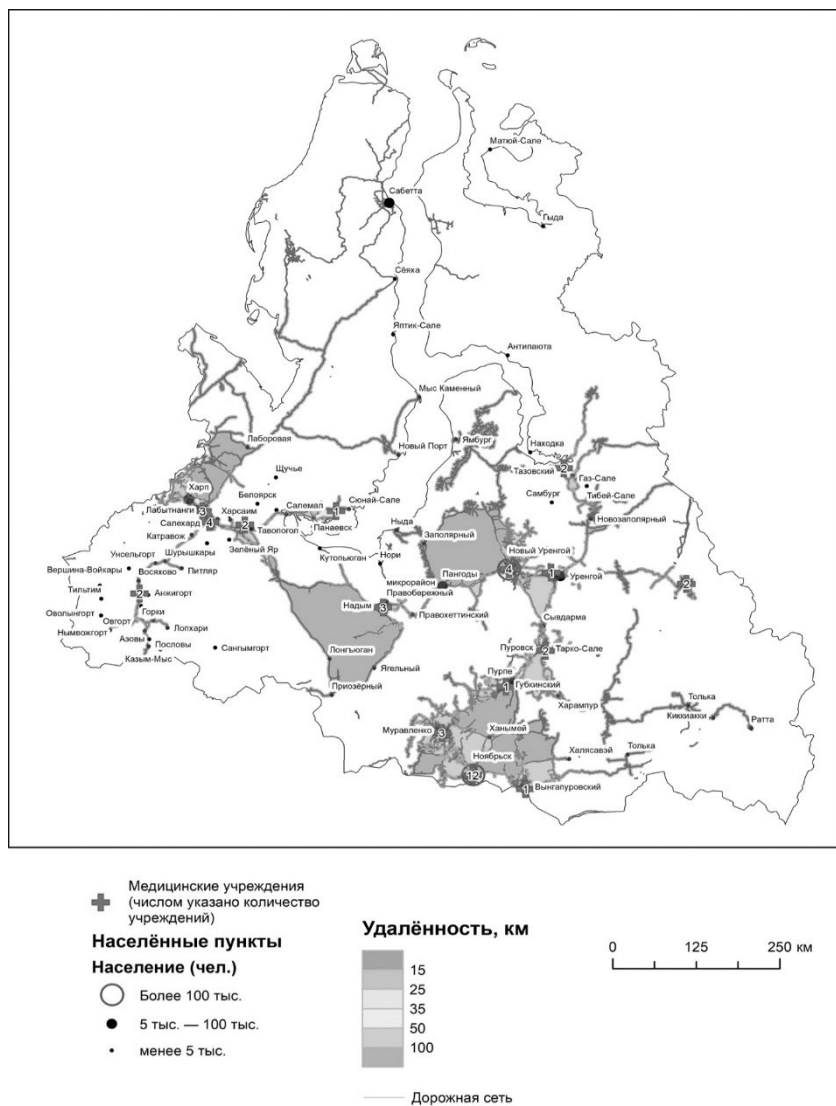


Рис. 1. Транспортная доступность квалифицированной специализированной медицинской помощи, ЯНАО, зима

Источник: составлено авторами



Рис. 2. Транспортная доступность базовой медицинской помощи, Якутия, зима
 Источник: составлено авторами

