

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2022. № 2. (115). С. 114-140.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2022. № 2. (115). P. 114-140.

СЕВЕРНАЯ УРБАНИСТИКА

Научная статья

УДК 332.132

doi: 10.26110/ARCTIC.2022.115.2.007

ГОРОДА АЗИАТСКОЙ АРКТИКИ В УСЛОВИЯХ НОВЫХ ВЫЗОВОВ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И ПАНДЕМИИ COVID-19

*Александр Николаевич Пилясов¹, Надежда Юрьевна
Замятина², Андрей Евгеньевич Поляченко³, Борис
Владиславович Никитин⁴*

^{1,2,4}МГУ имени М.В. Ломоносова, АНО «Институт регионального консалтинга», Москва, Россия

³НИУ «Высшая школа экономики», Москва, Россия

¹peylasov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2249-9351>

²nadezam@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4941-9027>

³apolyachenko@gmail.com

⁴borisnikitin25@gmail.com

Аннотация. Цель исследования состояла в оценке силы возникающих новых угроз для городов азиатской Арктики и определении возможных форм и направлений адаптации городского хозяйства к ним. Новизна исследования состояла в специальном акценте на города азиатской Арктики; в совместном рассмотрении современных вызовов природной и социальной нестабильности для этих городов; в расчете ущерба от деградации городской вечной мерзлоты через микропоказатели стоимости многоквартирных зданий и капитального ремонта. Ущерб шести городам Арктики Азии от климатических изменений, вызывающих деградацию вечной мерзлоты, через потерю устойчивости многоквартирных домов и через увеличение стоимости капитальных ремонтов ввиду более высокой частоты проведения ремонтных работ определяется «вилкой» от десятков до первых сотен миллиардов рублей в течение ближайших десятилетий. Общие

затраты городов Арктики Азии на борьбу с пандемией Covid-19 в 2020 году составляют десятки миллиардов рублей. Ответ городов Арктики Азии на новые вызовы включает определение оптимальной степени централизации городского теплоснабжения, рационального соотношения между капитальным ремонтом и строительством нового малоэтажного жилого фонда, адаптацию резервных мощностей системы здравоохранения крупных городов Арктики Азии к фактической численности граждан, с учетом вахтовиков и командированных.

Ключевые слова: арктический город, вечная мерзлота, изменение климата, пандемия Covid-19, адаптация, ущерб, многоквартирные здания, капитальный ремонт.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 20-04-60490 Вирусы «Разработка территориально дифференцированных методов регулирования социально-экономических взаимодействий, отраслевой структуры и локальных рынков труда в целях обеспечения сбалансированного регионального развития в условиях сложной эпидемиологической обстановки».

Цитирование: Пиясов А.Н., Замятина Н.Ю., Поляченко А.Е., Никитин Б.В. Города азиатской Арктики в условиях новых вызовов изменений климата и пандемии Covid-19 // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2022. (115). № 2. С. 114-140. doi: 10.26110/ARCTIC.2022.115.2.007.

Original article

CITIES IN THE ASIAN ARCTIC AMID NEW CHALLENGES OF CLIMATE CHANGE AND THE COVID-19 PANDEMIC

Alexander N. Pilyasov¹, Nadezhda Yu. Zamyatina², Andrei E. Polyachenko³, Boris V. Nikitin⁴

^{1,2,4}Lomonosov Moscow State University, ANO "Institute of Regional Consulting" (Moscow, Russia)

³NRU "Higher School of Economics" (Moscow, Russia)

¹pilyasov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2249-9351>

²nadezam@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4941-9027>

³apolyachenko@gmail.com

⁴borisnikitin25@gmail.com

Abstract. The aim of the study is to assess the strength of the emerging new threats to cities in the Asian Arctic and to determine the possible forms and directions of adaptation of the municipal economy to them. The novelty of the study is the special emphasis on cities in the Asian Arctic; joint consideration of contemporary challenges of natural and social instability for these cities; calculation of damage from degradation of urban permafrost through micro-indicators of the cost of apartment buildings and repairing works. The damage to six cities in the Arctic Asia from climatic changes causing the degradation of permafrost, through the loss of stability of apartment buildings and through the increase in the cost of repairs due to their frequency, is determined in the range from tens to the first hundreds of billions of rubles over the next decades. The total costs of cities in the Arctic Asia to combat the Covid-19 pandemic in 2020 amount to tens of billions of rubles. The response of the cities of the Arctic Asia to new challenges includes determining the optimal degree of centralization of the urban heating system, a rational ratio between capital repairs and the construction of new housing stock, adaptation of the reserve capacities of the healthcare system in large cities in the Arctic Asia to the actual number of citizens, taking into account shift workers and business travellers.

Keywords: Arctic city, permafrost, climate change, Covid-19 pandemic, adaptation, damage, apartment buildings, major repairs, centralization of urban heating system, reserve capacities of social infrastructure.

Acknowledgements. This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research within the framework of the project No. 20-04-60490 Viruses «Development of territorially differentiated methods of regulating socio-economic interactions, sectoral structure and local labor markets in order to ensure balanced regional development in a difficult epidemiological situation».

Citation: A.N. Pilyasov, N.Yu. Zamyatina, A.E. Polyachenko, B.V. Nikitin. Cities in the Asian Arctic amid new challenges of climate change and the Covid-19 pandemic // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2022. (115). № 2. P. 114-140. doi: 10.26110/ARCTIC.2022.115.2.007.

Введение

Города Арктики являются стратегическим достоянием России [1]. По их количеству наша страна кратно превосходит всех своих северных соседей (по доле горожан в численности арктического населения Россия также вне конкуренции) [2]. В последние десятилетия они стали наряду

с месторождениями природных ресурсов уникальными концентраторами богатства человеческих, финансовых, материальных ресурсов Арктики.

Эти города в последние годы сталкиваются с новыми рисками экологических катастроф (Норильск-2020), вызовами масштабного оттока квалифицированных кадров и притока этнических мигрантов, быстрых климатических изменений и пандемии Covid-19, которая протекает в них весьма специфично. Предметом нашего исследования стала оценка потенциального ущерба в городах азиатской Арктики от угроз климатических изменений и определение возможных форм адаптации городского хозяйства к возникающим опасностям со стороны природной и социальной среды.

Выбор наиболее крупных городов приморской Арктики в качестве объекта исследования определяется следующими соображениями: 1) все эти города расположены в зоне (сплошной и прерывистой) вечной мерзлоты и уже реально сталкиваются с последствиями быстрых климатических изменений; 2) пять из шести городов данной выборки (кроме Нового Уренгоя) расположены в районах с ограниченными сроками заезда грузов, то есть существуют в условиях транспортной удаленности и изолированности, которая определяет своеобразие реакции городской системы на новые климатические и пандемийные вызовы; 3) именно в Арктике Азии в ближайшие годы будут разворачиваться новые крупные ресурсные проекты, и многие обозначенные города станут их поддерживающими базами, поэтому поддержание устойчивости их функционирования – это приоритет даже не региональной, а национальной политики; 4) обозначенная выборка полноценно представляет все многообразие городов российской Арктики: в ней присутствуют административные центры – два регионального (Салехард, Анадырь) и один районного уровня (Дудинка), два «корпоративных» города (Норильск, Новый Уренгой) и город-спутник (Лабытнанги).

Цель нашего исследования состояла в оценке силы возникающих новых угроз для городов азиатской Арктики и определении возможных форм и направлений адаптации городского хозяйства к ним. Она конкретизировалась в трех поставленных исследовательских задачах: оценка потенциального ущерба от деградации многолетней мерзлоты через изменение стоимости многоквартирных домов с риском потери устойчивости; характеристика специфичных угроз от пандемии COVID-19 для крупных городов азиатской Арктики; определение направлений адаптации городского хозяйства к новым вызовам природной и социальной нестабильности.

