

УДК 625.7(571.121)

С. В. Ефименко, М. М. Елисеенко

Томский государственный архитектурно-строительный университет

К УТОЧНЕНИЮ СХЕМЫ ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Приведена информация о необходимости уточнения дислокации границ дорожно-климатических подзон на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Рассмотрены основные характеристики подзон, выделяемых нормами проектирования в пределах I дорожно-климатической зоны. Отражены несоответствия карт дорожно-климатического районирования исследуемой территории, приведенных в нормах проектирования автомобильных дорог друг другу. Рассмотрен подход к процедуре уточнения границ дорожно-климатических зон и подзон на территории исследования. Представлены предварительные результаты дорожно-климатического районирования Ямало-Ненецкого автономного округа, способствующие обеспечению качества проектирования, строительства и эксплуатации линейных объектов транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожно-климатическое районирование, таксон, зона, подзона, геокмплекс, растительный покров, многолетнемерзлые грунты.

Один из крупнейших субъектов Арктической зоны Российской Федерации — это Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО), площадь которого составляет 769,3 тыс. км². Он территориально включен в состав Тюменской области и является крупнейшим нефтегазовым регионом в мире. На Ямале добывается свыше 80 % газа России, пятая часть мирового производства. Запасы природных ресурсов таковы, что составляют: 62 % всех запасов российского газа, 21 % извлекаемых запасов нефти и газового конденсата. Вклад ЯНАО в развитие арктической зоны составляет 53 % валового регионального продукта, 72 % объема инвестиций в основной капитал Арктической зоны РФ, одну треть всех проектов из перечня стратегических в Арктической зоне. На базе великолепного ресурсного потенциала и доступа к Северному морскому пути формируется Ямало-Ненецкая опорная зона, предполагающая синхронизированную реализацию проектов развития промышленной и транспортной инфраструктуры, что послужит мощным толчком к развитию Арктической зоны России. Все это предопределяет рост требований в создании необходимой транспортной инфраструктуры, диверсификации транспортных каналов и логистических схем, обеспечение прямого доступа к трассам Северного морского пути и международным сырьевым рынкам, снижение логистических издержек и рисков недропользователей¹ [1, 2].

В основе проектирования линейных объектов автотранспортной инфраструктуры лежит дорожно-климатическое районирование территорий, отраженное в нормативно-технических документах дорожной отрасли, действующих на территории Российской Федерации, полученное в результате

¹ Отчет о функционировании и развитии ТЭК России в 2020 году.
URL: <https://minenergo.gov.ru/node/20322>.

Ямало-Ненецкая опорная зона развития в Арктике.
URL: <https://invest.yanao.ru/bitrix/templates/yamalinvest/assets/img/!pdf>.

исследований отечественными специалистами в середине XX века на дорожной инфраструктуре европейской части бывшего СССР. Полученные ими данные были спроецированы на другие регионы страны, включая Арктическую зону, далеко не все рекомендации и требования, которые были зафиксированы, прошли проверку на качество на вновь осваиваемых территориях России [3, 4].

Так, например, в СП 34.13330.2021 и ПНСТ 542-2021² на территории ЯНАО выделяются две подзоны — I_1 и I_3 , которые характеризуются распространением многолетнемерзлых грунтов [5]. Граница между подзонами I_1 и I_3 проходит севернее г. Салехарда, обходя Обскую губу, и удаляется южнее г. Нового Уренгоя (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема дорожно-климатического районирования территории ЯНАО в соответствии с СП 34.13330.2021 и ПНСТ 542-2021

Подзона I_1 — северная подзона низкотемпературных многолетнемерзлых грунтов сплошного распространения, представляет собой повсеместное распространение многолетнемерзлых грунтов, мощность залегания составляет 200...900 м, в частных случаях — более 900 м. Среднегодовое изменение температуры находится в интервале от $-3...-5$ °C до -12 °C и ниже, глубина сезонного оттаивания 0,2...2,0 м, в основном глубина составляет не более 1 м. Грунты подзоны I_1 отличаются высоким содержанием льдов различных типов и неглубоким залеганием их. Для подзоны I_1 на территории ЯНАО наиболее распространены глинистые, пылеватые, иловатые, тундровые и болотные грунты. Подзона I_3 — южная подзона высокотемпературных многолетнемерзлых грунтов, обладает преимущественно островным распространением

² СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги. М. : Минстрой России, 2021. 86 с.

