

Анализ изменения продолжительности распутицы в районах Крайнего Севера и местностях, приравненных к ним

Т.Г. Винокурова

Петрозаводский государственный университет

Аннотация: На основе проведенного исследования выполнен анализ изменения продолжительности весенней и осенней распутиц для республики Карелия с учетом особенностей грунта земляного полотна, продолжительности морозного периода, месторасположения района, среднемесячных температур воздуха за период 2019-2023 гг. Даны рекомендации по полученным результатам.

Ключевые слова: весенняя распутица, осенняя распутица, глубина промерзания грунта, автомобильные дороги, эксплуатация, строительство автомобильных дорог, районы Крайнего Севера.

Избыточное увлажнение грунтов земляного полотна, приводящее к частым периодам распутицы, существенно сокращает срок службы автомобильных дорог, особенно дорог промышленного транспорта. Данные дороги, как правило, имеют переходные или низшие типы покрытий. Республика Карелия, расположенная во второй и третьей дорожно-климатической зоне, характеризуется избыточным увлажнением, слабыми грунтами, большим количеством водоемов и обильными осадками. Поэтому рассмотрение данного вопроса для территории республики весьма актуально.

Возможность строительства и последующая эксплуатация автомобильных дорог, а также выполняемый текущий и капитальный ремонт данных линейных сооружений, напрямую зависит от погодно-климатических факторов. Учет среднемесячной температуры воздуха, даты наступления отрицательных температур воздуха в большей степени оказывают влияние на планирование дорожно-строительных работ. Относительная влажность воздуха, направление и скорость ветра в данном случае оказывают лишь косвенное воздействие.

В частности, работы с органическим вяжущим материалом возможно производить при температуре воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$, завершать работы необходимо при температуре $+5 (+10)^{\circ}\text{C}$.

Расчет продолжительности распутицы позволит определить продолжительность периода строительства автомобильных дорог при разработке календарных графиков производства работ. Организация строительства дорог любых технических категорий подразумевает выделение групп работ, сроки проведения которых должны быть согласованы с датами начала и окончания распутицы.

Переувлажненный грунт теряет свою несущую способность. Воздействие подвижной нагрузки на земляное полотно и дорожную одежду может вызвать остаточные деформации и дальнейшее разрушение конструкции.

Изучение продолжительности весенних и осенних распутиц позволит выработать конкретные рекомендации по временному закрытию дорог, что в свою очередь поможет сохранить целостность дорожных сооружений.

В ходе исследования территория республики была разбита на три зоны для более детального изучения: северную, центральную и южную. Северной зоне были присвоены Лоухский и Калевальский районы, центральной – Сегежский и Медвежьегорский. Южная зона включала в себя города Суоярви, Сотрвала, Пудож и Петрозаводск. Анализируемый период охватывал с 2019 по 2023 год. Для проведения исследования использовались архивные данные метеостанций Республики Карелия.

Началом осенней распутицы принято считать даты, когда средняя температура воздуха достигает отметки в $+5^{\circ}\text{C}$, что приводит к уменьшению испарения влаги. Прекращается осенняя распутица с наступлением устойчивых отрицательных температур воздуха, когда верхний слой грунта

уже промерзает. Промерзание грунта на глубину 15 см обеспечивает нормальную проходимость автотранспорта [1,2].

Тогда полученные данные по средней продолжительности осенней распутицы по указанным районам Карелии приведем на рисунках 1-3.

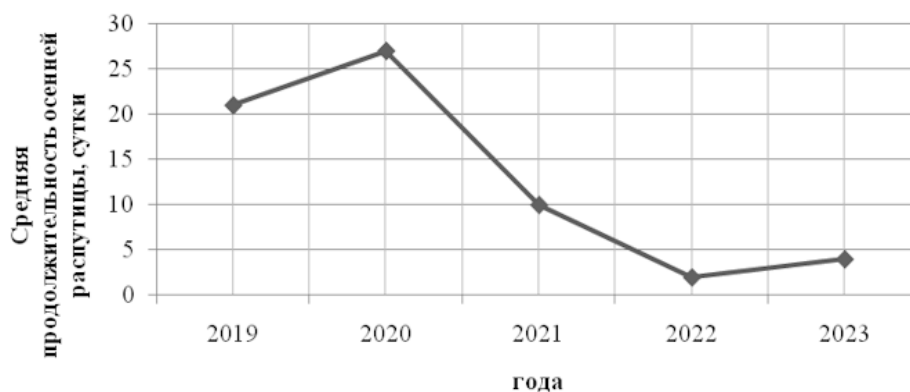


Рис. 1. - График изменения продолжительности осенней распутицы для центральных районов Карелии.

