

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ
КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ:
ИНФРАСТРУКТУРНЫЙ АСПЕКТ²****ECONOMIC CONSEQUENCES
OF CLIMATIC CHANGES
IN THE RUSSIAN ARCTIC:
INFRASTRUCTURE ASPECT**

В статье рассмотрены экономические последствия климатических изменений в Российской Арктике. Выявлено, что основным негативным фактором изменений климата для хозяйственной деятельности в Арктике является деградация вечной мерзлоты из-за увеличения среднегодовой температуры. Проведена оценка ущерба для инфраструктуры.

Ключевые слова: деградация вечной мерзлоты, инфраструктура, климатические риски, ущерб, основные фонды.

In the article, the economic consequences of climate changes in the Russian Arctic are considered. It is revealed that the major negative factor of climate change for economic activity in the Arctic is degradation of permafrost because of increase in average annual temperature. Assessment of damage to infrastructure is carried out.

Keywords: degradation of permafrost, infrastructure, climate risks, damage, fixed assets.

Одним из наиболее актуальных вопросов современности является изменение климата на планете и последствия этих изменений для окружающей среды, человека и всей хозяйственной деятельности. По прогнозным оценкам, среднегодовая температура на планете в долгосрочной перспективе может вырасти на 1,5-2°С. Эти изменения наиболее заметны в России и особенно в российской части Арктики. За последнее столетие динамика среднегодового роста температуры в России и Российской Арктике вдвое превышала среднемировые показатели глобального потепления. Анализ данных физико-климатических моделей показывает, что в течение XXI века средняя температура приземного воздуха на территории России будет продолжать повышаться. Наибольшего потепления следует ожидать в Сибири и в северных регионах России, а также в Арктике.

¹ Кандидат экономических наук, начальник научно-исследовательского центра Управления развития научной и инновационной деятельности АНО ВО «Российский новый университет».

© Елисеев Д.О., 2017.

² Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-02-00528 «Социально-экономические последствия климатических изменений в Арктике».

Среди специалистов уже есть понимание долгосрочных последствий этих изменений для окружающей среды и физико-географических свойств природных систем. Ожидается деградация многолетней вечной мерзлоты с полным ее исчезновением в отдельных регионах Севера и северо-востока России, что приведет к изменению природных ландшафтов и возникновению заболоченных местностей [1]. В.М. Катцов и Б.Н. Порфирев указывают на увеличение зимнего стока рек и сокращение снежного покрова в европейской части России, тогда как в регионах Севера и северо-востока России, где преобладают твердые осадки, напротив, будет увеличение снежного покрова и увеличение стока рек в весенне-осенний период [2]. Ожидается существенное сокращение ледового покрова в Северном Ледовитом океане с практически полным исчезновением северной ледяной шапки в 2100 году. Прогнозируются и иные последствия, к которым относятся угроза исчезновения отдельных представителей флоры и фауны, смещение лесного пояса к северу с сокращением тундровых ландшафтов. В работе А.А. Тишкова и А.Н. Кренке указывается на смещение границы лесополосы и позеленение тундры на 60–100%. В исследовании указывается, что суммарно

прирост площади продуктивного ландшафтно-го покрова (собственно позеленения тундры) с 2000 по 2014 г. на исследованных территориях составил 3 074 328 км², тогда как деградация ландшафта, замена продуктивных растительных сообществ менее продуктивными за счет кумулятивного эффекта – 3 140 687 км². То есть, идет замещение одних видов флоры другими [3].

