

Анализ состояния национальной транспортной инфраструктуры с учетом существующих климатических ограничений по ее созданию и использованию

Analysis of the state of national transport infrastructure taking into account existing climatic restrictions on its creation and use

УДК 551.5; 656

Получено: 24.01.2024

Одобрено: 15.02.2024

Опубликовано: 25.03.2024

Тебекин А.В.

Д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор, почетный работник науки и техники Российской Федерации, профессор Высшей школы культурной политики и управления в гуманитарной сфере Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, профессор кафедры финансово-экономического и бизнес-образования Государственного университета просвещения, заведующий лабораторией проблем устойчивого развития «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов»

e-mail: Tebekin@gmail.com

Tebekin A.V.

Doctor of Technical Sciences, Doctor of Economic Sciences, Professor, Honorary Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Professor of the Higher School of Cultural Policy and Management in the Humanities of Moscow State University. M.V. Lomonosov, Professor of the Department of Financial, Economic and Business Education of the State University of Education, Head of the Laboratory of Sustainable Development Problems "Institute for Advanced Training of Managers and Specialists"

e-mail: Tebekin@gmail.com

Маленкин Ю.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов» (ФГБОУ ДПО «ИПК»)

Malenkin Yu.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education "Institute for Advanced Training of Managers and Specialists" (FSBEI DPO "IPK")

Аннотация

Актуальность представленного исследования обусловлена тем, что происходящие климатические изменения, имеющие тенденции к интенсификации, оказывают существенное влияние на национальную транспортную инфраструктуру.

Целью представленных исследований является анализ состояния национальной транспортной инфраструктуры с учетом существующих климатических ограничений по ее созданию и использованию в интересах учета влияния климатических изменений на эффективность выполнения совокупности задач Транспортной стратегии Российской

Федерации до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г. и Национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г.

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что в результате анализа состояния национальной транспортной инфраструктуры с учетом существующих климатических ограничений по ее созданию и использованию предложена матрица для исследования совместного влияния на объекты транспортной инфраструктуры как климатических воздействий различной физической природы, так и климатических воздействий различной продолжительности и интенсивности.

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности их использования при решении задач климатической адаптации в интересах повышения эффективности выполнения совокупности задач Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г. и Национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г.

Ключевые слова: анализ состояния, национальная транспортная инфраструктура, создание и использование, существующие климатические ограничения.

Abstract

The relevance of the presented research is due to the fact that ongoing climate changes, which tend to intensify, have a significant impact on the national transport infrastructure.

The purpose of the presented research is to analyze the state of the national transport infrastructure, taking into account existing climatic restrictions on its creation and use in the interests of taking into account the impact of climate change on the efficiency of fulfilling the set of tasks of the Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period until 2035 and the National Action Plan of the second stage adaptation to climate change for the period up to 2025.

The scientific novelty of the results obtained lies in the fact that as a result of an analysis of the state of the national transport infrastructure, taking into account existing climatic restrictions on its creation and use, a matrix was proposed for studying the joint influence on transport infrastructure objects of both climatic impacts of different physical nature and climatic impacts of different durations and intensity.

The practical significance of the results obtained lies in the possibility of their use in solving climate adaptation problems in the interests of increasing the efficiency of fulfilling the set of tasks of the Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period until 2035 and the National Action Plan for the second stage of adaptation to climate change for the period until 2025.

Keywords: state analysis, national transport infrastructure, creation and use, existing climate restrictions.

Введение

Происходящие климатические изменения оказывают существенное влияние на национальную транспортную инфраструктуру. Так, например, в результате ливней и паводков в 2023-2024 гг. произошло подтопление дорог, а в отдельных случаях и разрушение мостов в Воронежской [9], Курганской [14], Московской [2], Нижегородской [12], Оренбургской [1], Смоленской [3], Тюменской [10], Челябинской [11] и многих других областях.

Интенсификация процессов влияния климатических воздействий на национальную транспортную инфраструктуру предопределили актуальность темы исследования.