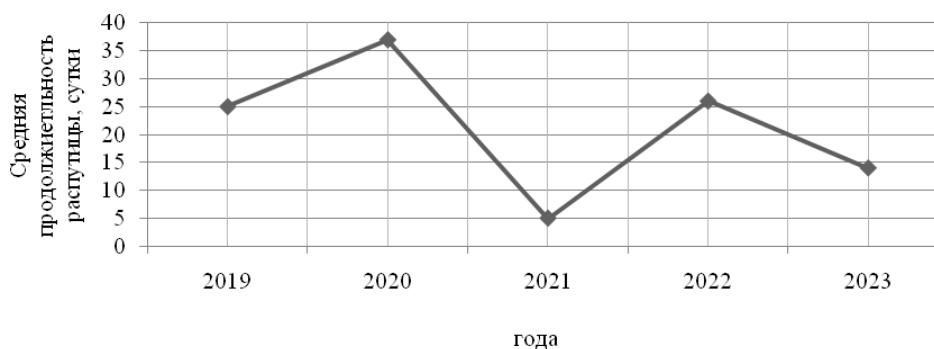


Рис. 2. - График изменения продолжительности осенней распутицы для северных районов Карелии.

Средняя продолжительность осенней распутицы в Карелии за период 2019-2023 гг. представлена на рисунке 4.

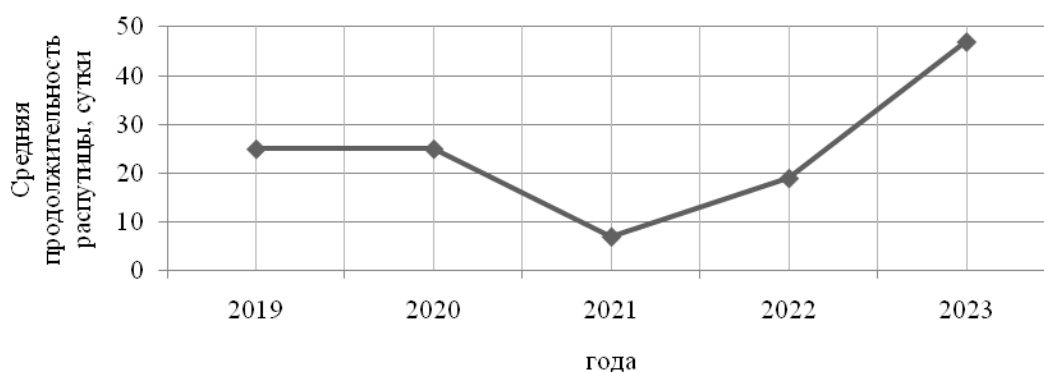


Рис. 3. - График изменения продолжительности осенней распутицы для южных районов Карелии.

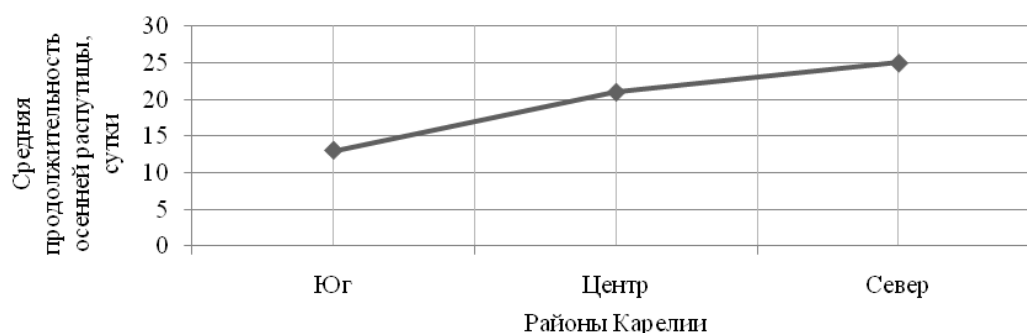


Рис. 4. – Средняя продолжительность осенней распутицы в Карелии за период 2019-2023 гг.