Новизна исследования состояла в специальном акценте на города азиатской Арктики, пока еще обойденные специальным вниманием российских и зарубежных исследователей; в совместном рассмотрении со-

временных вызовов природной и социальной нестабильности для этих городов — превалирует обособленный взгляд либо только на климатические изменения и определение ущерба от них, либо только на социально-экономические вызовы истощения ресурсной базы, вахтовой нестабильности и др.; в расчете ущерба от деградации городской вечной мерзлоты не через макропоказатели валового регионального продукта, бюджетного дохода, а через микропоказатели стоимости многоквартирных зданий и капитального ремонта.

Основным источником информации для исследования стали база данных муниципальной статистики Росстата, база данных региональной и муниципальной нормативной правовой информации «Консультант+», база данных по многоквартирным домам «Реформа ЖКХ», база статистики Росавиации¹, экспертные интервью (имеющиеся в распоряжении АНО «Институт регионального консалтинга»), материалы СМИ.

Методы и материалы

Предложенные способы расчетов ущерба от деградации городской вечной мерзлоты позволяют сравнить издержки проведения капитального ремонта многоквартирных домов (МКД) с издержками на восстановление жилья, потерявшего устойчивость из-за деградации многолетней мерзлоты.

Первый метод, основанный на элементах методики Порфирьева и др. [3-5], предполагает оценку общей площади многоквартирных домов, которые могут пострадать из-за деградации многолетней мерзлоты. Так как авторам доступна база данных по многоквартирным домам в каждом городе², в итоговой формуле может быть учтена поправка на возраст и срок службы домов.

Формула, по которой рассчитывается математическое ожидание площади дома, находящегося под угрозой обрушения из-за деградации многолетней мерзлоты:

$$E_i = type_sh * age_c_i * degr * sq_i,$$

где E — математическое ожидание площади дома, находящегося под угрозой обрушения;

$type_sh$ — доля домов, построенных на многолетней мерзлоте (зависит от типа многолетней мерзлоты в городе);

age_c_i — поправка на остаточный срок службы дома (методику расчета в пункте «Определение поправки на остаточный срок службы»);

¹ Объемы перевозок через аэропорты России / Росавиация. URL: <https://favt.gov.ru/deyatelnost-ajeroporty-i-ajerodromy-osnovnie-proizvodstvennie-pokazateli-aeroportov-obyom-perevoz/>

² Интернет-ресурс "Реформа ЖКХ" URL: <https://www.reformagkh.ru/> (дата обращения 20.08.2021)

degr – вероятность потери устойчивости, связанная с потерей несущей способности грунтов из-за деградации многолетней мерзлоты;

sq_i – общая площадь помещений в доме.

Сумма математических ожиданий площадей МКД под угрозой обрушения для всех многоквартирных домов в городе дает общую площадь под угрозой обрушения для города. Затем данная площадь умножается на среднюю цену квадратного метра в городе и получается общая стоимость жилья, находящегося под угрозой потери устойчивости. Формула выглядит так:

$$V = \Sigma E_i * sh * pr,$$

где *V* – стоимость жилья, находящегося под угрозой потери устойчивости;

ΣE – сумма математических ожиданий площадей МКД, находящихся под угрозой обрушения;

sh – средневзвешенная доля площади квартир в МКД города;

pr – средняя рыночная цена квадратного метра квартиры³.

Многолетняя мерзлота бывает четырех основных типов: сплошная, прерывистая, массивно-островная и островная. По методике Стрелецкого (основанной на данных Международной ассоциации мерзловедения) [6] принимается, что в зоне сплошной мерзлоты на мерзлоте построено 90% зданий, в зоне прерывистой – 50%, в зоне массивно-островной – 10%, а в зоне островной – 0%.

Тип мерзлоты города определялся по карте [6], результаты приведены в табл. 1. Несмотря на значительную генерализацию исходной карты, бинарный характер типологии (сплошная-прерывистая мерзлота) позволяет ее использовать для целей оценки.

Таблица 1. Тип многолетней мерзлоты и доля домов, построенных на ней

Город	Тип многолетней мерзлоты	Доля домов, построенных на многолетней мерзлоте
Норильск	сплошная	0,9
Дудинка	сплошная	0,9
Анадырь	сплошная	0,9
Новый Уренгой	прерывистая	0,5
Салехард	прерывистая	0,5
Лабытнанги	прерывистая	0,5

Наличие базы данных по домам с годами постройки позволило учитывать возраст зданий при расчете вероятности повреждений. Для этого

³ Мир Квартир. URL: <https://www.mirkvartir.ru/> (дата обращения 05.09.2021)

была собрана информация о расчетном сроке службы зданий по типам (например, капитальные здания сталинского периода или современные панельные дома)⁴. Затем эти типы зданий были привязаны к году постройки⁵. Это позволило рассчитать остаточный срок службы домов на 2035 г. (середину рассматриваемого интервала с 2020 по 2050 г.): то есть тот срок службы домов, который останется у них в 2035 г. (табл. 2). Так как типы МКД и технологии их строительства в городах Арктической зоны схожи, данная таблица актуальна для всех городов нашей выборки. Положительный остаточный срок службы означает, что полный срок службы еще не выйдет к 2035 г., отрицательный – что выйдет.

Таблица 2. Остаточный срок службы домов в 2035 г. в зависимости от года постройки

Годы постройки	Полный срок службы, лет	Остаточный срок службы на 2035 г., лет
до 1930	50	Не более -56
1930 – 1945	125	20 – 34
1945 – 1955	150	60 – 69
1955 – 1965	50	-30 – -21
1965 – 1980	100	30 – 44
После 1980	125	70 – 110

Для получения поправки к вероятности, была построена специальная функция, удовлетворяющая следующим условиям: при больших отрицательных остаточных сроках службы поправка должна быть около 2 (оценка авторов), что отражает возрастание хрупкости выработавших срок домов; при положительных и нулевых остаточных сроках службы поправка должна быть около 1, что отражает отсутствие негативного влияния срока службы на вероятность; в среднем поправка должна быть примерно равна 1, чтобы не исказить среднюю вероятность обрушения, полученную в других работах [3]. Были подобраны параметры распределения Вейбулла [3], удовлетворяющие указанным условиям. Оно имеет следующий вид

⁴ Какой срок службы панельного дома // Stroy.Podsobnik.ru. URL: <https://stroypodsobnik.ru/panelnye/srok-sluzhby-doma.html> (дата обращения 28.08.2021); Смирнова Н. Сколько простоит ваш дом? // ЦИАН. URL: <https://odintsovo.cian.ru/stati-skolko-prostoit-vash-dom-218279/> (дата обращения 28.08.2021).

⁵ Данный метод создает некоторые искажения, так как здания, построенные в один год, могут иметь разный срок службы. Однако ввиду расчетов для сотен домов города эти погрешности будут компенсированы при расчетах средних значений.

(рис. 1). Был сделан тестовый вариант расчетов без поправки на остаточный срок службы. Сравнение данных вариантов позволяет оценить значимость поправки на результат.

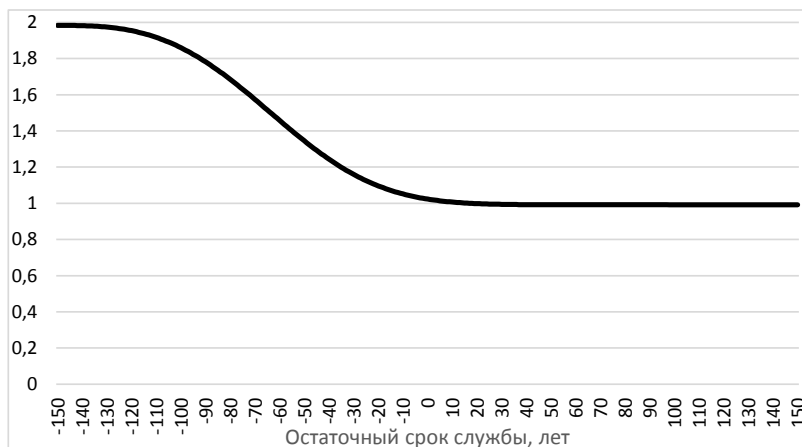


Рис. 1. Поправка к вероятности потери устойчивости в зависимости от остаточного срока службы дома

Снижение несущей способности многолетней мерзлоты (а значит, и вероятность потери устойчивости здания) в результате ее деградации определялось по специальной модели. Для этого сначала по шести климатическим моделям, участвующим в Пятом проекте по сравнению климатических моделей (CanESM2, CSIRO-Mk3-6-0, GFDL-CM3, HadGEM2-ES, IPSLCM5A-LR, NorESM1-M) [6], определяется изменение среднегодовой температуры и осадков по наиболее жесткому варианту климатических изменений RCP8.5, который соответствует динамике климата в северных регионах России. Так как результаты климатических моделей различаются, берется минимальный, средний и максимальный варианты изменения климата. Затем рассчитывается толщина слоя сезонного протаивания и связанная с ним несущая способность грунтов.