Цель исследования

Целью представленных исследований является анализ состояния национальной транспортной инфраструктуры с учетом существующих климатических ограничений по ее созданию и использованию в интересах учета влияния климатических изменений на

эффективность выполнения совокупности задач Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г. [22] и Национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г. [21].

Методическая база исследований

Методическую базу исследований составили известные научные работы, посвященные анализу состояния национальной транспортной инфраструктуры с учетом существующих климатических ограничений по ее созданию и использованию, таких авторов как Митрюкова К.А. [18], Ахтямов Р.Г. [6], Катаева Ю.В. [15], Бережная Л.Ю. [8], Бадина С.В. , Панкратов А.А., Янков А.А. [7] и др., авторские наработки по теме исследований [5,16,23,24,26], а также программные нормативно-правовые и информационно-аналитические материалы по теме исследований [13,17,27,28,29] и др.

Основные результаты исследований

Проведенные исследования показали, что транспортная инфраструктура является одной из наиболее климатозависимых отраслей экономики [20].

При этом в экспертном сообществе обращается внимание на тот факт, что транспортная инфраструктура уязвима не только по отношению к экстремальным природным явлениям катастрофических масштабов, но и к эволюционным процессам изменения климата, включая:

- рост средних температур в процессе глобального потепления;
- повышение среднего уровня моря;
- повышение интенсивности засух;
- наступление пустынь;
- обмеление рек и озер;
- более частые и более масштабные наводнения;
- и т.д.

Проведенные исследования показали, что объекты национальной транспортной инфраструктуры становятся более уязвимыми не только к быстротечным экстремальным климатическим воздействиям (опасным климатическим (природным) явлениям), носящим масштабный характер природной катастрофы (стихийного бедствия), но и к медленным («ползущим») климатическим изменениям, в первую очередь обусловленным тенденцией глобального потепления (рис. 1) [4].



Рис. 1. Динамика глобального потепления в период с 1880-х по 2020-е годы [4].

При этом по оценкам специалистов комбинированное влияние долгосрочных климатических изменений и скоротечных климатических воздействий (рис. 2) может привести к широкому спектру последствий для объектов транспортной инфраструктуры [27].



Рис. 2. Комбинированное влияние долгосрочных климатических изменений и скоротечных климатических воздействий на объекты транспортной инфраструктуры.

При этом для объектов транспортной инфраструктуры, обслуживающих водный, воздушный и наземный транспорт, влияние климатических воздействий может носить различный характер.

Так для объектов транспортной инфраструктуры, обслуживающих наземный транспорт (автомобильный, железнодорожный и трубопроводный)Ю негативные последствия, связанные с влиянием климатических воздействий, обусловлены дождями (включая сильные ливни), песчаными бурями, снегопадами (включая метели, снежные заносы и снежные лавины), туманами и т.д.

Интенсивная влажность в сочетании с температурными перепадами, ветрами, дополненными механическими воздействиями объектов транспорта на автодорожное покрытие, железнодорожные пути, трубопроводы (рис. 3).



, Совместное влияние влажности, температурных перепадов, ветра и механических воздействий на автодорожное покрытие, железнодорожные пути, трубопроводы.

Усиление климатических воздействий на объекты транспортной инфраструктуры может приводит к нарушению структурной целостности (или даже разрушению) дорог, дренажных систем, мостов, трубопроводов, туннелей и т.д., что может не только потребовать более частого проведения ремонтно-восстановительных работ, но и приводить к авариям.

По мнению экспертов ключевыми проблемами для национальной транспортной инфраструктуры, обслуживающей наземный транспорт, связанными с влияние климатических воздействий, связаны безопасностью и бесперебойностью движения по дорогам (в первую очередь автомобильных) в сложных климатических условиях в зимний период [27].

Опасности на зимних автодорогах обусловлены гололедом, ростом скользкости, связанной с гололедицей, снежными накатами и т.д. При этом отмечается, что рост частоты повторяемости климатических условий, приводящих к образованию скользкости на дорогах, к середине XXI столетия возрастет, а рост частоты перепадов температур в зимний период приведет к интенсификации процессов разрушения покрытий автомобильных дорог [27].