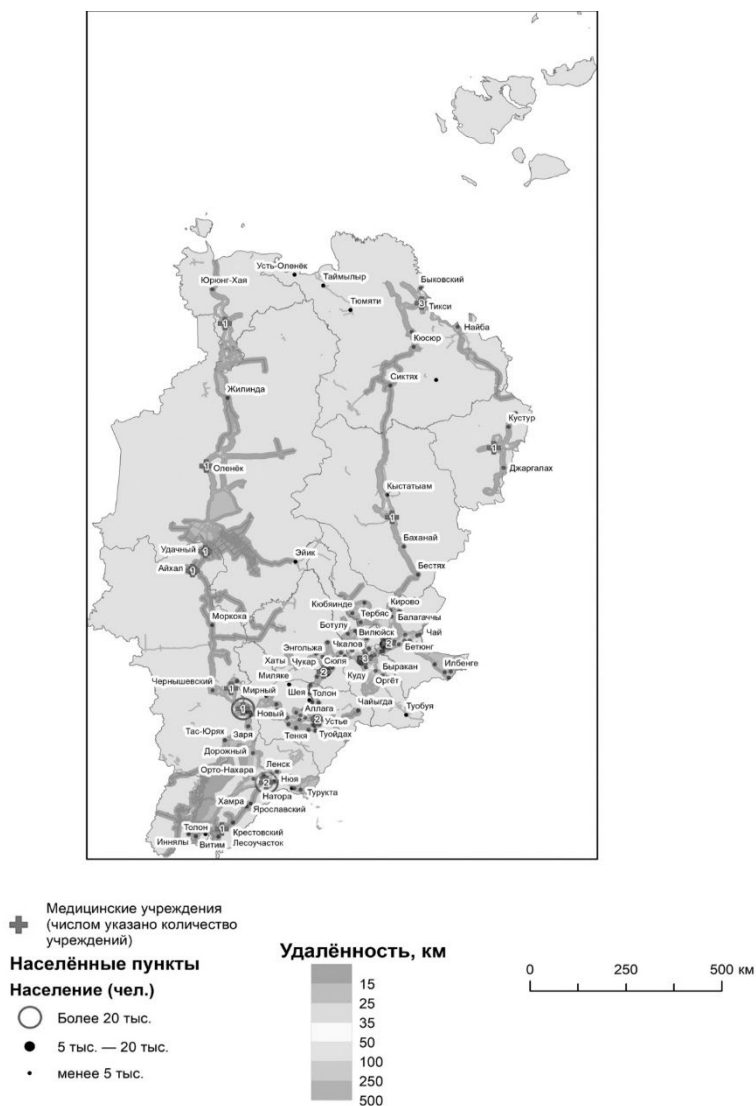


Рис. 3. Транспортная доступность квалифицированной специализированной медицинской помощи, Якутия, зима

Источник: составлено авторами

Во-вторых, следует обратить внимание на различия между зимней и летней доступностью квалифицированной специализированной медицинской помощи в двух регионах. Квалифицированная специализированная медицинская помощь, как правило, приурочена к довольно крупным административным и логистическим центрам. В Якутии она более доступна зимой, в то время как в Ямало-Ненецком автономном округе – летом. По-видимому, в этом и проявляется различия в особенностях дорожных сетей двух регионов: в Якутии зимние дороги играют более важную роль, чем в Ямало-Ненецком автономном округе.

Таким образом, проведенный анализ для ЯНАО и Республики Саха-Якутия выявил принципиально различную ситуацию в транспортной доступности медицинских учреждений для населения. Вероятно, население Якутии будет более уязвимо к последствиям влияния климатических изменений. Можно выделить несколько проблем, которые проявляются ярче в Республике Саха-Якутия, чем в ЯНАО.

В первую очередь, это доступность квалифицированной специализированной помощи и, что важно, ее доступность для коренного населения. Выявленные наиболее уязвимые с точки зрения транспортной доступности районы подтверждают, что существующее размещение медицинских учреждений не решает проблемы оказания медицинской помощи для коренного населения.

Кроме того, следует учитывать, что климатические изменения могут негативно сказаться и на роли автозимников в доступности медицинской помощи. Например, сократить период, когда их использование возможно.

Проблема климатических изменений тесно взаимосвязана с социальными детерминантами здоровья. Наиболее неблагоприятная ситуация с транспортной доступностью медицинских учреждений складывается в районах и с достаточно сложной социально-экономической обстановкой. Влияние климатических изменений, в том числе и ликвидация или перемещение медицинских учреждений вследствие протаивания многолетней мерзлоты, для данных территорий будет весьма ощутимо для населения.

Заключение. В проведенном исследовании показано, что вследствие деградации ММ за период 2024-2050 гг. предполагается выбытие 486 объектов здравоохранения из 599 расположенных в зоне ММ, что составляет примерно 81% от общего числа объектов. При этом по усредненной ежегодной динамике в ЯНАО предполагается закрытие 2 объектов ежегодно в период 2024-2035 гг. и 3 объектов в период 2036-2050 гг. Для республики Саха-Якутия эти показатели принимают значения – 12 объект в период 2024-2035 гг., и 19 объектов в период 2036-2050 гг. соответственно. В стоимостном выражении усредненные ежегодные убытки⁴ за период 2024-2035 гг. будут составлять 890 млн руб. и 1,58 млрд руб. за период 2036-2050 гг. в ЯНАО; для республики Саха-Якутия ежегодные убытки в период 2024-20235 гг. будут 2,62 млрд руб. и 4,22 млрд руб. в период 2036-2050 гг.

Транспортная доступность медицинской помощи с учетом последствий протаивания ММ и выбытия ряда объектов здравоохранения практически не изменяется, что в первую очередь связано с высокой степенью локализации населения и соответственно количества учреждений здравоохранения в отдельных муниципалитетах. Это обстоятельство влияет на возможность замещения доступа к медицинской помощи за счет соседних объектов. В свою очередь в республике Саха-Якутия наблюдается существенное потенциальное сокращения доступа к специализированной (стационарной) медицинской помощи практически во всех муниципальных образованиях.