ПНСТ 542-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования. М. : Стандартинформ, 2021. 152 с.

многолетнемерзлых грунтов, мощность которых составляет 50...100 м, среднегодовая температура превышает -1°C , глубина сезонного оттаивания составляет 3,5...4,0 м, в частных случаях превышает указанные пределы. Для подзоны I_3 представлены пылеватые, глинистые, песчаные, торфоглинистые грунты [8, 9].

Такое расположении подзон не может соответствовать фактическим условиям геокомплекса территории ЯНАО ввиду отсутствия подзоны I_2 . Подзона I_2 — центральная подзона низкотемпературных многолетнемерзлых грунтов, мощность которых составляет 50...400 м, а значения среднегодовой температуры находятся в интервале $-1...-5^{\circ}\text{C}$, глубина сезонного оттаивания составляет 0,8...3,0 м. Для подзоны I_2 на территории ЯНАО наиболее распространены ледниково-морские, аллювиальные и аллювиально-морские отложения глинистого, супесчано-суглинистого, песчаного состава с гравийно-галечниковым материалом. Территория подзоны имеет интенсивное развитие криогенных процессов [там же].

Отличную от СП 34.13330.2021 и ПНСТ 542-2021 карту-схему дорожно-климатического районирования предлагает ОДН 218.046-01³, в которой на территории ЯНАО обозначаются подзоны I_1 и I_2 с границей, проходящей севернее Салехарда с пересечением Обской губы вблизи г. Надыма и с. Яр-Сале, далее уходя на восток севернее Нового Уренгоя (рис. 2) [5].

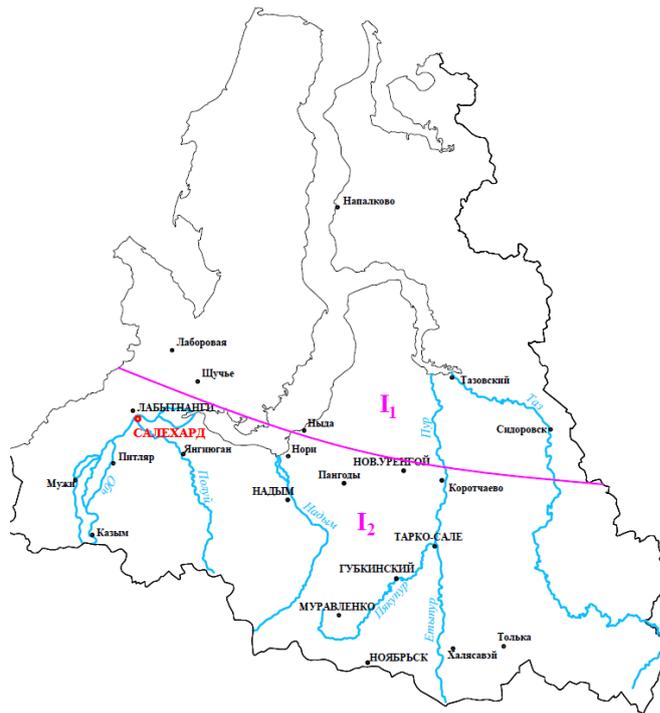


Рис. 2. Карта-схема дорожно-климатического районирования территории ЯНАО в соответствии с ОДН 218.046-01

³ ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. М. : Информатордор, 2001. 145 с.

В СНиП 2.05.02–85*⁴ обозначаются на территории ЯНАО I и II дорожно-климатические зоны, граница между которыми проходит через населенные пункты: Ноябрьск, Муравленко, Надым и Салехард (рис. 3).