Свои особенности имеет также усиливающееся влияние климатических воздействий на состояние автодорог в летний период времени.

Так рост температуры и увеличение длительности жарких периодов крайне негативно сказывается на состоянии автомобильных дорог, что, в первую очередь, проявляется в размягчении асфальтовых покрытий [27].

Согласно статистике, сухие и жаркие летние периоды вызывают повышенный износ и проседание автодорожных покрытий, что приводит к значительному снижению их рабочих характеристик [27].

Кроме того, высокие температуры (свыше 30 °С) могут негативно сказываться на работе электротехнического оборудования объектов транспортной инфраструктуры, не оснащенного системами охлаждения, вплоть до сбоев и отказов в работе оборудования при экстремально высоких температурах.

Рост продолжительности периода года с экстремально высокими температурами негативно сказывается и на инфраструктуре железнодорожного транспорта, что проявляется в деформации железнодорожных рельсов, приводящих в свою очередь к снижению скорости движения железнодорожных составов, и росту аварийных ситуаций на железных дорогах [27].

Особую проблему для национальной транспортной инфраструктуры являет собой процесс изменения границ вечной мерзлоты, смещающихся на север под влиянием роста температур, что сопровождается таянием многовековых льдов.

При этом структурные изменения поверхностей земной коры, обусловленные таянием в исконных районах вечной мерзлоты, также приводят к повреждениям объектов транспортной инфраструктуры [27]. Оседание земляного полотна, криогенное вспучивание земли отражается на прочности и долговечности дорожных покрытий и трубопроводов, приводя их к деформациям, вплоть до аварийных ситуаций.

Как уже отмечалось ранее [1-3,9-12,14,], увеличение стока вод в различных регионах страны, вызывающее разливы рек, влечет к наиболее катастрофическим последствиям именно для транспортных сетей, поскольку основные автомобильные и железные дороги пролегают по пойменным равнинам или пересекают их [27].

Анализируя влияние климатических изменений на объекты транспортной инфраструктуры, обслуживающие водный транспорт, эксперты отмечают, что:

- с одной стороны, внутренние водные пути серьезно страдают в периоды аномальной жары из-за снижения уровня воды в реках и озерах, что влечет за собой уменьшение числа судоходных маршрутов, сокращение периодов навигации, уменьшению тяжеловесности перевозимых грузов, рост расходов на топливо, а также к увеличению частоты посадок судов на мель;

- с другой стороны, глобальное климатическое потепление, приводящее к сокращению периода ледостава в северных реках, приводит к существенному увеличению времени речного судоходства в этих регионах, при этом одновременно сокращаются периоды возможной доставки грузов в труднодоступные районы по зимним автомобильным трассам, проложенным, в том числе по замерзшим руслам рек (в том числе больших) [27].

Говоря о внешних (морских) водных путях, специалисты отмечают, что рост уровня моря в северных регионах в результате таяния арктических льдов, в сочетании с усилением разрушительной силы морских штормов, приведет к повреждению инфраструктуры портов и грузов в результате затопления, увеличению расходов на строительство и обслуживание портов [27].

При этом таяние в регионах вечной мерзлоты, обусловленное глобальным потеплением:

- с одной стороны, действительно приводит к росту проблем в обеспечении работоспособности морских портов;

- с другой стороны, приводит к увеличению срока навигации по Северному морскому пути, а значит к увеличению объемов перевозимых грузов, сокращению расходов на топливо и т.д. [27].

Значительное влияние оказывают климатические изменения и на объекты транспортной инфраструктуры, обслуживающие авиационный транспорт.

При этом, опять же:

- с одной стороны, в жарких районах рост температуры негативным образом сказывается на уровне работоспособности объектов инфраструктуры аэропортов, в первую очередь, взлетно-посадочных полос;

- с другой стороны, в аэропортах северных регионов сокращаются расходы на уборку снега и льда, снижается число отменяемых из-за непогоды рейсов и т.д. [27].

Очевидно, что адаптация национальной транспортной инфраструктуры к изменениям климата должна осуществляться как с учетом ожидаемых негативных, так и позитивных последствий (рис. 4, 5) [25].