Более сложным представляется вопрос оценки таких изменений для экономики и хозяйственной деятельности человека. Многочисленные проведенные исследования не дают полного понимания влияния этих изменений на экономику страны. Сложность взаимосвязи физико-климатических моделей, которые прогнозируют климатические изменения с экономическими расчетами последствий этих изменений обусловлена следующими принципиальными моментами. Во-первых, прогнозы климата рассматриваются на долгосрочный период с горизонтом планирования 50–100 лет, что не соответствует долгосрочным экономическим прогнозам, которые обычно пишутся на 10–20 лет. Во-вторых, современные тенденции климатических исследований в основном фокусируются на катастрофичности сценариев глобальных изменений. Соответственно, все последующие экономические расчеты рассматривают повышение температуры в Арктике с точки зрения прямого ущерба от происходящих изменений для экономики и социальной сферы страны. К примеру, в работах зарубежных исследователей указывается, что последствия деградации вечной мерзлоты из-за глобального потепления в Арктике будет стоить человечеству около 160 трлн долларов до 2100 года, или 1,9 трлн долларов ежегодно [4; 5]. Более консервативные прогнозы Б.Н. Порфирьева и В.М. Катцова для России показывают стоимость ущерба от климатических изменений на уровне 2-3% ВВП в год, а на отдельных территориях 5-6% регионального ВВП на период до 2030 года [2].

Специфика большинства оценок и прогнозов последствий климатических изменений для экономики на макроуровне состоит в том, что большинство исследователей фокусируются на использовании затратного подхода. Несомненно, стоимость предупреждения или ликвидации последствий ущерба разных видов от деградации вечной мерзлоты, оползней или разливов рек и наводнений, которые являются следствием изменения климата, является важной составляющей, которая в конечном итоге учитывается в экономике в виде падения темпов роста ВВП из-за стихийных бедствий. И действительно, в Рос-

сийской Арктике в настоящее время производится около 20% валового внутреннего продукта. Основу арктического производства составляют нефтегазодобывающая промышленность (нефть и газ), энергетика (атомная, гидро-, тепловая генерация), горнодобывающая промышленность (алмазы, медь, никель, апатитовое сырье, золото, уголь, платина, редкоземельные металлы, олово), транспорт (железнодорожный, автомобильный, морской, речной) [6]. Кроме этого Российская Арктика в сравнении с зарубежными арктическими территориями является одним из самых населенных регионов. По различным оценкам, на территории арктической зоны РФ проживают около 2-х миллионов человек. За годы хозяйственного освоения построена значительная социальная инфраструктура (жилье, социальные объекты, дороги). Россия – единственная в мире страна, где существуют крупные города за Полярным кругом (Норильск, Мурманск, Воркута). В силу вышеприведенных особенностей, основной ущерб от стихийных бедствий, связанных с климатическими изменениями, в среднесрочной перспективе будет нанесен инфраструктурной составляющей Российской Арктики (дорогам, трубопроводам, зданиям и сооружениям) в разных отраслях промышленности и социальной сферы.

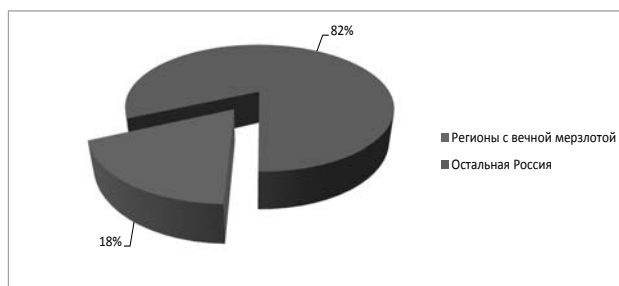
Климатические изменения в Российской Арктике оказывают существенное влияние на условия и режимы хозяйственной деятельности. Увеличение среднегодовой температуры на Севере провоцирует различные природные явления, которые оказывают негативное воздействие. По экспертным оценкам, к наиболее значимому риску следует относить деградацию вечной мерзлоты в Арктике [1]. Более 60% территории Российской Федерации находится в зоне вечной мерзлоты. В европейской части Российской Арктики в зону вечной мерзлоты попадают Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Республика Коми; в Сибири – Ямало-Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ, Красноярский край; на Дальнем Востоке – Республика Саха (Якутия), Магаданская область, Камчатский край, Чукотский автономный округ.