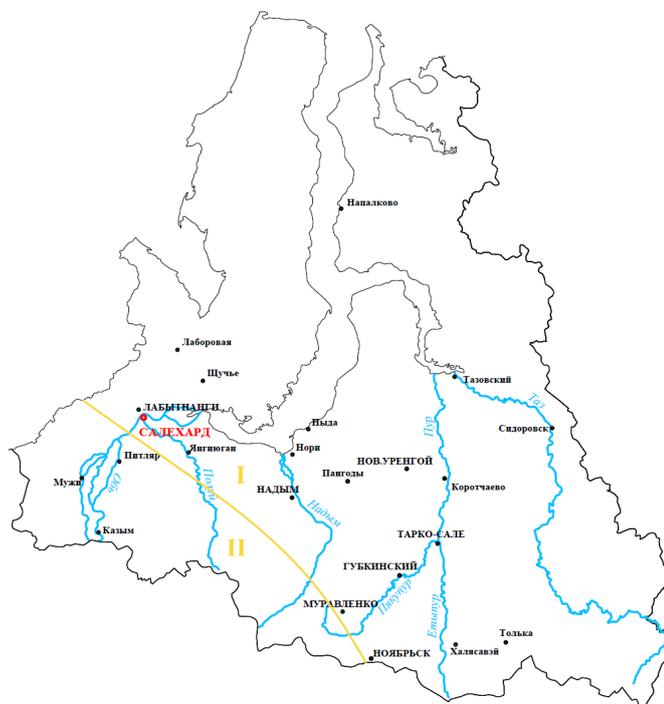


Рис. 3. Карта-схема дорожно-климатического районирования территории ЯНАО в соответствии со СНиП 2.05.02-85*

Основная сеть дорог ЯНАО развита крайне неравномерно, общая плотность дорог общего пользования составляет 3,2 км на 1000 км², в основном сосредоточена вокруг автомобильной дороги регионального значения «Сургут — Салехард», которая проходит в районе границы между подзонами II и I2 (I3). В северной части ЯНАО автомобильные дороги общего пользования фактически отсутствуют.

Таким образом, несогласованность действующих нормативных документов в части выделения однородных по признакам геокомплекса территорий приводит к снижению нормативных сроков службы автомобильных дорог и увеличению затрат на приведение их в нормативное состояние. Необходимость решения проблемы обеспечения требуемого уровня качества проектирования и строительства автомобильных дорог за счет обоснованного учета изменчивости и характера геокомплексов особенно очевидна для перспективного Северного широтного пояса экономического развития России, включающего множество проблемных регионов ресурсного типа, являющихся существующими или потенциальными сырьевыми базами страны. Например, Ямало-Ненецкого

⁴ СНиП 2.05.02-85*. Автомобильные дороги. М. : ЦИТП Госстроя СССР, 2004. 56 с.

автономного округа, важного поставщика углеводородного сырья, в котором дорожная инфраструктура развита крайне слабо, что свидетельствует о социальной важности и актуальности рассматриваемого вопроса.

При этом научная новизна предлагаемого в настоящей работе подхода заключается в выделении однородных территорий в региональных административных образованиях по комплексу природных и климатических условий с учетом закономерностей и связей, учитывающих особенности протекания водно-теплового режима грунтов земляного полотна на существующей сети автомобильных дорог.

Работы, направленные на уточнение дорожно-климатического районирования территорий, выполняют опираясь на две группы методов: традиционные методы и прогрессивные-математические методы [8—10].

Традиционные методы районирования — наложение схем покомпонентного районирования, ведущего фактора, сопряженного анализа компонентов, генетический. Пречисленные методы позволяют решать многие вопросы, связанные с изучением бесконечного разнообразия природно-территориальных объектов при сравнительной неполноте имеющихся фактических данных. Подробная информация о приведенных методах отражена в литературных источниках [8, 11, 12].

Прогрессивные математические методы районирования позволяют более полно отобразить естественное пространственное разделение составляющих на части ландшафтной оболочки за счет учета большего количества природно-климатических факторов и сводят к минимуму субъективное влияние исследователя на результат [8, 9].

Процедура уточнения дорожно-климатического районирования территорий, по мнению отечественных и зарубежных специалистов [13—24], должна идти по пути дополнительного деления зон на подзоны и дорожные районы, например с применением таксономической схемы «зона — подзона». В этой системе таксон «зона» объединяет соподчиненные понятия «район» и «подзона» в систему, характеризующую земную поверхность с однородным распределением тепла и влаги, определяющих развитие определенных типов почв и растительности.

Основным геокомплексным признаком подзон в условиях I дорожно-климатической зоны является характеристика многолетнемерзлых грунтов, а именно мощность их залегания и температура грунтового массива. Руководящим критерием при выделении подзон принята характеристика многолетнемерзлой толщи, оказывающая существенное влияние на проектирование, строительство и эксплуатацию автомобильных дорог.