Продолжительность весенней распутицы определяется совокупностью многих факторов: длительностью морозного периода, типом грунта, среднемесячными отрицательными температурами в зимний период, количеством месяцев с отрицательной температурой воздуха, численными значениями этих температур и др. Для определения даты начала весенней распутицы был проведен анализ среднесуточных температур по месяцам. В соответствии с существующими методиками расчета [3,4], начало весенней распутицы фиксируется через двое суток после установления положительной

температуры воздуха. Продолжительность же этого периода была рассчитана по методике, изложенной в [4].

Рассчитанные данные глубины промерзания грунта (см) по районам Карелии представлены в виде графиков и приведены на рисунках 5-7, а в целом по республике – на рисунке 8.

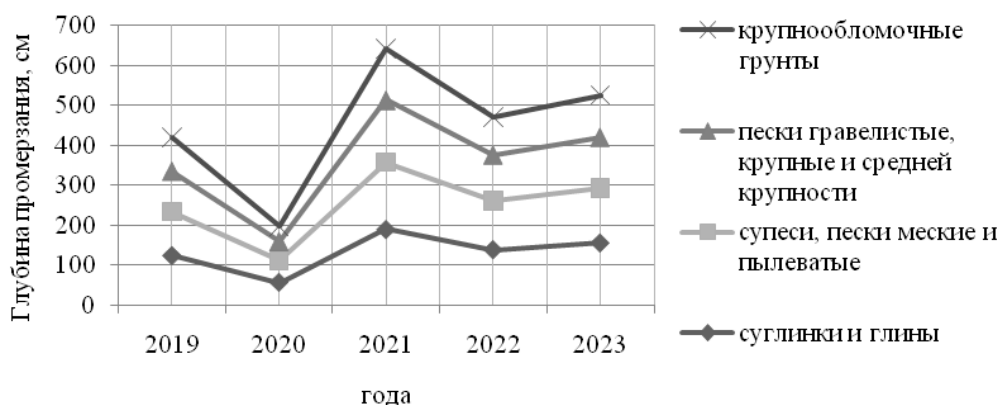


Рис. 5. - График изменения глубины промерзания грунта в южных районах Карелии

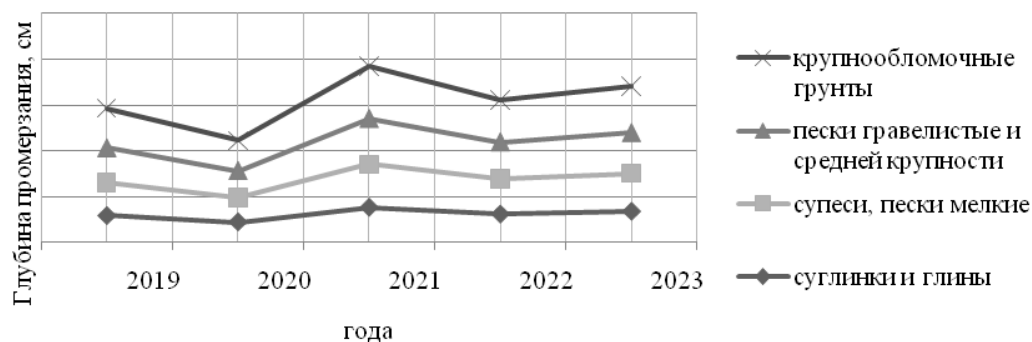


Рис. 6. - График изменения глубины промерзания грунта в центральных районах Карелии

Глубина промерзания грунта существенным образом влияет на среднюю продолжительность весенней распутицы [5]. В результате исследования были получены следующие данные (таблица 1).

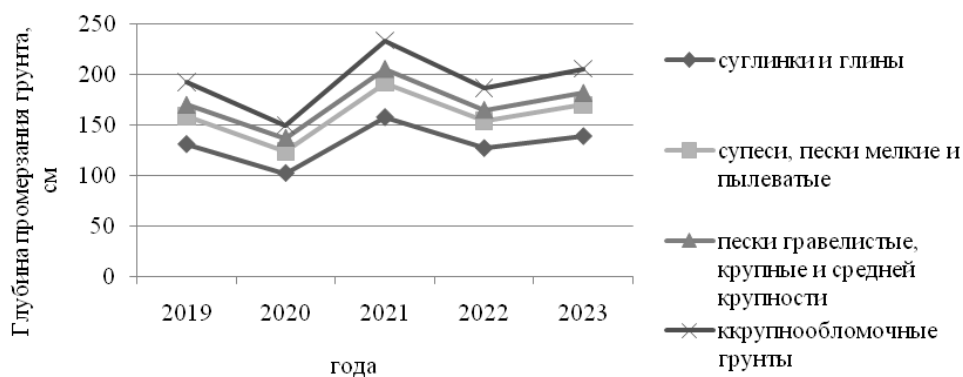


Рис. 7. - График изменение глубины промерзания грунта в северных районах Карелии.