Рис. 4. Направления учета влияния негативных последствий ожидаемых климатических изменений, предусмотренных Национальным планом мероприятий по адаптации к изменениям климата [19].



Рис. 5. Направления учета возможных положительных последствий ожидаемых климатических изменений, предусмотренных Национальным планом мероприятий по адаптации к изменениям климата [19]

При всей очевидности того, что нужно сделать для адаптации национальной транспортной инфраструктуры к изменениям климата (рис. 6), сохраняется актуальность вопроса о том – как это сделать наилучшим образом?

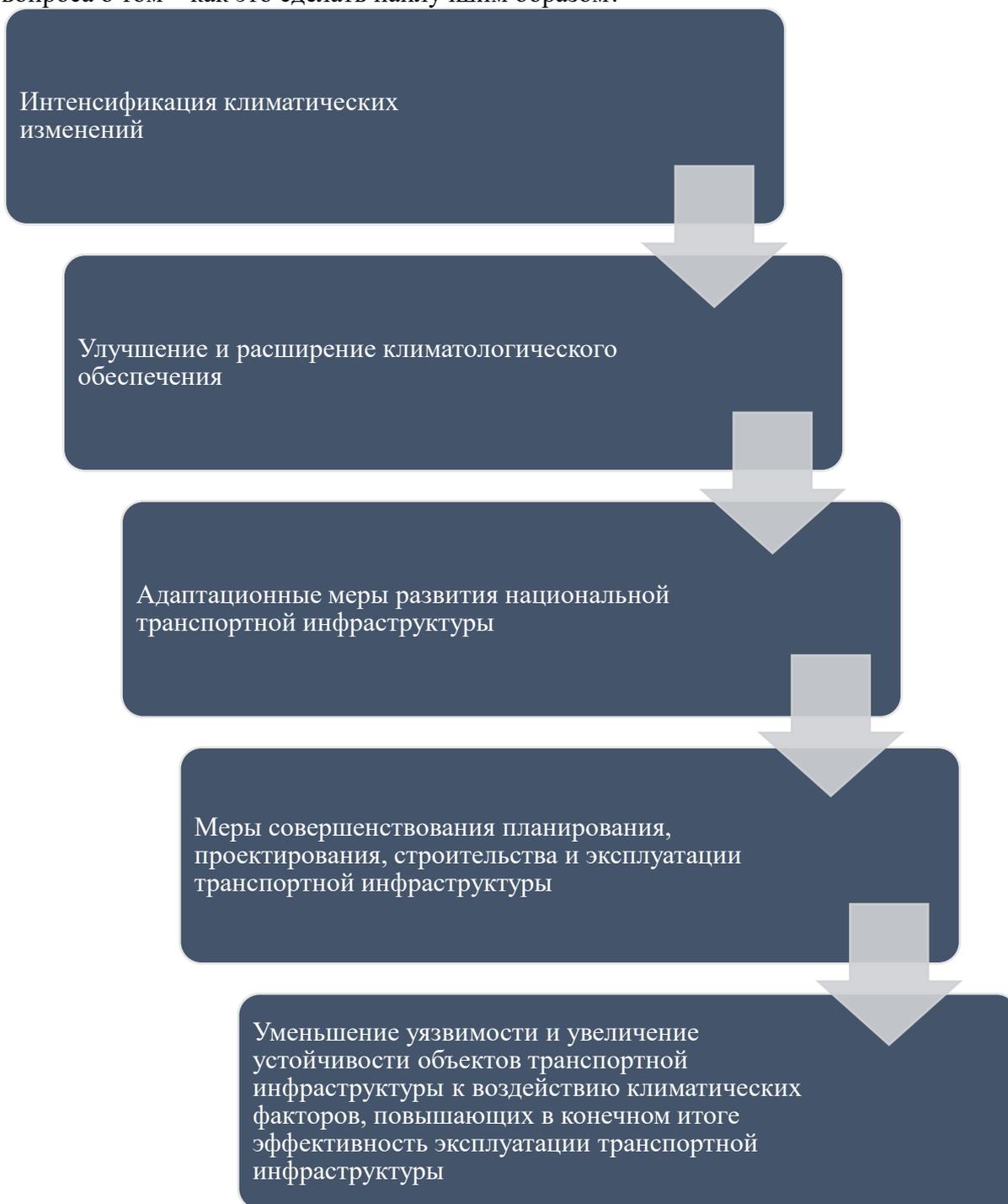


Рис. 6. Алгоритм адаптации национальной транспортной инфраструктуры к изменениям климата