Таксон «дорожный район» соответствует генетически однородной территории, характеризующейся типичными, свойственными только ей геокомплексами (климатом, геологией, рельефом местности и другими условиями). Внутри территории дорожного района однотипные дорожные конструкции, прежде всего земляное полотно и дорожная одежда, должны характеризоваться примерно одинаковой прочностью и устойчивостью. Однако выделение таксона «дорожный район» на данном этапе исследования выполнить не представляется возможным по причине продолжения работ по формированию банка информационных данных.

Предлагаемая методика уточнения территориального распространения линий границ дорожно-климатических зон в системе «зона — подзона — район» реализована в виде стандартов предприятий ряда административных образований Западно-Сибирского региона и включает несколько стадий исследований. Первая стадия направлена на формирование информационной базы для моделирования показателями геокомплексов зонального и интразонального характера. К зональным признакам относят климатические условия, определяющие протекание водно-теплового режима грунтов земляного полотна автомобильных дорог региона (средние, максимальные и минимальные температуры воздуха, количество и сезонное распределение осадков, испарение с поверхности суши, высоту снежного покрова, глубину и скорость промерзания земляного полотна автомобильных дорог, влагообеспеченность территории). Интразональные природные факторы могут существенно изменяться в пределах территории каждой зоны. Среди подобных признаков можно считать: рельеф местности, гранулометрический состав грунтов и др. Показатели, учитываемые при районировании, назначают на основе полевых и лабораторных исследований, учета особенностей водно-теплового режима грунтов земляного полотна автомобильных дорог, а также по справочным источникам применительно к опорным пунктам.

Вторая стадия исследований по дорожному районированию территории Западной Сибири может быть реализована за счет покомпонентного наложения схем распространения элементов геокомплексов, с привлечением математических приемов обработки характеристик, включенных в информационную базу, например с применением программного продукта, разработанного в ТГАСУ [25].

Третья стадия работы направлена на корректировку положения границ районов, подзон и зон смежно расположенных административных образований на значительных по площади территориях регионального характера [8, 9].

Природные зоны на территории ЯНАО включают в себя ландшафтные зоны (подзоны) тундры (арктическая, мохово-лишайниковая, кустарниковая), лесотундры (лесотундровая) и тайги (северотаежная и среднетаежная) (рис. 4)5. Одним из доминирующих признаков географического комплекса при выделении дорожно-климатических зон является растительность. Растительный покров тесно связан с такими элементами географического комплекса, как увлажненность территории; распространение многолетнемерзлых грунтов (ММГ) и их температура. Неслучайно СП 34.13330-2021 при описании дорожно-климатических зон и подзон ссылается на увлажненность территории и тип растительности.

Ландшафтные подзоны тундры (арктическая, мохово-лишайниковая и кустарниковая) связаны с наличием низкотемпературных многолетнемерзлых грунтов сплошного распространения, что соответствует дорожно-климатической подзоне I₁. Лесотундровая ландшафтная зона включает в себя лесотундровую подзону, лесотундровую горную подзону, пойму Оби, что соответствует центральной подзоне низкотемпературных многолетнемерзлых

⁵ Схема размещения охотугодий ЯНАО от 11.02.2016 г. № 23_ПГ.
URL: <https://dpr.yanao.ru/documents/active/15460>.

грунтов, что можно отнести к дорожно-климатической подзоне I_2 . Лесоболотная ландшафтная зона включает в себя северотаежную, среднетаежную, северотаежную горную подзоны и пойму Оби, что соответствует дорожно-климатической подзоне I_3 — южная подзона высокотемпературных многолетнемерзлых грунтов преимущественно островного распространения многолетнемерзлых грунтов.

