

ON THE POSSIBILITY OF EXTENDING THE SERVICE LIFE OF WINTER ROADS USING RENEWABLE ENERGY SOURCES

Loktionov, E. Yu.¹, Sharaborova, E. S.^{1,2}, Klokov, A. V.¹, Bakhmadov, A. V.¹, Korshunov, A. A.³

¹ Bauman Moscow State Technical University (Moscow, Russian Federation)

² École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Lausanne, Switzerland)

³ Northern (Arctic) Federal University (Arkhangelsk, Russian Federation)

The article was received on February 6, 2023

For citing

Loktionov E. Yu., Sharaborova E. S., Klokov A. V., Bakhmadov A. V., Korshunov A. A. On the possibility of extending the service life of winter roads using renewable energy sources. *Arctic: Ecology and Economy*, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 570—578. DOI: 10.25283/2223-4594-2023-4-570-578. (In Russian).

Abstract

It is hard to overestimate the role of winter roads in the land logistics of the northern regions. In recent years, climate change has not only significantly reduced the service life of winter roads, but also made them less predictable. This forces transportation to increase in intensity, often at the expense of safety, or to stop that suddenly, leaving vehicles and equipment unused for long periods and disrupting project deadlines. Therefore, extending the service life of winter roads and reducing dependence on local weather conditions is a very urgent task. To solve it, we considered the possibility of applying our previously proposed method of thermal stabilization of frozen ground using solar panels and heat pumps, and estimated the associated costs. Our calculations have shown that it is possible to extend significantly the service life of unpaved winter roads, up to year-round use, in the case of using the most lightweight road pavement without creating a cushion. The approach can contribute to solving a whole range of problems of sustainable development of the Russian Arctic territories by creating transport and energy corridors.

Keywords: *winter road, thermal stabilization, photovoltaic modules, heat pumps, artificial freezing, transport and energy corridor.*

Funding

The Russian Science Foundation and the Arkhangelsk region (grant 22-19-20026, <https://rscf.ru/project/22-19-20026/>) supported the work.

Acknowledgements

The computational equipment “Beam-M” and the license for the Frost 3D software package, provided free of charge by its developer Bauman Moscow State Technical University — STC Simmakers LLC. The authors are grateful to A. S. Tutunin and S. V. Churkin for their help in creating the experimental setup.

Information about the authors

Loktionov, Egor Yur'evich, PhD in Engineering, Lab Head, Bauman Moscow State Technical University (5-1, 2nd Baumanskaya str., Moscow, Russia, 105005), e-mail: eloktionov@mail.ru.

Sharaborova, Elizaveta Sergeevna, Postgraduate Student, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Lausanne, Switzerland), e-mail: elizaveta.sharaborova@epfl.ch.

Klokov, Alexander Valer'evich, Graduate Student, Bauman Moscow State Technical University (1, Lefortovskaya Nab., Moscow, Russia, 105005), e-mail: kav181174@student.bmstu.ru.

Bakhmadov, Abdula Vakhitovich, Student, Bauman Moscow State Technical University (1, Lefortovskaya Nab., Moscow, Russia, 105005), e-mail: abdulla5384@mail.ru

Korshunov, Alexey Anatol'evich, PhD in Engineering, Head of Department, Northern (Arctic) Federal University (17, Nab. Severnoy Dvini, Arkhangelsk, Russia, 163002), e-mail: a.korshunov@narfu.ru.

© Loktionov E. Yu., Sharaborova E. S., Klokov A. V., Bakhmadov A. V., Korshunov A. A., 2023

О ТЕНДЕНЦИЯХ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

А. А. Маноско^{1,2,3}, А. В. Матешева^{1,3}, С. В. Емелина^{1,4,5}

¹ Институт физики атмосферы имени А. М. Обухова РАН (Москва, Российская Федерация)

² Российская академия наук (Москва, Российская Федерация)

³ Российский университет транспорта (Москва, Российская Федерация)

⁴ Гидрометцентр России (Москва, Российская Федерация)

⁵ Институт вычислительной математики имени Г. И. Марчука РАН (Москва, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 18 августа 2023 г.

Для цитирования

Маноско А. А., Матешева А. В., Емелина С. В. О тенденциях эколого-климатических рисков для здоровья человека в Арктической зоне России в условиях изменяющегося климата // Арктика: экология и экономика. — 2023. — Т. 13, № 4. — С. 579—589. — DOI: 10.25283/2223-4594-2023-4-579-589.

Исследованы тенденции рисков для здоровья человека, обусловленных загрязнением атмосферы и изменением погодно-климатической комфортности, в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) за 2020–2050 гг. с учетом климатических сценариев. В целом наблюдается незначительная динамика рисков, характеризующаяся межсценарной изменчивостью и дисперсией по территории АЗРФ, лишь в отдельных районах отмечены заметные тренды. Показана необходимость в дополнительном внимании при планировании мер адаптации к изменениям климата на территориях Ямало-Ненецкого автономного округа и Красноярского края.

Ключевые слова: Арктическая зона России, изменение климата, загрязнение атмосферы, риск для здоровья, погодно-климатическая комфортность, адаптация.

Введение

Загрязнение атмосферного воздуха, а также суточные погодно-климатические условия являются одними из ведущих эколого-климатических факторов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека на северных, в том числе арктических территориях [1; 2].

Наблюдаемые в последние десятилетия изменения климата, которые в России и особенно в зоне Арктики происходят быстрее и масштабнее [3; 4], чем в среднем по Земному шару, ведут к изменению комфортности (характерных погодно-климатических условий), что может приводить к угрозам здоровью человека в виде повышения заболеваемости и снижения производительности труда. В загрязненной атмосфере данные угрозы становятся более опасными, поскольку изменение метеорологических условий способно усиливать неблагоприятное воздействие вредных примесей на организм [5]. В дополнение к этому вариации общей циркуляции атмосферы вследствие изменений климата могут привести к заметному перераспреде-

лению количества поступающих примесей и областей (источников), оказывающих влияние на регионы при дальнейшем загрязнении [6; 7]. Это в том числе означает возможное изменение уровня общего загрязнения атмосферы и качества воздуха на арктических территориях. В связи с этим изучение рисков, связанных с влиянием загрязнения атмосферы и изменением погодно-климатической комфортности на человека в Арктической зоне в условиях изменяющегося климата, представляет научный и практический интерес.

Целью настоящей работы является изучение тенденций эколого-климатических рисков для здоровья человека, обусловленных загрязнением атмосферы и изменением комфортности погодно-климатических условий, на территории Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) за 2020—2050 гг. при различных сценариях климатических изменений.

Метод и материалы исследования

1. Исследование риска для здоровья вследствие загрязнения атмосферы под влиянием погодно-климатических процессов в условиях меняющегося клима-