Итоговые карты по трем сценариям изменения климата представлены в работе [6]. По нашим рассматриваемым городам получаем данные, представленные в табл. 3.

Таблица 3. Снижение несущей способности многолетней мерзлоты по сценариям (в скобках указано значение, используемое в дальнейших расчетах)

Город	Снижение несущей способности по сценариям изменения климата, %		
	Минимальный	Средний	Максимальный
Норильск	10 – 19 (15)	40 – 49 (45)	70 – 79 (75)

Продолжение таблицы 3

Город	Снижение несущей способности по сценариям изменения климата, %		
	Минимальный	Средний	Максимальный
Дудинка	10 – 19 (15)	40 – 49 (45)	70 – 79 (75)
Анадырь	30 – 39 (35)	50 – 59 (55)	70 – 79 (75)
Новый Уренгой	20 – 29 (25)	60 – 69 (65)	70 – 79 (75)
Салехард	20 – 29 (25)	60 – 69 (65)	70 – 79 (75)
Лабытнанги	20 – 29 (25)	60 – 69 (65)	70 – 79 (75)

В работе Стрелецкого и др. [6] было принято, что угроза потери устойчивости зданий возникает при снижении несущей способности более чем на 50%. Однако для исследования городов такой подход представляется упрощенным, так как согласно нему город либо целиком попадет под угрозу потери несущей способности (если в нем несущая способность снизится более чем на 50%), либо нет (в случае изменения несущей способности менее чем на 50%)⁶.

Поэтому вводится непрерывная функция распределения вероятности, которая показывает зависимость вероятности обрушения здания от потери несущей способности. Данная функция должна удовлетворять следующим условиям:

- при сохранении несущей способности (снижении на 0%), вероятность обрушения должна быть пренебрежимо мала (примерно равна 0), так в рассматриваемых городах при данной несущей способности здания не обрушаются;
- при полной потере несущей способности (снижении на 100%), вероятность обрушения должна быть примерно равна 1, так как при отсутствии несущей способности здания должны обрушиться;
- даже при относительно небольших отличиях снижения несущей способности от 0% и 100% функция должна заметно отличаться от 0 или 1 соответственно, чтобы отразить небольшую, но ненулевую вероятность обрушения при небольшом сокращении несущей способности, поэтому дисперсия распределения не может быть слишком маленькой;
- при снижении несущей способности на 0,5 (50%) вероятность обрушения должна быть равна 0,5, чтобы не противоречить методике расчетов Стрелецкого, устанавливающей границу на этом уровне.

⁶ В цитируемой работе исследовались регионы, для которых изменение мерзлотных условий могло быть разным для различных частей, поэтому и результаты получаются не бинарными: регионы могут различаться по степени защищенности от обрушения домов.

Были подобраны параметры нормального распределения, удовлетворяющие указанным условиям. Оно имеет следующий график (рис. 2). Так как МКД имеют примерно одинаковую устойчивость, функция распределения универсальная для всех городов.

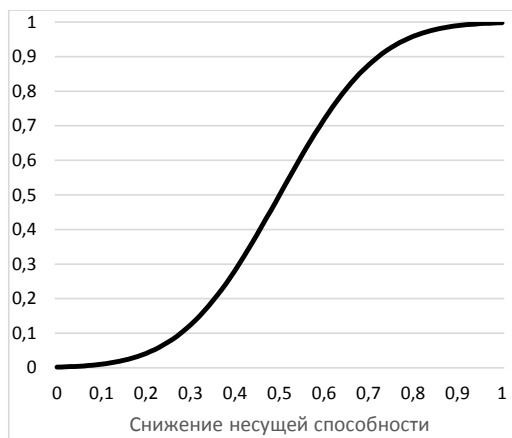


Рис. 2. Вероятность потери устойчивости зданий в зависимости от снижения несущей способности

Также был проведен тестовый вариант расчетов с дискретной вероятностью (0% при потере несущей способности менее 50% и 100% при потере более 50%).

Первый метод, основанный на элементах методики Порфирьева и др. [3], предполагает оценку общей площади многоквартирных домов, которые могут пострадать из-за деградации многолетней мерзлоты. **Второй метод** расчета ущерба от деградации многолетней мерзлоты проводится через оценку дополнительных затрат на капитальный ремонт (удорожание и более частое проведение ремонтных работ), который связан с нахождением МКД в зоне многолетней мерзлоты.

Формула оценки:

$$V = per * pr * sh * sq * len,$$

где *per* – периодичность капитальных ремонтов (измеряется числом раз в год),

pr – стоимость капитального ремонта 1 м² площади МКД,

sh – доля затрат на капитальный ремонт, связанных с деградацией многолетней мерзлоты,

sq – общая площадь МКД в городе,

len – рассматриваемый временной горизонт с 2020 по 2050 гг. (30 лет).

В силу недостаточного количества данных расчет выполнен только для городов Лабытнанги и Салехард. Периодичность капитальных ремонтов определялась как среднее отношение числа домов, в которых планировался капитальный ремонт в 2017–2019 гг. (согласно Региональному краткосрочному плану реализации региональной программы капитального ремонта общего имущества в МКД⁷, расположенных на территории ЯНАО в период 2017–2019 гг.), к общему числу домов, деленная на 3 (число лет в периоде). Стоимость ремонта 1 м² определялась исходя из Регионального краткосрочного плана путем деления общей суммы затрат на площадь ремонтируемых МКД.

Доля вклада расположения на мерзлоте в затраты на капремонт определялась путем сравнения платежей за капремонт в Ненецком автономном округе и Ямало-Ненецком Автономном округе (регионах с многолетней мерзлотой) с платежами в Мурманской и Архангельской областях (регионы без многолетней мерзлоты). При этом считалось, что только половина этого вклада (связанная с ремонтом фасадов и фундаментов) вызвана именно деградацией многолетней мерзлоты.

Общая площадь многоквартирных домов в городе взята из базы данных МКД⁸. Данные для расчетов приведены в табл. 4.

Таблица 4. Данные для расчета увеличения стоимости капитального ремонта, связанного с деградацией многолетней мерзлоты

Город	Расчетная периодичность капитального ремонта, раз в год	Стоимость ремонта 1 м ² , тыс. руб.	Доля затрат на капитальный ремонт, связанных с деградацией многолетней мерзлоты, %	Площадь МКД, тыс. м ²
Лабытнанги	0,072	1,12	8,4	221,9
Салехард	0,089	1,91	8,4	690,7

Однако данный расчет не учитывает увеличение частоты капитальных ремонтов в связи с деградацией многолетней мерзлоты. Если же допустить большую частоту проведения капитальных ремонтов, итоговая формула приобретает вид:

$$V = (per_ndeg * sh + \Delta per) * pr * sq * len,$$

⁷ Региональный краткосрочный план реализации региональной программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Ямало-Ненецкого автономного округа на 2017–2019 года. Утвержден постановлением Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа от 27 октября 2016 года № 1008-П (в редакции постановления Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа от 10 июля 2019 года № 727-П).