Учитывая вышеизложенное, применительно к ЯНАО вопрос выбытия объектов из-за их утраты вследствие протаивания ММ не очень критично отразится на системе здравоохранения и жители региона будут получать медицинскую помощь надлежащего качества и соответствующих объемов. Поэтому вопрос дополнительных расходов для замещения выбывающих объектов в этом регионе не так важен. Иное положение в республике Саха-Якутия, где необходимы дополнительные вложения средств для обеспечения надлежащего доступа к стационарной медицинской помощи.

⁴ Под убытками понимаются затраты на создание или приобретение объекта аналогичного функционала на период реконструкции объекта, утратившего свой функционал вследствие протаивания ММ. Имеются в виду предельные расходы, которые в рамках настоящей работы составляют стоимость строительства аналогичного объекта здравоохранения в порядке замещения старого.

Список литературы

1. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – Санкт-Петербург: Научно-технологические, 2022, С. 22.
2. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Mathews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Pp. 3-32.
3. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. [Электронный ресурс] / Росгидромет. – Москва, 2021. – 104 стр. Режим доступа: https://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/doklad_klimat2020.pdf (дата обращения 15.09.2022) [Doklad ob osobennostyah klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2020 god. [Elektronnyj resurs] / Rosgidromet. – Moskva, 2021. – 104 str.] Available at: https://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/doklad_klimat2020.pdf (accessed 15.09.2022)
4. Рекомендации по устройству свайных фундаментов вечномерзлых грунтах / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР. М., НИИОСП, 1985, 39 СпИП 2.02.04-88. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. М., ЦИТП Госстроя СССР, 1990, с. 56.
5. Hjort J., Streltskiy D., Doré G. et al. Impacts of permafrost degradation on infrastructure. *Nat Rev Earth Environ Sci*, 3, 24–38 (2022). <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00247-8> (дата обращения 15.09.22)
6. Анисимов О.А., Стрелецкий Д.А. Геокриологические риски при таянии многолетнемерзлых грунтов // Арктика XXI век. // Естественные науки. 2015. № 2 (3). С. 60-74
7. Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемерзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования: Оценочный отчет / Под ред. О.А. Анисимова. М., Greenpeace, 2009, 43 с.
8. Чеснокова И.В. Оценка ущерба от криогенных процессов и проблема страхования их последствий для территории РФ // Десятая Международная конференция по мерзотоведению (ТИСОР): Ресурсы и риски регионов с вечной мерзлотой в меняющемся мире. Том 5: Расширенные тезисы на русском языке –Тюмень, Россия: Печатник, 2012. – 384 с.
9. Streltskiy D.A., Suter L., 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 // *Environ. Res. Lett.* 2019. V. 14. № 025003. P. 1-15.
10. Порфирьев Б.Н., Елисеев Д.О. Интегральный подход к экономической оценке последствий деградации многолетней мерзлоты для устойчивости основных фондов в российской Арктике // Проблемы прогнозирования. 2023. № 2 (197). С. 30-43.
11. Badina S.V. Estimation of the value of buildings and structures in the context of permafrost degradation: The case of the Russian Arctic // *Polar Science*. 2021. V. 29. P. 100730.
12. Мельников В.П., Осипов В.И., Брушков А.В., Бадина С.В., Великин С.А., Дроздов Д.С., Дубровин В.А., Жданев О.В., Железняк М.Н., Кузнецов М.Е., Осокин А.Б., Остарков И.А., Садуртинов М.Р., Сергеев Д.О., Остарков Н.А., Фалалеева А.А., Шелков Я.Ю. Оценка ущерба жилым и промышленным зданиям и сооружениям при изменении температур и оттаивании многолетнемерзлых грунтов в Арктической зоне Российской Федерации к середине XXI века // *Вестник РАН*, 2022, том 92, №4, с. 303-315.
13. Мельников В.П., Осипов В.И., Брушков А.В., Алексеев А.Г., Бадина С.В., Бердников Н.М., Великин С.А., Дроздов Д.С., Дубровин В.А., Железняк М.Н., Жданев О.В., Захаров А.А., Леопольд Я.К., Кузнецов М.Е., Малкова Г.В., Осокин А.Б., Остарков Н.А., Ривкин Ф.М., Садуртинов М.Р., Сергеев Д.О. и др. Развитие геокриологического мониторинга природных и технических объектов в криолитозоне российской федерации на основе систем геотехнического мониторинга топливно-энергетического комплекса // *Криосфера Земли*. 2022. Т. 26. № 4. С. 3-18.
14. Порфирьев Б.Н., Елисеев Д.О., Стрелецкий Д.А. Экономическая оценка последствий деградации вечной мерзлоты под влиянием изменений климата для устойчивости дорожной инфраструктуры в российской Арктике // *Вестник Российской академии наук*. 2019. Том 89, № 12. – С. 1228-1239.