Для ответа на этот вопрос на этапе анализа состояния национальной транспортной инфраструктуры с учетом существующих климатических ограничений по ее созданию и использованию предложена матрица для исследования совместного влияния на объекты транспортной инфраструктуры как климатических воздействий различной физической природы, так и климатических воздействий различной продолжительности и интенсивности (табл. 1).

Предложенная матрица для исследования совместного влияния на объекты транспортной инфраструктуры как климатических воздействий различной физической природы, так и климатических воздействий различной продолжительности и интенсивности

Совместное влияние климатических воздействий различной физической природы и климатических воздействий различной продолжительности и интенсивности (групп А и Б)		Совместное влияние климатических воздействий различной физической природы (группы А)			
		Воздействи е влаги	Воздействи е ветра	Воздействи е изменения температу ры	Механичес кие воздействи я
<i>Совместное влияние климатических воздействий различной продолжительности и интенсивности (группа Б)</i>	Влияние "ползущих" долгосрочных климатических изменений				
	Влияние скоротечных климатических изменений (опасных природных явлений)				

Обсуждение результатов и выводы

Таким образом, в результате анализа состояния национальной транспортной инфраструктуры с учетом существующих климатических ограничений по ее созданию и использованию предложена матрица для исследования совместного влияния на объекты транспортной инфраструктуры как климатических воздействий различной физической природы, так и климатических воздействий различной продолжительности и интенсивности.

Представленное предложение может быть использовано при решении задач климатической адаптации в интересах повышения эффективности выполнения совокупности задач Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г. [22] и Национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г. [21].

Список литературы

1. «Дороги превращаются в реки»: вода в Оренбурге стремительно прибывает. <https://www.ntv.ru/novosti/2821751/> (дата обращения 01.03.2024)
2. «Развалился по заплатке»: в Подольске мост рухнул вместе с автомобилем. <https://www.gazeta.ru/social/2023/11/10/17852761.shtml> (дата обращения 01.03.2024)
3. «Сложился как карточный домик». Мост с машинами рухнул на железную дорогу в Смоленской области.