⁸ Интернет-ресурс «Реформа ЖКХ» (<https://www.reformagkh.ru/>)

где per_ndeg – периодичность, с которой надо было бы проводить капитальные ремонты, если бы многолетняя мерзлота не деградировала (измеряется числом раз в год, будем считать ее равной нынешней периодичности),

pr – стоимость капитального ремонта 1 м² площади МКД,

sh – доля затрат на капитальный ремонт, связанных с деградацией многолетней мерзлоты,

Δper – большая частота проведения капитальных ремонтов за счет деградации многолетней мерзлоты,

sq – общая площадь МКД в городе,

len – рассматриваемый временной горизонт с 2020 по 2050 гг. (30 лет).

Интуитивное обоснование данной формулы можно увидеть на рис. 3.

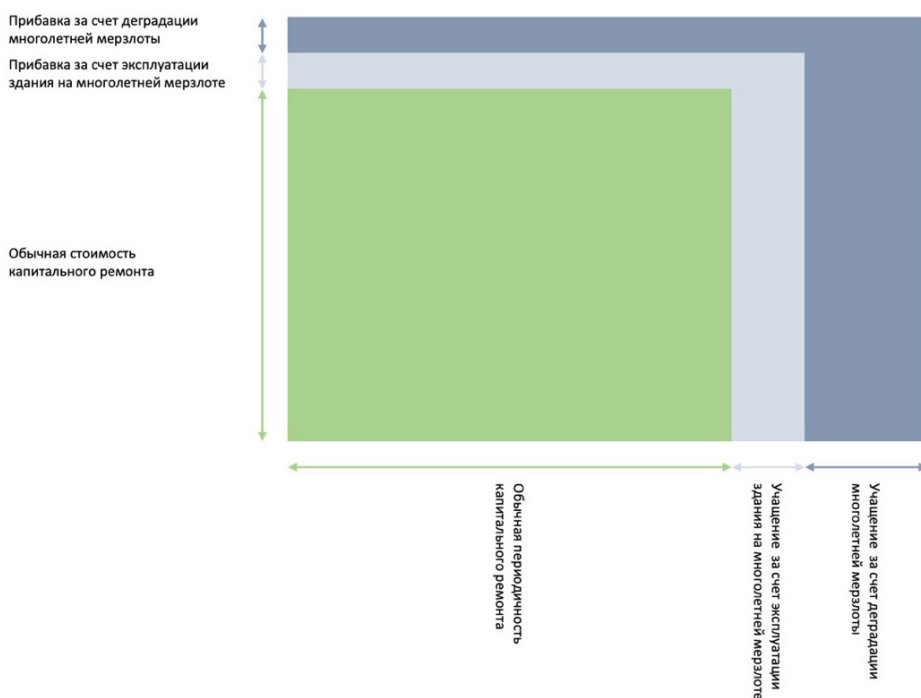


Рис. 3. Влияние особенностей мерзлотных условий на стоимость капитального ремонта

Результаты исследования

Расчеты ущерба МКД при деградации мерзлоты в городах азиатской Арктики

Результаты расчетов первым методом (через потерю устойчивости МКД) представлены в табл. 5. Поправка на срок службы мало влияет на результат (около $\pm 0,75\%$ для каждого города). Для Дудинки и Норильска

с более старым жилым фондом поправка увеличивает оценку потерь, для остальных городов – снижает ее. Различия между непрерывной (полученной согласно функции распределения «Определение вероятности потери устойчивости в зависимости от степени деградации многолетней мерзлоты») и дискретной вероятностью больше (от 8 до 63%), при этом данные, полученные с использованием непрерывной вероятности, представляются реалистичнее, поэтому далее будет использован вариант с учетом поправки на срок службы и непрерывной вероятности.

Таблица 5. Площадь домов под угрозой потери устойчивости, тыс. м²

Город	Общая площадь МКД, тыс. м ²	С учетом поправки на срок службы						Без учета поправки на срок службы					
		дискретная вероятность			непрерывная вероятность			дискретная вероятность			непрерывная вероятность		
		мин.	ср.	макс.	мин.	ср.	макс.	мин.	ср.	макс.	мин.	ср.	макс.
Норильск	5197	0	0	4716	102	1822	4365	0	0	4677	101	1807	4329
Новый Уренгой	2563	0	1271	1271	95	1025	1176	0	1282	1282	95	1034	1186
Салехард	691	0	343	343	26	276	317	0	345	345	26	279	320
Дудинка	543	0	0	485	11	187	449	0	0	488	11	189	452
Анадырь	357	0	319	319	62	196	295	0	321	321	62	197	298
Лабитнанги	222	0	110	110	8	89	102	0	111	111	8	90	103
Сумма	9573	0	2042	7244	303	3596	6704	0	2059	7225	303	3595	6687

В табл. 6 показана стоимость жилья под угрозой потери устойчивости. Общая стоимость такого жилья в данных городах составляет 13,6 млрд руб. при минимальном сценарии (минимальные климатические изменения), 150,6 млрд – при среднем и 232 млрд – при максимальном (максимальные климатические изменения), при этом большая часть приходится на Норильск и Новый Уренгой.

Таблица 6. Стоимость МКД под угрозой потери устойчивости

Город	Средняя стоимость м ² , тыс. руб.	Доля площади квартир в МКД	Стоимость МКД под угрозой, млрд руб.		
			минимальный	средний	максимальный
Норильск	25,5	0,88	2,3	40,7	97,5
Новый Уренгой	96,0	0,80	7,3	78,8	90,4
Салехард	76,5	0,82	1,6	17,3	19,9
Дудинка	29,6	0,89	0,3	4,9	11,8
Анадырь	38,9	0,82	2,0	6,2	9,4
Лабитнанги	35,9	0,83	0,2	2,6	3,0
Сумма	-	-	13,6	150,6	232,0

Результаты расчетов вторым методом (через стоимость капремонта) представлены в табл. 7. Прибавка по цене квадратного метра из-за де-

градации многолетней мерзлоты относительно невелика, а большая частота проведения капитальных ремонтов может существенно увеличить общую стоимость⁹. Так, при периодичности в 1,5 раза выше нынешней, стоимость капитальных ремонтов превысит стоимость жилого фонда под угрозой потери устойчивости при реализации максимального сценария изменения климата.

Таблица 7. Увеличение стоимости капитальных ремонтов при большей частоте проведения ремонтных работ

Город	Увеличение стоимости капитальных ремонтов при большей частоте проведения ремонтных работ, млрд руб.										
	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
Лабытнанги	0,04	0,8	1,5	2,3	3,0	3,8	4,5	5,2	6,0	6,7	7,5
Салехард	0,30	4,3	8,2	12,2	16,1	20,1	24,0	28,0	32,0	35,9	39,9

Расчеты показали, что даже при наименьшем реалистичном сценарии изменения климата, ущерб от деградации многолетней мерзлоты в рассматриваемой выборке из шести арктических городов может составить 13,6 млрд руб., или 3,5% от всего жилого фонда, при этом для Анадыря ущерб будет значительно больше. При максимальном сценарии под угрозой окажется 59,7% жилого фонда стоимостью 232 млрд руб. Предотвратить потерю жилого фонда можно путем проведения капитальных ремонтов, однако при сильном увеличении их периодичности их стоимость превысит стоимость жилого фонда под угрозой обрушения.

Окончательный вывод о целесообразности выбора того или иного варианта действий (поддержка функционирования МКД или постепенная замена их новыми) зависит от необходимой частота проведения капитальных ремонтов при деградации многолетней мерзлоты. Если увеличение частоты будет незначительно, тогда проведение капитальных ремонтов будет выгоднее. Если ремонт придется проводить в 1,5 и более раза чаще, то выгоднее постепенно заменять МКД под угрозой обрушения новыми вместо проведения учащенных капитальных ремонтов.

Издержки (ущерб) городам Арктики Азии от пандемии Covid-19

Является общепризнанной неравномерность распространения коронавируса в пространстве стран, регионов и городов мира. Этот вывод подтверждается и для российского архипелага районов и городов-«островов» с ограниченными сроками наземной транспортной доступности. Эти

⁹ Это следует из сравнения дополнительной стоимости капитальных ремонтов для случаев с более высокой частотой проведения ремонтных работ и при обычной частоте: прибавка по цене квадратного метра из-за деградации многолетней мерзлоты почти не влияет на результат.