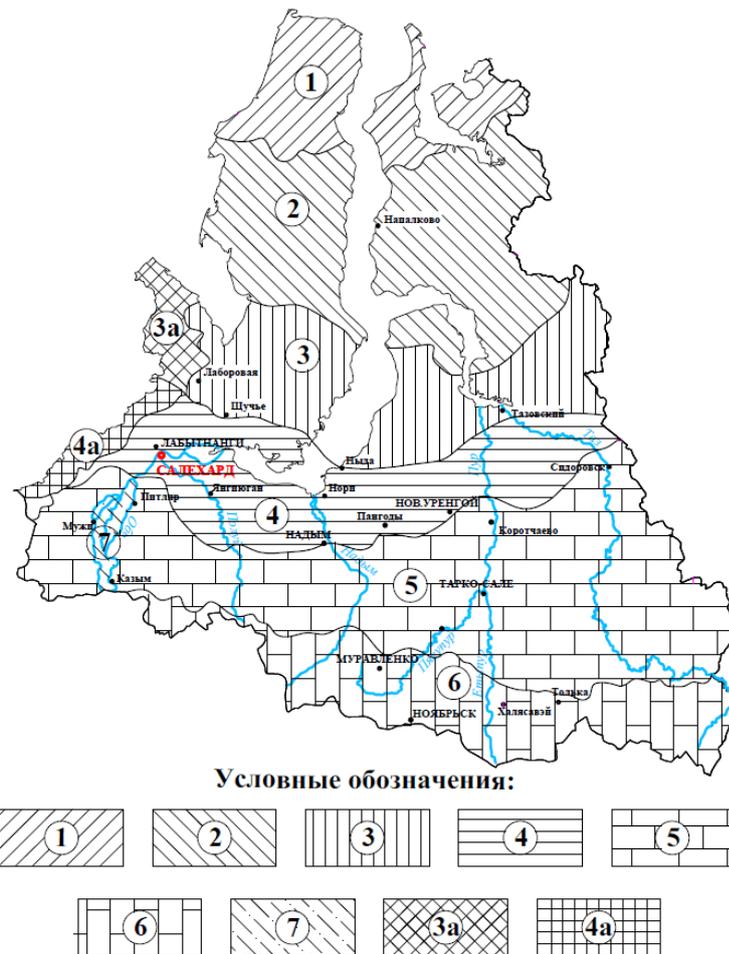


Рис. 4. Схема зональных типов растительности на территории ЯНАО: 1 — арктическая подзона; 2 — мохово-лишайниковая (типичная) подзона; 3 — кустарниковая подзона (южная); 3а — кустарниковая горная подзона (южная); лесотундровая ландшафтная зона: 4 — лесотундровая подзона; 4а — лесотундровая горная подзона; 7 — пойма Оби; лесоболотная ландшафтная зона: 5 — северотаежная подзона; 6 — среднетаежная подзона; 7 — пойма Оби; 5а — северотаежная горная подзона

Исходя из вышесказанного, предварительно, на стадии формирования базы данных, характеризующей основные элементы географического комплекса для территории Ямало-Ненецкого автономного округа, на данном этапе исследований выделена одна дорожно-климатическая зона — I и три подзоны — 1, 2 и 3 (рис. 5).

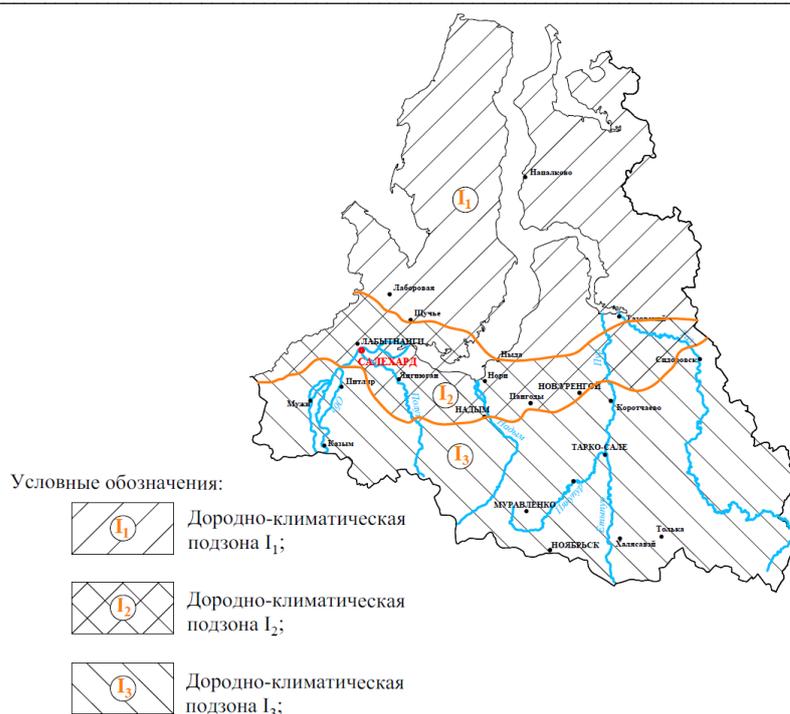


Рис. 5. Карта-схема территории Ямало-Ненецкого автономного округа I дорожно-климатической зоны с подзонами I₁, I₂, I₃