15. Порфирьев Б.Н., Елисеев Д.О., Стрелецкий Д.А. Экономическая оценка последствий деградации вечной мерзлоты для жилищного сектора российской Арктики // *Вестник Российской академии наук*. 2021. Т. 91. № 2. С. 105-114.
16. Порфирьев Б.Н., Елисеев Д.О., Колпаков А.Ю. Оценка инвестиций в адаптацию экономики к последствиям деградации многолетней мерзлоты в России // *Вестник Российской академии наук*. 2023. Т. 93. № 3. С. 246-254.
17. Revich BA, Eliseev DO, Shaposhnikov DA. Risks for Public Health and Social Infrastructure in Russian Arctic under Climate Change and Permafrost Degradation // *Atmosphere*. 2022; 13(4):532. <https://doi.org/10.3390/atmos13040532> (дата обращения 15.09.22)
18. Ревич Б.А., Харькова Т.Л., Кваши Е.Ф. Динамика, структура и особенности смертности трудоспособного населения Арктического макрорегиона // *Анализ риска здоровью*. 2020. №1, С.12-24. DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.02
19. Порфирьев Б.Н., Елисеев Д.О., Стрелецкий Д.А. Экономическая оценка последствий деградации многолетней мерзлоты для объектов системы здравоохранения российской Арктики // *Вестник Российской академии наук*. 2021. Т. 91. № 12. С. 1125-1136.
20. Шартова Н.В., Гриценко М.Ю., Ревич Б.А. Оценка территориальной доступности медицинских учреждений по открытым данным на примере Архангельской области // *Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание]*. 2019; 65(6):1.
21. Лёвкина А.О., Деттер Г.Ф., Гладун Е.Ф., Заболотникова М.В. Проблемы и перспективы устойчивого развития арктических локальных экономик: пример Шурышкарского района // *АиС*. 2023. №51. С. 89-115.
22. Пономарева Г.А., Охлопков М.Н. Проблемы пространственного и социально-экономического развития улусов Арктической зоны республики Саха-Якутия // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2013. №47, С. 20-25.

Для цитирования: Елисеев Д.О., Ревич Б.А., Шартова Н.В., Гриценко М.Ю. Оценка возможных изменений доступности медицинской помощи в северных регионах России в связи климатическими изменениями (на примере ЯНАО и республики Саха-Якутия) // *Научные труды. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН*. 2023. № 4. С. 182-204.
DOI: 10.47711/2076-3182-2023-4-182-204.

Summary

ASSESSMENT OF POSSIBLE CHANGES IN THE AVAILABILITY OF MEDICAL CARE IN THE NORTHERN REGIONS OF RUSSIA DUE TO CLIMATE CHANGES (BASED ON THE EXAMPLE OF YNAO AND THE REPUBLIC OF SAKHA-YAKUTIA)

ELISEEV Dmitry O., PhD (Econ), elisd@mail.ru, leading researcher, Institute of Economic Forecasting RAS, Moscow, Russia

REVICH Boris A., Dr. Sci (Medicine), b_revich@yandex.ru, head of department, Institute of Economic Forecasting RAS, Moscow, Russia.

SHARTOVA Natalia V. PhD (geography), nshartova@hse.ru, leading researcher, Higher School of Economics, Moscow, Russia

GRISHENKO Mikhail Yu., PhD (geography), senior researcher, geography faculty, Moscow State University, assistant professor, Higher School of Economics, Moscow, Russia

Abstract. The article examines the issues of accessibility of medical care in the Yamal-Nenets Autonomous Okrug and the Republic of Sakha (Yakutia), taking into account the consequences of permafrost degradation and their impact on the functioning of medical institutions. It is shown that in the interval 2024-2035. in the Yamal-Nenets Autonomous Okrug there may be a potential disposal of 2 facilities in the subsequent interval 2036-2050. 3 objects annually. Expected additional costs for restoring the functionality of retired facilities will amount to about 890 million rubles. in 2024-2035 and 1.58 billion rubles. in 2036-2050 annually. In the Republic of Sakha-Yakutia, 12 facilities are expected to be disposed of in 2024-2035. with expected additional costs of 2.62 billion rubles. annually and 19 objects in 2036-2050. with expected additional costs of 4.22 billion rubles. annually. Thawing of MM has virtually no effect on the transport accessibility of medical care in the Yamal-Nenets Autonomous Okrug – it remains at a high level, over 80%, but at the same time it significantly limits it in the Republic of Sakha-Yakutia, especially in terms of specialized hospital care – restrictions for 40% of the population.

Keywords: permafrost, climate change, transport accessibility, medical facilities, thawing

For citation: *Eliseev D.O., Revich B.A., Shartova N.V., Grishenko M.Yu.* Assessment of Possible Changes in the Availability of Medical Care in the Northern Regions of Russia Due to Climate Changes (based on the example of YNAO and the Republic of Sakha-Yakutia // Scientific works: Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences. 2023. No. 4. Pp. 182-204.
DOI: 10.47711/2076-3182-2023-4-182-204