- https://news.rambler.ru/incidents/52571026/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (дата обращения 01.03.2024)
4. NASA Goddard Institute for Space Studies, changed. https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/ (дата обращения 01.03.2024)
 5. Андрейченко А., Тебекин А.В. ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ. // Транспортное дело России. 2012. № 6-1. С. 7-9.
 6. Ахтямов Р.Г. Разработка подходов к адаптации транспортной инфраструктуры к климатическим изменениям // Инновационные транспортные системы и технологии. - 2023. - Т. 9. - № 1. - С. 34-43.
 7. Бадина С.В., Панкратов А.А., Янков К.В. ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ИЗОЛИРОВАННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕКТОРА АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ. // Геоинформационное и картографическое обеспечение экологических, экономических и социальных аспектов устойчивого развития территорий. <https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2020/10/transportnaya-dostupnost-izolirovannyh-arkticheskikh-territorij-evropejskoj-chasti-rossii.-yankov-k.v..pdf?ysclid=lunwm0y4ta647685237> (дата обращения 01.03.2024)
 8. Бережная Л.Ю. Взаимосвязь транспортной инфраструктуры и регионального развития // Вестник Евразийской науки, 2019 №3, <https://esj.today/PDF/23ECVN319.pdf> (дата обращения 01.03.2024)
 9. В Воронеже обрушилась подпорная стена исторического моста. https://lenta.ru/news/2023/06/03/voronezh_most/ (дата обращения 01.03.2024)
 10. В Тюменской области из-за паводка введен реверс на Р-402, подтоплено 29 участков дорог. <https://zen.ati.su/news/2024/05/02/v-tjumenskoj-oblasti-iz-za-pavodka-vveden-reversa-na-r-402-podtopleno-29-uchastkov-dorog-583906/> (дата обращения 01.03.2024)
 11. В Челябинской области паводок перекрыл дорогу к пяти населенным пунктам. <https://www.chel.kp.ru/online/news/5758380/> (дата обращения 01.03.2024)
 12. Восемь автомобильных мостов в Нижегородской области закрыли из-за паводка. <https://www.giperinn.ru/zhurnal/proisshestiya/novosti/vosem-avtomobilnyh-mostov-nizhegorodskoj-oblasti-zakryli-iz-za-pavodka> (дата обращения 01.03.2024)
 13. ДОКЛАД О РЕАЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СТРАТЕГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДО 2030 ГОДА С ПРОГНОЗОМ НА ПЕРИОД ДО 2035 ГОДА Отчетный период: 2022 год. Министерство транспорта Российской Федерации. Москва 2023 г. <https://mintrans.gov.ru/eye/documents/11/12749> (дата обращения 01.03.2024)
 14. Затоплены дороги и мосты: в Кургане вода отрезает пути эвакуации. <https://www.ntv.ru/novosti/2822734/> (дата обращения 01.03.2024)
 15. Катаева Ю.В. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНА. ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. ЭКОНОМИКА. 2013, Вып. 4(19), с.66-73.
 16. Маленкин Ю.В. УЧЕТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ РАЗВИТИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ. // ЖУРНАЛ ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ Том 9 № 1, 2023. С.3-9.
 17. Минтранс изучит влияние изменения климата на транспортную инфраструктуру. <https://www.interfax.ru/russia/797574> (дата обращения 01.03.2024)
 18. Митрюкова К.А. Транспортный каркас Арктической зоны Российской Федерации // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Том 13. – № 5. – С. 1371-1388.
 19. Национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года. Утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.03.2022 № 100-Р.

- Федерации от 25 декабря 2019 г. № 3183-р. <https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-25122019-n-3183-r-ob-utverzhdanii/> (дата обращения 01.03.2024)
20. Последствия изменения климата для международных транспортных сетей и адаптация к ним. Доклад группы экспертов. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ. Нью-Йорк и Женева, 2013 год. https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp5/publications/climate_change_2014r.pdf (дата обращения 01.03.2024)
 21. Распоряжение Правительства РФ от 11 марта 2023 г. № 559-р. Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406426879/> (дата обращения 01.03.2024)
 22. Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 N 3363-р <О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года>. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402052/ (дата обращения 01.03.2024)
 23. Тебекин А.В. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ЧАСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ. // Стратегии бизнеса. 2019. № 3 (59). С. 11-21.
 24. Тебекин А.В. АНАЛИЗ ТРЕНДОВ МИРОВОГО НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ. // Журнал технических исследований. 2023. Т. 9. № 1. С. 28-42.
 25. Тебекин А.В., Ломакин О.Е. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ, РЕГИОНАЛЬНЫХ И ОТРАСЛЕВЫХ СТРУКТУР К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ. // Транспортное дело России. 2022. № 5. С. 7-13.
 26. Тебекин А.В., Проваторов И.Ю. РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО КРИТЕРИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ СТРОЯЩИХСЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ТРАЕКТОРИЙ. // Журнал технических исследований. 2023. Т. 9. № 2. С. 32-38.
 27. Транспорт. <https://cc.voeikovmgo.ru/ru/obsluzhivanie/transport> (дата обращения 01.03.2024)
 28. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р. <https://rosavtodor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozom-na-period-do-2035-goda?ysclid=lunvqswmhw896155869> (дата обращения 01.03.2024)
 29. Федянин А.А., Грунин А.А., Карасев О.И., Кривцова А.О., Михайленко Д.А., Петрова Т.А. Индекс развития транспортного комплекса Аналитический доклад. — М., 2020. — 116 с. https://msu.ru/upload/pdf/2020/Transport_Index_MSU_2020.pdf (дата обращения 01.03.2024)