города и районы Арктики имели яркие специфичные черты в пространственном распространении пандемии.

Ранее проведенные нами исследования подтверждают специфично высокие уровни заболеваемости инфекционными болезнями на российских «островных» территориях, что, казалось бы, противоречит здравому смыслу. Однако на поверку удаленные островные территории делятся на несколько категорий, существенно различающихся по сопротивляемости пандемии. В самом общем случае это территории-изоляты, и, наоборот, транспортные хабы – в роли последних как раз и выступают арктические города.

На основании данных наших коллег по статистике заболеваемости в мировой Арктике [7], мы можем диагностировать четыре типа динамики распространения коронавирусной заболеваемости: 1) малочисленные и малые по площади арктические острова с одним пиком заболеваемости, которая затем, после принятия карантинных мер, стабилизируется, не получая подпитки извне, – Исландия и Фарерские острова; 2) малочисленные большие по площади острова-архипелаги, в которых возникают периодически «всполохи» от передислокационной диффузии и потом спады до нулевых значений, – Гренландия и северная Канада; 3) территории открытых на мир социальных сетей, со значительной ролью передислокационной диффузии, в которых пики и спады заболеваемости соседствуют, – Аляска и северная Финляндия; 4) территории постоянных связей с «материком» и потому с постоянным эффектом масштабирования заражения из внешних сетей – арктическая Россия и ее города.

Яркой особенностью российской Арктики в год пандемии стал феномен корпоративных территорий (монопрофильных городов и вахтовых поселений), на которых государство в значительной степени отдало функции борьбы с коронавирусом ресурсным компаниям. Классическим случаем в этом ряду был Норильский промышленный район, в котором градообразующим предприятием является компания «Норильский никель».

На борьбу с пандемией в 2020 году «Норникель» потратил около 12 млрд руб., поддерживая не только своих сотрудников, но и местную систему здравоохранения. Компания модернизировала медицинские центры, закупила для них 412 аппаратов ИВЛ, семь реанимобилей, 400 тепловизоров 15 мобильных и две стационарные лаборатории для исследований, а также сотни тысяч тест-систем для выявления коронавирусной инфекции. Приобрела более 460 тыс. тестов для определения коронавируса и более 10 млн защитных масок. В период пандемии «Норильский никель» выполнял чисто государственные функции поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства, пострадавших от введения ограничительных мер. Предприятиям малого бизнеса – арендаторам объектов компании в Норильске – были предоставлены арендные каникулы. Социальным предпринимателям, участникам корпоративного благотворительного проекта «Мир

новых возможностей», ранее получившим ссуды от «Норникеля» на развитие социального бизнеса, были предоставлены кредитные каникулы [8].

Специфика северных ресурсных городов состоит, однако, не только в том, что в них велика роль отдельного предприятия. На самом деле многие из таких городов, особенно в бездорожной, слабоосвоенной зоне Арктики – лишь «верхушки айсберга» крупных промышленных районов, и через них проходят мощные потоки людей, направляющихся на промплощадки за пределами городской черты. В целом, современная российская Арктика представляет собой как бы два уровня – явный уровень Арктики-1 с постоянным населением (в большинстве зарегистрированном в городах), и «скрытая» Арктика-2, представленная сотнями вахтовых поселков, многотысячными перемещениями людей по зимникам и авиатранспортом, практически невидимые для официальных документов стратегического планирования развития территорий.

О масштабах этой Арктики-2 можно косвенно судить по грузо- и пассажирообороту аэропортов: Новый Уренгой лидирует в российской Арктике по пассажирообороту: в среднем за 2016–2019 гг. пассажирооборот аэропорта Нового Уренгоя составлял 936 тыс. человек в год, или примерно 9 человек на каждого официально зарегистрированного жителя города (рис. 4).

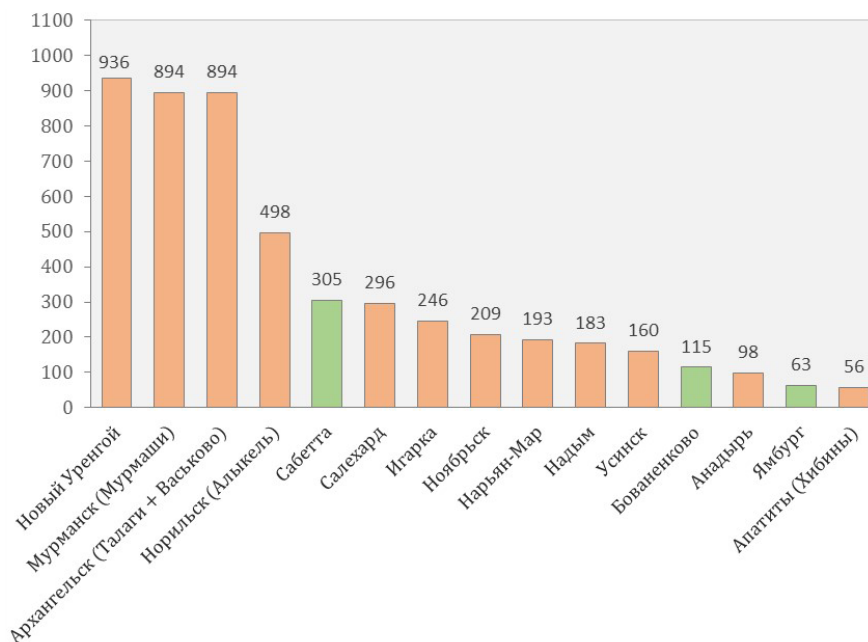


Рис. 4. Пассажирооборот крупнейших аэропортов АЗ РФ, тыс. чел в год (среднее за 2016–2019 гг.). Зеленым цветом обозначены аэропорты крупных центров нефтегазового освоения Арктики.

Два крупнейших города Арктики, Мурманск и Архангельск, с почти втрое бóльшим, чем у Нового Уренгоя, населением, уступают ему по пассажирообороту: 894 и 872 тыс. соответственно. Высокие показатели Нового Уренгоя объясняются тем, что данный город выполняет роль транспортно-хаба для освоения новых районов нефтегазодобычи на севере Ямало-Ненецкого автономного округа – и в частности, промежуточным центром транспортировки вахтовых бригад. Крупные центры «перевалки» вахтовиков, как можно судить по соотношению пассажирооборота аэропорта и численности населения города базирования аэропорта (табл. 8) – это также Игарка (проект «Ванкор» «Роснефти»), Салехард/Лабытнанги, Анадырь и некоторые другие менее крупные поселения Арктики (Хатанга, Батагай, Мыс Каменный и т.д.).

Таблица 8. Соотношение среднегодового пассажирооборота аэропорта (2016–2017 гг.) и людности населенного пункта базирования аэропорта

Населенный пункт	Соотношение пассажирооборота и численности населения
Новый Уренгой	7,84
Салехард	5,91
Анадырь	5,10
Норильск (Дудинка)	2,42
Справочно: Игарка	54,18
Мурманск ¹⁰	2,08
Архангельск ¹¹	1,41

На Норильск приходится крупнейший в российской Арктике грузооборот авиатранспорта (11,4 тыс. тонн грузов в год в среднем за 2016–2019 гг.), а Мурманск и Архангельск по грузообороту сопоставимы с 15-тысячным Анадырем и уступают Норильску в пять-шесть раз (около двух тыс. тонн).

Для городов с железнодорожным сообщением дополнительный пассажиропоток приносит и оно: так например, через станцию Коротчаево в Новом Уренгое проходит большой пассажиропоток на Мессояхинское, Заполярное и Южно-Русское месторождения, а также в Тазовский и Пуровский районы¹².