Строительство в вечномерзлотных грунтах требует специальных технических решений для зданий и сооружений. Как отмечают Д. Стрелецкий и Н. Шикломанов, возможности вечномерзлотных грунтов обеспечивать требуемую несущую способность для зданий и сооружений зависит прежде всего от температурных и механических характеристик грунта [7]. При этом

температурные характеристики грунта изменяются под воздействием радиационно-теплового баланса на поверхности Земли. Эти изменения могут носить как техногенный (уничтожение растительного покрова, перераспределение снега, замена грунта при строительстве, заболачивание и др.), так и природный характер, например долговременное потепление или похолодание, изменение снежности зим. Поэтому строительство в зоне вечной мерзлоты ведется с учетом климатических и физико-географических факторов [8].

Научные исследования последних лет показывают, что зона вечной мерзлоты в Арктике постепенно сокращается из-за регулярного роста среднегодовой температуры. В.Е. Романовский отмечает, что за последние 30 лет температура вечной мерзлоты в России увеличилась в среднем на 0,5–2,0°C. При этом ежегодный диапазон изменений температурного режима составляет 0,004 до 0,05°C [9]. По оценкам Н.Г. Обермана и И.Г. Шеслера, за период 1970–2005 гг. в Европейской части России произошло смещение границы сплошной вечной мерзлоты на 30–40 км в Печорской низменности и на 70–100 км в Приуралье [10]. Заметное сокращение площади вечной мерзлоты зафиксировано в Западной Сибири в районе Уренгойского месторождения [11]. Северная Якутия с 1980 г. испытывает потепление вечной мерзлоты до 1,5°C в восточной части [7]. Самые значимые риски исчезновения слоя вечной мерзлоты присутствуют на Европейском Севере России, в Западной Сибири, на юге Республики Саха (Якутия). По прогнозным оценкам, в среднесрочной перспективе вечная мерзлота полностью исчезнет в Мурманской области, Ненецком АО, Ямало-Ненецком и Ханты-Мансийском автономных округах. В консервативных оценках, представленных в докладе Гринпис, отмечается, что на нефтяных месторождениях Ханты-Мансийского АО из-за деформаций грунта и таяния вечной мерзлоты происходит в среднем 1900 аварий в год, а во всей Западной Сибири – около 7 400 [12]. На поддержание работоспособности трубопроводов и ликвидацию механических деформаций, связанных с таянием вечной мерзлоты, ежегодно тратится до 55 млрд рублей. По оценке И.В. Чесноковой, средний многолетний ущерб от деградации вечной мерзлоты составляет около 2,5 млрд долларов, или 150 млрд руб. [13]. То есть, масштабы рисков утраты основных фондов в Российской Арктике и влияние этих процессов на социально-экономическое развитие России значительны.

По данным Росстата, общая стоимость основных фондов в Российской Федерации составила



Источник: рассчитано автором по данным Росстата.

Рис. 1. Доля основных фондов в регионах с вечной мерзлотой в общем объеме основных фондов в 2015 г. (%)

в 2015 году 160,7 трлн руб. На долю регионов Российского Севера с вечномерзлотными грунтами приходится около 20%, что в стоимостном выражении составляет 28,9 трлн руб. (рис. 1).

По методологии Росстата, к основным фондам относятся здания, сооружения, оборудование, транспортные средства и иные. Влияние изменений в вечной мерзлоте на категории основных фондов различно. Наибольшей опасности подвержены здания и сооружения, которые строятся на фундаментах, стоящих в вечномерзлотных грунтах. Риски утраты оборудования, транспортных средств и нематериальных активов более низок, поскольку эти типы основных фондов перемещаемые. На их долю приходится 65% от общего количества основных фондов в РФ. Применительно к Арктическим регионам с вечной мерзлотой, стоимость зданий и сооружений составляет 18,6 трлн руб., или 12% от основных фондов России. Сравнительная характеристика показывает, что стоимость рискованных основных фондов составляет около четверти российского номинального ВВП, что является весомой цифрой с учетом возникающих рисков.

Размещение основных фондов в Арктической зоне различно. Наибольшее их количество построено в центрах нефте- и газодобычи, Красноярском крае, Республике Коми (табл. 1). Эти регионы, согласно климатическим оценкам, в наибольшей степени подвержены деградации вечной мерзлоты.