Таким образом, региональный учет особенностей географического комплекса на территории ЯНАО позволит обеспечить качество проектирования, строительства и эксплуатации линейных объектов транспортной инфраструктуры, что приведет к снижению затрат на их приведение в требуемое техническое состояние.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Таразанов И. Г., Губанов Д. А. Итоги работы угольной промышленности России за январь — декабрь 2020 года // Уголь. 2021. № 3(1140). С. 27—43.
2. Ямало-Ненецкий автономный округ / Г. С. Самойлова, Н. Ф. Чистякова и др. // Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/4926339>.
3. Yankovskaya A., Efimenko S., Cherepanov D. Structurization of data and knowledge for the information technology of road-climatic zoning // Innovation Technology and Economics in Engineering : selected, peer reviewed papers from the V International Scientific Practical Conference, May 22—23, 2014. Yurga, Russia, 2014. Pp. 561—566.
4. Пшеничникова Е. С. К вопросу районирования зоны вечной мерзлоты // Наука и техника в дорожной отрасли. 2019. № 2. С. 15—18.
5. Черкасов Н. В., Бугилин Л. Е., Ефименко С. В. Некоторые несоответствия дорожно-климатического районирования территории Ямало-Ненецкого автономного округа фактическим признакам геокомплекса // Избран. докл. 67-й университет. науч.-техн. конф. студентов и молодых ученых, 2021. С. 235—238.
6. Инженерно-геологические условия долинных областей криолитозоны Ямало-Ненецкого автономного округа и их трансформация под воздействием техногенеза / О. Н. Грязнов, И. В. Абатурова, И. А. Савинцев и др. ; под ред. О. Н. Грязнова. Екатеринбург : Урал. гос. горн. ун-т, 2014. 196 с.
7. Справочная энциклопедия дорожника. Т. V. Проектирование автомобильных дорог / Под ред. Г. А. Федотова, П. И. Поспелова. М. : Информавтодор, 2004. 479 с.