Роль арктических городов как транспортных хабов и в целом как баз освоения обширных сырьевых территорий – пока явно недооценивается, в том числе и с точки зрения рисков ухудшения эпидемиологической обстановки. По сути, такие города нужно рассматривать как города со

¹⁰ Рассчитано по оценочной численности населения городской агломерации

¹¹ Рассчитано по оценочной численности населения городской агломерации

¹² <https://vk.com/@newurengoyru-12-avgusta-v-hode-rabochei-poezdki-po-okrugu-gubernator-pose>

значительно большей численностью населения – неслучайно в первый период пандемии (по состоянию на 22 мая 2020 года) на новоуренгойский очаг пандемии («во всех сводках он значится как “предприятия в районе Нового Уренгоя”») пришлось 29,6% всех инфицированных COVID-19 на Ямале – хотя доля города в населении Ямало-Ненецкого автономного округа составляет около 1/5¹³.

Переброска через города вахтовиков не только (и не столько: часто при перевозке больших групп вахтовиков они изолируются от местного населения) увеличивает общее число контактов в, казалось бы, очень небольших арктических сообществах, но и в случае форс-мажорных обстоятельств создает непомерную нагрузку на местную систему здравоохранения, отдельные параметры которой (например, потребность во врачах скорой медицинской помощи) по существующим правилам планируются исходя из численности местного населения¹⁴.

Ситуация пандемии очень ярко проявила пагубность «лага» между официальной численностью населения и всей социальной системой городов, рассчитанной именно на местных жителей, и потребностью в оказании помощи вахтовикам, заболевшим на месторождениях: в частности, в Новый Уренгой привозили заболевших из одного из крупнейших вахтовых поселков страны – Сабетты¹⁵ и целого ряда других месторождений севера ЯНАО (с Гыданского полуострова и др.). Для перераспределения нагрузки на врачей в Новом Уренгое уже в июле 2020 года открыли отдельное приемное отделение для вахтовых рабочих, больных COVID-19 или с подозрением на эту инфекцию – до этого момента нагрузка на персонал была непомерная¹⁶. В целом, в 2020 году в СМИ появилось немало сообщений о том, что из-за переполнения больниц не было возможности оказать помощь вахтовикам, размещенным в обсерваторах, зачастую в неприспособленных помещениях¹⁷.

Среди других дополнительных проблем, связанных с узловой ролью арктических городов в освоении окружающих территорий, – это потребность в дополнительных помещениях в случае необходимости организа-

¹³ Петрова Юлиана, Федотова Елена. Почему не удастся остановить распространение коронавируса в вахтовых поселках. Ведомости. 24 мая 2020. <https://www.vedomosti.ru/career/articles/2020/05/23/830910-rasprostranenie-koronavirusa-v-vahtovih-poselkah>

¹⁴ Приказ министра здравоохранения Российской Федерации от 26 июня 2014 г. № 322 «О методике расчета потребности во врачебных кадрах».

¹⁵ См., например: <https://www.yamalpro.ru/2020/04/19/kontaktirovavshih-s-bolnyim-koronavirusom-rabochih-sobettyi-gospitaliziruyut-v-novourengoskuyu-tsgb/>

¹⁶ https://tv-impulse.ru/news/subjects/health/v-novom-urengoe-rabotayut-3-priyomnyh-otdeleniyadlya-pacientov-s-covid-19/?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop

¹⁷ <https://www.vedomosti.ru/career/articles/2020/05/23/830910-rasprostranenie-koronavirusa-v-vahtovih-poselkah>

ции обсервации прибывающих вахтовых бригад и дополнительные меры профилактики заболеваемости местного населения.

Направления адаптации городов Арктики Азии к условиям новых природных и социальных вызовов

Новые встряски для городской системы, которые вызваны быстрыми климатическими изменениями и приходом пандемии Covid-19, конечно, заставляют вновь вернуться к старым вопросам рациональной организации коммунального хозяйства, жилищного строительства, социальной сферы городов Арктики Азии.

Определение оптимальной степени централизации городского теплоснабжения

В большинстве арктических городов теплообеспечение исключительно специфично, существенно более, чем энергообеспечение или водообеспечение, потому что привязано не просто к месту (тип ландшафта, конкретный вид местного или завозимого источника теплоснабжения и др.), но к микрорайону или даже отдельному многоквартирному дому, атомарному домохозяйству. По всем городам нашей выборки протяженность тепловых сетей больше, чем водопроводных и электрических. Диапазон межгородских и внутригородских различий в схемах теплоснабжения (от архаичных печек-буржук до ультрасовременных полностью автоматизированных безлюдных котлов с дистанционным управлением) исключительно велик, и выше, чем в схемах энергообеспечения или водоснабжения города.

Изменения климата в результате растепления вечномерзлых грунтов уже приводят в арктических городах к проседанию сетей теплоснабжения, просадкам коллекторов, значительным потерям тепловой энергии и др. В этих условиях возникает необходимость заново определить степень целесообразной централизации в схемах теплоснабжения.

Централизованная модель (Норильск, Новый Уренгой) обеспечивает экономию на масштабе выработки тепла, экономию на обслуживании компактного сетевого хозяйства. Однако при увеличении протяженности линий снижается эффективность передачи тепла и надежность всей системы, увеличиваются потери и возрастают удельные затраты на обслуживание сетей. Эти проблемы еще более обостряются ввиду сокращения численности обслуживаемого населения арктического города и снижения плотности тепловой нагрузки во многих арктических городах в последние десятилетия.

С другой стороны, децентрализованная схема, ориентированная на всемерное приближение источников выработки тепла к потребителям и сокращение протяженности теплотрасс, обеспечивает большую гибкость,

возможность уйти от массовых решений к штучным и выбору местных, а не завозимых источников теплоснабжения. В перспективе она содействует переходу от преимущественно бюджетного содержания теплового хозяйства к его содержанию за счет самих потребителей, городских домохозяйств.

Очевидна необходимость перехода от централизованных массовых, характерных для старых микрорайонов панельной застройки 1970-1980-х годов, к частично децентрализованным индивидуальным решениям в системе городского теплообеспечения, с частичным или полным отказом от дальнепривозимых теплоносителей и их замещением местными. Значительно ускоряет переход на децентрализованные схемы теплообеспечения смена ключевого теплоносителя с угля, нефти, мазута на газ, в том числе сжиженный (СПГ), и строительство нового малоэтажного жилья.

Расчеты показывают, что 1 Гкал тепловой энергии, произведенной на индивидуальном котле, существенно дешевле тепла от нефтяных, угольных и дровяных котельных [9]. Новое индивидуальное жилье востребует бессетевые, индивидуализированные или «домовые» решения по теплообеспечению (например, установление крышных блочно-модульных котельных с высокой степенью автоматизации всех процессов). И с точки зрения адаптации к условиям деградации вечной мерзлоты уход от полюсов централизации или децентрализации к смешанным, гибридным схемам будет оправданным.

Определение рационального соотношения между капитальным ремонтом и новым строительством жилого фонда

Общеизвестно, что в Арктической зоне объемы жилищного строительства отстают от среднероссийских значений в несколько раз. Неудивительно, что городской жилищный фонд здесь ускоренно стареет, на рынке недвижимости преобладает вторичное жилье, а удельный вес аварийного жилья существенно выше, чем в городах Центральной России. Изменения климата, которые приведут к сокращению доремонтной эксплуатации зданий, по-новому ставят вопрос об оптимальном соотношении капитального ремонта и нового строительства жилья в рассмотренных городах Азиатской Арктики. Вместо односторонней ориентации на капитальный ремонт целесообразно обозначить приоритет строительства разных форм стационарного и временного жилья. Но и сам капитальный ремонт должен изменить свою природу: недостаточно в основном сохранять все те материалы, которые использовались 25-30 лет назад — необходимо обязательно применять новые материалы и технологии, то есть капитальный ремонт обязательно должен включать в оправданных размерах элементы инновационной модернизации и реконструкции.

Изменение устройства арктических городов для сокращения
издержек вирусных эпидемий

Главная проблема предотвращения рисков, связанных с вахтовыми перевозками, заключается в практически полной непрозрачности как направлений этих перевозок, так и численности перевозимых [10-11]. Парадоксальным образом именно пандемия COVID-19 позволила сдвинуть дело с мертвой точки. Ситуация разворачивалась следующим образом.