В настоящее время нет полного понимания и оценки всех последствий деградации вечной мерзлоты на основные фонды в промышленности арктических регионов. Сложность проблемы состоит в том, что статистический учет техногенных катастроф, стоимости устранения последствий этих бедствий, а также последующих расчетов упущенной выгоды если и ведется, то только на ограниченном количестве конкретных примеров. Фактически в настоящее время

Таблица 1

Стоимость основных фондов в арктических регионах с вечной мерзлотой в 2015 г.
(млн руб.)

Регионы	Здания	Сооружения
Республика Коми	382 917,36	1 292 020,48
Ненецкий автономный округ	81 141,94	273 785,06
Мурманская область	266 781,33	900 160,14
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	1 510 501,88	5 096 659,41
Ямало-Ненецкий автономный округ	1 232 986,31	4 160 280,35
Красноярский край	423 306,35	1 428 298,96
Республика Саха (Якутия)	258 504,20	872 231,87
Камчатский край	52 850,62	178 325,89
Магаданская область	35 310,58	119 143,17
Чукотский автономный округ	17 131,23	57 803,34
ИТОГО	4 261 431,80	14 378 708,67

Источник: рассчитано автором по данным Росстата.

мы располагаем данными консервативной оценки в 55 млрд рублей ущерба от аварий, связанных с деградацией вечномерзлотных грунтов и максимальной оценкой НИИ водных проблем РАН на уровне 150 млрд руб. в год. Сопоставление этих данных с базовыми статистическими показателями показывает, что при консервативном сценарии ущерб составляет в среднем 0,5% от стоимости, а при негативном сценарии – около 1,5% (табл. 2).

Таблица 2

Оценка потенциального ущерба от деградации вечной мерзлоты

Показатель	Стоимость (трлн руб.)	Консервативный сценарий (50 млрд руб. в год)	Негативный сценарий (150 млрд руб. в год)
Основные фонды в арктических регионах России (2015)	28,9	0.17%	0.52%
Здания и сооружения в структуре основных фондов	18.64	0.27%	0.8%
Здания и сооружения в наиболее рискованных регионах	12	0.41%	1.25%
Отношение к региональному ВВП	8,16	0.61%	1.84%

Источник: рассчитано автором.

Более сложным и одновременно более актуальным представляется вопрос оценки потенциального ущерба от разрушения жилых строений при деградации вечной мерзлоты. В настоящее время в 10 вечномерзлотных регионах России проживают около 8 млн человек. Россия практически единственная страна в мире, где в зоне вечной мерзлоты построены и функционируют крупные промышленно развитые города – Норильск, Мурманск, Воркута, Салехард, Якутск и др. Численность городского населения в этих регионах представлена в табл. 3.

Таблица 3

Количество городов и численность городского населения в вечномерзлотных регионах России в 2016 году

Регионы	Количество городов	Население региона (тыс. человек)	Городское население (тыс. человек)	Жилой фонд в тыс. м ²
Республика Коми	10	856,8	567,9	22 879,5
Ненецкий автономный округ	1	43,8	24,5	1 037,3
Мурманская область	16	762,2	644,1	19 129,7
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	16	1 626,8	1 323	32 673,7
Ямало-Ненецкий автономный округ	8	534,1	418,7	11 396,2
Красноярский край	6	2 866,5	298,6	10 602,2
Республика Саха (Якутия)	13	959,7	503,5	20 629,7
Камчатский край	3	316,1	241,6	7 962,2
Магаданская область	2	146,3	97	4 348,1
Чукотский автономный округ	3	50,2	25,1	1 278,7
ИТОГО	78	8 162,5	4 144	254 546

Источник: рассчитано автором.

Основной проблемой в городах этих регионов являются риски техногенных аварий в жилом секторе, а именно – в части обрушения домов из-за деградации вечной мерзлоты. К примеру, в Норильске за последние годы вынужденно было уничтожено более 300 домов из-за деформации целостных конструкций. Д. Стрелецкий и Н. Шикломанов отмечают, что до 2050 года в нескольких крупных городах Арктики требуется полное обновление жилого фонда. К ним относятся Норильск, Якутск, Воркута, Салехард.