8. *Ефименко С. В.* Развитие теоретических положений учета особенностей признаков геокомплекса при формировании региональных норм проектирования автомобильных дорог : дис. ... д-ра техн. наук. Томск, 2016. 280 с.
9. *Ефименко В. Н., Ефименко С. В., Бадина М. В., Григорьев А. В.* Технология учета региональных природно-климатических условий при проектировании транспортных сооружений (на примере территории Западной Сибири) // Вестн. Томского гос. архитектур.-строит. ун-та. 2011. № 4. С. 221—227.
10. *Ефименко В. Н., Ефименко С. В.* Теоретическое обоснование дорожно-климатического районирования территории юго-востока Западной Сибири // Вестн. Томского гос. архитектур.-строит. ун-та. 2001. № 2. С. 5—9.
11. *Ефименко В. Н., Ефименко С. В., Сухоруков А. В., Кожухарь Т. А.* К обоснованию территориального распространения границы II—III дорожно-климатических зон в Западно-Сибирском регионе // Вестн. Томского гос. архитектур.-строит. ун-та. 2014. № 5. С. 133—143.
12. *Efimenko V. N., Efimenko S. V., Sukhorukov A. V.* Accounting for natural-climatic conditions in the design of roads in western Siberia // Sciences in Cold and Arid Regions. 2015. Vol. 7. Iss. 4. Pp. 307—315. DOI: 10.3724/SP.J.1226.2015.00307.
13. The meteorological data for designing of snow protection on the roads / T. V. Samodurova, et al. // 18th SIRWEC Conference, Proceedings. Colorado, US, 2016.
14. *Алексиков С. В., Волченко Ф. В.* Районирование г. Волгограда по условиям зимнего содержания // Инженерные проблемы строительного материаловедения, геотехнического и дорожного строительства : материалы IV междунар. науч.-техн. конф. Волгоград : Изд-во Волгogr. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2013. С. 46—52.
15. *Ярмолинский В. А.* Районирование территории Хабаровского края при проведении снегоочистки автомобильных дорог // Вестн. ТГАСУ. 2014. № 5. С. 152—158.
16. “Filing system” of physiographic units helps to resolve local design criteria // Highway Res. News. 1973. No. 51. Pp. 42—60.
17. *Zapata C. E., Houston W. N.* Calibration and validation of the enhanced integrated climatic model for pavement design. Washington, D.C. : Transportation Research Board, 2008. 62 p.
18. *Groner D.* The design and performance of road pavements // Transport and road research laboratory. London, 1977. 673 p.
19. Richtlinien für die Standartisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 01. Ausgabe, 2001.
20. 中华人民共和国交通部. JTG J003-86 公路自然区划标准. 人民交通出版社, 1986.
21. 中华人民共和国交通部. JTG D20-2006 公路路线设计规范. 人民交通出版社, 2006.
22. *Боровик В. С., Боровик В. В., Круглов А. Г.* Методика регионального дорожно-климатического районирования на примере Астраханской области // Вестн. Волгogr. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : стр-во и архитектура. 2007. № 8. С. 58—62.
23. *Алексиков С. В., Санжапов Б. Х., Харланов В. Л., Алексиков И. С.* Обоснование прочностных характеристик грунтов земляного полотна автомобильных дорог Нижнего Поволжья // Вестн. Волгogr. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : стр-во и архитектура. 2011. № 25(44). С. 89—93.
24. *Алаторцев Д. А., Алексиков С. В.* Обоснование расчетных характеристик грунтов земляного полотна // Вестн. Волгogr. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : стр-во и архитектура. 2005. № 5. С. 73—79.
25. Выявление простирающихся линий границ дорожных зон, подзон, районов : с-во о гос. регистрации программ для ЭВМ № 201361874 Рос. Федерация / С. В. Ефименко, М. В. Бадина, Д. Н. Черепанов, С. П. Батуев ; № 2013614537 ; заявл. 03.06.2013 г.; опубл. 24.07.2013 г.

© *Ефименко С. В., Елисеенко М. М., 2022*

*Поступила в редакцию
в январе 2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Ефименко С. В., Елисеенко М. М. К уточнению схемы дорожно-климатического районирования территории Ямало-Ненецкого автономного округа // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 1(86). С. 94—103.

Об авторах:

Ефименко Сергей Владимирович — д-р техн. наук, доц., Томский государственный архитектурно-строительный университет. Российская Федерация, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2; svefimenko_80@mail.ru

Елисеенко Михаил Михайлович — магистрант, Томский государственный архитектурно-строительный университет. Российская Федерация, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2; eliseenko_m@vk.com

Sergei V. Efimenko, Mikhail M. Eliseenko

Tomsk State University of Architecture and Building

IMPROVEMENT OF THE ROAD CONSTRUCTION CLIMATIC ZONING IN YAMAL-NENETS AUTONOMOUS AREA

The article provides information on the need to clarify the location of the boundaries of road-climatic subzones in the Yamal-Nenets Autonomous Area. The main characteristics of the subzones defined by design standards within the 1st road-climatic zone are studied. The inconsistencies between the road-climatic zoning maps of the area in question given in highway design standards are described. The approach to the procedure for clarifying the boundaries of road-climatic zones and subzones in the studied area is considered. The article summarises preliminary results of road-climatic zoning of the Yamal-Nenets Autonomous Area that contribute to ensuring the quality of design, construction and operation of linear transport infrastructure facilities.

Key words: road, road-climatic zoning, taxon, zone, subzone, geocomplex, vegetation cover, permafrost soils.

For citation:

Efimenko S. V., Eliseenko M. M. [Improvement of the road construction climatic zoning in Yamal-Nenets autonomous area]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2022, iss. 1, pp. 94—103.

About authors:

Sergei V. Efimenko — Doctor of Engineering Sciences, Docent, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya sq., Tomsk, 634003, Russian Federation; svefimenko_80@mail.ru

Mikhail M. Eliseenko — Master's Degree student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya sq., Tomsk, 634003, Russian Federation; eliseenko_m@vk.com