Во-первых, именно вахтовые поселки стали мощными очагами инфекции – в первую очередь, очевидно, из-за скученности работников в общежитиях. Концентрация заболевания в вахтовых поселках стала одной из важнейших особенностей пандемии в России – подобно ставшей уже хрестоматийной концентрацией заболевших в домах престарелых в Швеции, среди горнолыжников Австрии и футбольных болельщиков в Италии. Так, например, по Ямало-Ненецкому автономному округу известно, что на ранней стадии развития пандемии «в целом на рабочих с нефтегазовых месторождений и производств на Ямале приходится 70% подтвержденных случаев заражения COVID-19»¹⁸.

Во-вторых, борьба с пандемией, которой была придана государственная важность, заставила «проявить» статистику по вахтовым поселкам и в целом по предприятиям. Как ни парадоксально, именно благодаря ситуации пандемии стала точно известна численность размещенных на промышленных объектах вахтовиков и других работников¹⁹. В частности, появились оценки, что на том же Ямале трудится не менее 100 тыс. вахтовиков²⁰ – то есть, с их учетом, население автономного округа можно условно увеличить на 20%.

¹⁸ Петрова Юлиана, Федотова Елена. Почему не удается остановить распространение коронавируса в вахтовых поселках. Ведомости. 24 мая 2020. <https://www.vedomosti.ru/career/articles/2020/05/23/830910-rasprostranenie-koronavirusa-v-vahtovih-poselkah>

¹⁹ Характерен пример интервью, взятого одним из авторов в сентябре 2021 года на горнодобывающем предприятии в Арктической зоне Российской Федерации:

Интервьюер: Сколько сотрудников?

Респондент: 1937.

Интервьюер: С точностью до человека!

Респондент: Конечно, я знаю. Мы же сейчас в условиях пандемии, [отслеживаем] численность – сколько в отпуске, сколько заболело, сколько провакцинировано, какой прирост. Это очень классная тема, потому что мы хоть стали понимать, сколько у нас кого, где и чего. А то мы так говорили – у нас трудится около 2 000 человек. Когда начинаем разбираться – в отпуске столько процентов от численности, тут возник перекосяк, нагрузка перераспределилась, потом докупаем подрядчика, и пошли, пошли. Там тоже есть поле для размышления.

²⁰ Петрова Юлиана, Федотова Елена. Почему не удается остановить распространение коронавируса в вахтовых поселках. Ведомости. 24 мая 2020. <https://www.vedomosti.ru/career/articles/2020/05/23/830910-rasprostranenie-koronavirusa-v-vahtovih-poselkah>

В-третьих, пока еще несделанный шаг должен состоять в адаптации резервных мощностей системы здравоохранения к потенциальной численности всех граждан, одновременно находящихся на территории Арктики – постоянно проживающих, вахтовых работников, а также находящихся в командировке (численность которых, по-видимому, также достаточно существенна). Основная нагрузка при этом ляжет на города восточной – более сырьевой и менее освоенной – азиатской Арктики.

То же можно сказать и о системе временного размещения, возможностях организации обсерваторов и т.д. В арктических городах потребность в экстренном размещении больших групп людей возникает чаще, чем в основной зоне расселения – здесь можно привести пример вполне рядовой для Норильска «черной пурги», когда, например, в ночь на 9 декабря 2021 года были отменены автобусные рейсы до района Кайеркан, и люди, которые не могли попасть домой, были размещены на ночь в здании городского центра культуры²¹.

В этой связи совершенно очевидно, что резервные площади для временного размещения не только фактор смягчения рисков в случае ухудшения эпидемиологической обстановки, но и фактор повышения качества жизни горожан в условиях нестабильных погодных условий, типичных для Арктики. Данное наблюдение выводит на новый уровень тему «пульсирующих городов» как предположительно оптимальной формы адаптации городского пространства к специфике Арктики – не только для долгосрочной перспективы (например, сокращение и увеличение численности населения городов в связи с изменением экономических условий), но и на краткосрочную перспективу.

Другая сторона вопроса состоит в том, что подобная адаптация удорожает и так высокую стоимость содержания инфраструктуры арктических городов. Здесь стоит вызов в отношении развития принципиально новых технологий организации жилого пространства – в виде трансформируемых зданий или иных инновационных форм.

Обсуждение (дискуссия) результатов

В обсуждении ответа на новые вызовы природной (от изменений климата) и социальной (от вирусных пандемий) сферы обычно не принимается во внимание фактор времени: как должна быть организована во времени реакция на эти стрессы городской системы? Например, должна ли она быть равномерной или «залповой»? С другой стороны, должен ли ответ быть в «постоянных» координатах, то есть в виде стационарных дол-

²¹ В Норильске больше ста человек остались ночевать в городском культурном центре из-за «черной пурги». https://news.rambler.ru/weather/47740670/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink

гоживущих объектов и решений или, наоборот, ответ должен даваться по временным, изменчивым и заведомо коротким по своему существованию схемам?

Представляется, что именно для условий Арктики, в которой соотношение временного и постоянного исключительно специфично и тесно сопряжено друг с другом (в освоенных районах, наоборот, абсолютно обособлено) и формирует особый ритм природных и хозяйственных процессов, вопрос временной метрики ответа на новые вызовы должен быть специально поставлен и изучен. Между тем в конкретных управленческих решениях городской власти обычно приоритетное внимание отдается финансово-бюджетным ограничениям, а ограничения по возможным срокам реализации этих решений обычно недооцениваются.

В Арктике в силу ее природной и социальной нестабильности «длгострой» нередко оказывается особенно разрушительным, и наоборот, преимущества «залповых», импульсных, выполненных в рваном, неравномерном ритме решений в ответ на обозначенные новые вызовы могут быть исключительно эффективны. Это хорошо понимают ресурсные корпорации, которые стремятся реализовать свои новые проекты в Арктике предельно быстро, не в последовательном, как в советское время, а в параллельном режиме одновременного обустройства сразу в нескольких участках ресурсной цепочки «добыча-переработка-сбыт». Но это понимание реже реализуют на практике городские и региональные власти, у которых в силу особенностей бюджетного планирования реализация новых проектов имеет более равномерный и инерционный характер.

Так не пора ли в условиях новых вызовов природной и социальной нестабильности для арктических городов допустить более «рваный» ритм реализации «защитных» проектов – как более оправданный для специфичных условий Арктики? Это означает необходимость «залпового» (резко неравномерного и сконцентрированного на начальных этапах) ответа в течение короткого периода на вызовы изменений климата в виде быстрой модернизации городского теплового хозяйства (вместо текущей замены по 2-3% городских теплотрасс выйти на показатели ежегодной замены 8-10%); сочетать быстрый ввод нового элитного малоэтажного жилого фонда (для ядра постоянных жителей города), который строится на новых принципах, новых технологиях и с новыми материалами и более равномерный по годам ремонт жилья массовых серий, в возрастающей степени предусмотренный для временного проживания.

Необходимость быстрого «подтягивания» жилищного и гражданского строительства под новые вызовы климатических изменений и новых условий вирусных пандемий потенциально может создать в городах Арктики Азии новые/возрожденные старые предприятия индустрии местных стройматериалов. В этом случае новые вызовы станут источником новых

возможностей для роста экономики городов Арктики Азии на ресурсе местного рынка.

Заключение

1. В последние годы города Арктики Азии встречают новые вызовы быстрых климатических изменений и масштабных вирусных пандемий. Несмотря на то, что эти вызовы действуют совместно, они имеют разную природу: первые усиливают неопределенности городского развития, связанные с состоянием природной среды, генерируются изнутри самой Арктики; вторые отражают социальную неопределенность, которая привносится в Арктику извне, из зараженных вирусных очагов, в результате передислокационной диффузии зараженных вахтовиков, отпускников, командированных и т.д.

2. Расчет ущерба шести городам Арктики Азии от климатических изменений, вызывающих деградацию вечной мерзлоты, через потерю устойчивости многоквартирных домов и через увеличение стоимости капитальных ремонтов ввиду большей частоты проведения этих работ, определил вилку потенциального ущерба от десятков до первых сотен миллиардов рублей в течение ближайших десятилетий.