В настоящее время стоимость жилого фонда, расположенного в Арктической зоне, составляет около 10 трлн руб. (ориентировочный расчет согласно методическим рекомендациям Минстроя России по стоимости 1 кв. метра жилья – 37 тыс. руб. в 2016 году). Предполагая, что до 2050 года возникает необходимость нового строительства более чем 250 млн кв. метров жилья стоимостью 10 трлн руб., требуется около 300 млрд руб. ежегодных дополнительных вложений в жилищное строительство.

Таким образом, деградация вечной мерзлоты из-за климатических изменений в Арктической зоне России несет в себе существенные риски для существующей инфраструктуры, а также для проживающего на территории населения. В этой связи, к наиболее актуальным вопросам, требующим решения, следует отнести:

- развитие и обеспечение систем регулярно мониторинга, предупреждения и предотвращения чрезвычайных ситуаций, которые могут возникать из-за последствий деградации вечной мерзлоты;

- определение источников финансирования проектов по ликвидации и предотвращению возникающего ущерба;

- развитие новых инновационных технологий, которые минимизируют последствия таяния вечномерзлотных грунтов.

Литература

1. Romanovsky, V.E., Smith, S.L., Christiansen, H.H., Shiklomanov, N.I., Streletskiy, D.A., Drozdov, D.S., Malkova, G.V., Oberman, N.G., Kholodov, A.L., Marchenko, S.S. Terrestrial permafrost [in “State of the climate in 2014”] // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2015. – Т. 96. – № 7. – С. 139.
2. Порфирьев Б.Н., Катцов В.М., Рогинко С.А. Изменения климата и международная безопасность / отв. ред. А.И. Бедрицкий, В.В. Ивантер. – М., 2011. – 291 с.
3. Тишков А.А., Кренке-мл. А.Н. «Позеленение» Арктики в XXI в. как эффект синергизма

действия глобального потепления и хозяйственного освоения // Арктика: экология и экономика. – 2015. – № 4 (20). – С. 28–37.

4. Schaefer, K., Lantuit, H., Romanovsky, V.E., Schuur, E.A. G. & Witt, R. The impact of the permafrost carbon feedback on global climate // Environ. Res. Lett. – 2014. – No 9, 085003.

5. Hope, Chris, Schaefer, Kevin. Nature Climate Change. – 2016. – No 6. Pp. 56–59, doi:10.1038/nclimate2807

6. Российская Арктика: современная парадигма развития / под ред. акад. А.И. Татаркина. – СПб. : Нестор-История, 2014. – 844 с.

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

8. Рекомендации по устройству свайных фундаментов в вечномерзлых грунтах / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР. – М. : НИИОСП, 1985, 39 СНИП 2.02.04-88. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1980. – 533 с. – http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/485108/rukovodstvo_po_proektirovaniyu_svainykh_fundamentov.pdf

9. Romanovsky, V.E., Smith, S.L., Christiansen, H.H. Permafrost thermal state in the Polar Northern Hemisphere during the International Polar Year 2007–2009: a Synthesis // Permafrost and Periglacial Processes. – 2010. – Vol. 21. – P. 106–116.

10. Оберман Н.Г., Шеслер И.Г. Современные и прогнозируемые изменения мерзлотных условий европейского северо-востока Российской Федерации // Проблемы Севера и Арктики Российской Федерации : научно-информационный бюллетень. – 2009. – Т. 9. – С. 96–106.

11. Васильев А.А., Дроздов Д.С., Москаленко Н.Г. Динамика температуры многолетнемерзлых пород Западной Сибири в связи с изменениями климата // Криосфера Земли. – 2008. – Т. XII. – № 2. – С. 10–18.

12. 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.

13. Чеснокова И.В. Оценка ущерба от криогенных процессов и проблема страхования их последствий для территории РФ // Десятая Международная конференция по мерзлотоведению (TICOP): Ресурсы и риски регионов с вечной мерзлотой в меняющемся мире. Том 5: Расширенные тезисы на русском языке. – Тюмень : Печатник, 2012. – 384 с.