3. Только в одном Норильске на борьбу с пандемией «Норильский никель» потратил в 2020 году около 12 млрд. рублей. Общие затраты всех городов Арктики Азии нашей выборки составляют десятки миллиардов рублей. Новые вызовы пандемии обострили давно известную проблему значительных расхождений между социальной системой городов Арктики, рассчитанной на местных жителей, и фактической, существенно большей, реальной численностью населения с учетом вахтовых работников.

4. Ответ арктических городов на новые вызовы включает (но не сводится только к) определение оптимальной степени централизации городского теплоснабжения; рациональное соотношение между капитальным ремонтом и строительством нового малоэтажного жилого фонда; адаптации резервных мощностей системы здравоохранения крупных городов Арктики Азии к фактической численности граждан с учетом вахтовиков и командированных. Резервные площади для временного размещения и проживания есть фактор позитивной адаптации городов Арктики к новым условиям природной и социальной нестабильности.

Список источников

1. Пилисов А.Н. Города российской Арктики: сравнение по экономическим индикаторам// Вестник Московского университета. Серия 5: География, 2011, № 4, с. 64-69.

2. Замятина Н.Ю., Гончаров Р.В. Арктическая урбанизация: феномен и сравнительный анализ// Вестник Московского университета. Серия 5: География, 2011, № 4, с. 69-82.
3. 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. Том. 91. № 2. С. 105-114.
4. Vasiliev A.V., Drozdov D.S., Gravis A.G., Malkova G.V., Nyland K.E., Streletskiy D.A. Permafrost degradation in the Western Russian Arctic// Environmental Research Letters. 2020. March. V. 15. Article 045001.
5. Suter L., Streletskiy D., Shiklomanov N. Assessment of the cost of climate change impacts on critical infrastructure in the circumpolar Arctic// Polar Geography. 2019. Vol. 42. № 4. P. 267-286.
6. Streletskiy D.A., Suter L., Shiklomanov N.I. et al. Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost // Environmental Research Letters. 2019. V. 14. Article 025003.
7. Petrov Andrey N., Welford Mark, Golosov Nikolay, DeGroot John, Degai Tatiana & Savelyev Alexander (2020) Spatiotemporal dynamics of the COVID-19 pandemic in the Arctic: early data and emerging trends, International Journal of Circumpolar Health, 79:1, 1835251, DOI: 10.1080/22423982.2020.1835251
8. Норильский никель. Отчет об устойчивом развитии 2020. Наш Крайний Север. М. 2021. 127 с.
9. Бычковский И.В. (рук.) Комплексная программа развития и модернизации жилищно-коммунального комплекса Ханты-Мансийского автономного округа на 2004-2010 годы. Книга 1. М. 2003. 134 с.
10. Силин А.Н. Вахтовый труд в Арктике: социально-пространственный дискурс: Монография. Минобрнауки России, ТИУ. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2021. 88 с.
11. Силин А. Н. Арктический город и вахтовик: новые вызовы // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. (110). № 1. С. 68–82. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.110.1.005.

References

1. Pilyasov A.N. Cities of the Russian Arctic: Comparison by Economic Indicators // Moscow University Bulletin. Series 5. Geography, 2011, № 4, P. 64-69. (In Russian).
2. Zamyatina N.YU., Goncharov R.V. Arctic Urbanization: Phenomenon and Comparative Analysis // Moscow University Bulletin. Series 5. Geography, 2011, № 4, P. 69-82. (In Russian).
3. Porfiriev B.N., Eliseev D.O., Streletsky D.A. Economic assessment of the consequences of permafrost degradation for the housing sector of the Russian Arctic // Vestnik Rossiyskoy Akademii nauk, 2021, Vol. 91, № 2, P. 105-114. (In Russian).
4. Vasiliev A.V., Drozdov D.S., Gravis A.G., Malkova G.V., Nyland K.E., Streletskiy D.A. Permafrost degradation in the Western Russian Arctic// Environmental Research Letters. 2020. March. V. 15. Article 045001.
5. Suter L., Streletskiy D., Shiklomanov N. Assessment of the cost of climate change

- impacts on critical infrastructure in the circumpolar Arctic// Polar Geography. 2019. Vol. 42. № 4. P. 267-286.
6. Streletskiy D.A., Suter L., Shiklomanov N.I. et al. Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost // Environmental Research Letters. 2019. V. 14. Article 025003.
 7. Petrov Andrey N., Welford Mark, Golosov Nikolay, DeGroot John, Degai Tatiana & Savelyev Alexander (2020) Spatiotemporal dynamics of the COVID-19 pandemic in the Arctic: early data and emerging trends, International Journal of Circumpolar Health, 79:1, 1835251, DOI: 10.1080/22423982.2020.1835251
 8. Norilsk Nickel. Sustainability Report 2020. Our Far North. Moscow. 2021. 127 p.
 9. Bychkovsky I.V. (ed.) A comprehensive program for the development and modernization of the housing and communal complex of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug for 2004-2010. Book 1. Moscow. 2003. 134 p.
 10. Silin A.N. Shift work in the Arctic: socio-spatial discourse: Minobrnauki of Russia, Industrial University of Tyumen. Tambov: Consulting company Yukom, 2021. 88 p. (In Russian).
 11. Silin A.N. Arctic city and shift worker: new challenges // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. (110). № 1. P. 68–82. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.110.1.005 (In Russian).

Сведения об об авторах

Пилясов Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор кафедры социально-экономической географии зарубежных стран МГУ имени М.В. Ломоносова, генеральный директор АНО «Институт регионального консалтинга».

Замятина Надежда Юрьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии зарубежных стран МГУ имени М.В. Ломоносова, заместитель генерального директора АНО «Институт регионального консалтинга».

Поляченко Андрей Евгеньевич, магистр НИУ «Высшая школа экономики».

Никитин Борис Владиславович, аспирант кафедры социально-экономической географии зарубежных стран МГУ имени М.В. Ломоносова, эксперт АНО «Институт регионального консалтинга».

Участие авторов

Пилясов А.Н. – концепция исследования, написание и редактирование текста;

Замятина Н.Ю. – подготовка текстовой части статьи, затрагивающей вопросы протекания пандемии Covid-19 в арктических городах;

Поляченко А.Е. – модельные расчеты влияния изменений климата и деградации мерзлоты на финансово-экономические параметры экономики

городов Арктики Азии;

Никитин Б.В. – определение факторов уязвимости арктических городов к пандемии Covid-19, подготовка иллюстративного материала статьи (карт, картосхем, графиков).

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Information about the authors

Alexander N. Pilyasov, Doctor of Geographic Sciences, Professor of the Department of Social and Economic Geography of Foreign Countries, Lomonosov Moscow State University, General Director of ANO “Institute of Regional Consulting”.

Nadezhda Yu. Zamyatina, Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor of the Department of Social and Economic Geography of Foreign Countries, Lomonosov Moscow State University, Deputy Director-General of ANO “Institute of Regional Consulting”.

Andrey E. Polyachenko, Master of Science, National Research University “Higher School of Economics”.

Boris V. Nikitin, postgraduate student of the Department of Social and Economic Geography of Foreign Countries, Lomonosov Moscow State University, expert of ANO “Institute of Regional Consulting”.

Authors Contribution

A.N. Pilyasov - research concept, text writing and editing;

N.Y. Zamyatina - preparation of the text part of the article addressing the issues of Covid-19 pandemic in Arctic cities;

A.E. Polyachenko - model calculations of the impact of climate change and permafrost degradation on the financial and economic parameters of the economy of Asian Arctic cities;

B.V. Nikitin - identification of factors of vulnerability of Arctic cities to Covid-19 pandemic, preparation of illustrative material of the article (maps, cartograms, graphs).

All co-authors - approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Статья поступила в редакцию 09.03.2022 г., принята к публикации 19.07.2022 г.

The article was submitted on March 9, 2022, accepted for publication on July 19, 2022.