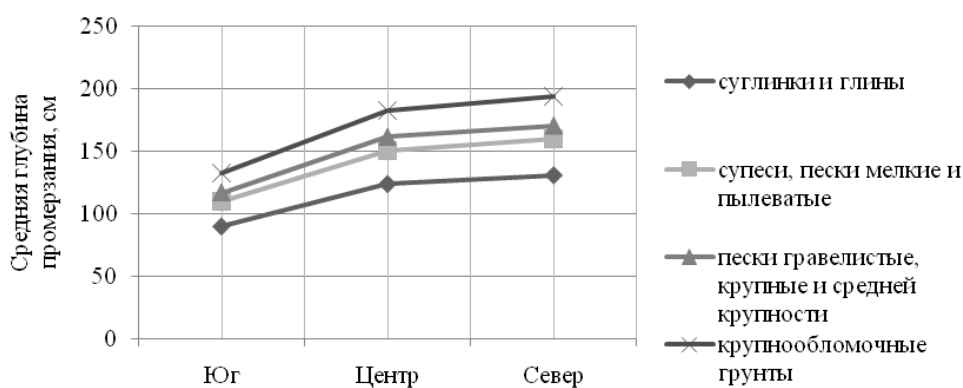


Рис. 8. - График изменение средней глубины промерзания грунта по всем районам Карелии.

В [6,7] авторами разработана математическая модель температурного поля грунта, которая также может быть использована для прогнозирования возможной глубины промерзания грунтов земляного полотна автомобильных дорог. Более того, укрепление грунтов минеральными вяжущими материалами [8] позволит уменьшить остаточные деформации в элементах дорожных конструкций при воздействии подвижной нагрузки от транспортных средств.

Продолжительные простои на дорогах общего пользования могут привести к транспортно-материальным потерям [9], а на дорогах

промышленного транспорта – к временной остановке технологического процесса [10].

Полученные результаты подтверждают взаимосвязь между видом грунта и продолжительностью простоев. При укрупнении размера частиц грунта происходит большее накапливание влаги в порах грунтов и, как следствие, увеличение глубины промерзания. Явление морозного пучения грунтов связано с увеличением объема замерзшей в порах грунта воды примерно на 8-9 %. Большой объем пор в грунтах приведет к более продолжительному времени их оттаивания и, следовательно, к большей продолжительности весенней распутицы. Именно поэтому в северных регионах республики, где количество месяцев со средней отрицательной температурой воздуха больше, продолжительность вынужденных простоев в среднем больше.

Таблица 1 – Результаты расчета продолжительности весенней распутицы

Вид грунта	Продолжительность весенней распутицы (сутки) для районов Карелии		
	южных	центральных	северных
Суглинки, глины	25	35	37
Супеси, пески мелкие, пески пылеватые	31	42	45
Гравелистые грунты, пески крупные, пески средней крупности	33	45	48
Крупнообломочные грунты	37	51	54

Однако, прослеживается следующая закономерность (см. таблицу 1). Продолжительность весенней распутицы в Карелии в центральных и северных районах не сильно отличается друг от друга (всего 5-7 %), в то время как с южными – на 45 - 48 %.

Таким образом, для регионов с длительным морозным периодом, необходимость учета влияния грунта остается весьма актуальным.

При разработке проектной документации для строительства автомобильных дорог в целом целесообразно принимать во внимание усредненные показатели по регионам, однако, необходимо также учитывать потенциальные отклонения, обусловленные существенными колебаниями температурного режима. В контексте настоящего исследования даже за относительно короткий временной интервал были зафиксированы значительные колебания температуры, которые, в свою очередь, оказывают существенное воздействие на продолжительность последующих простоев в работе автотранспорта.

Литература

1. Козлова К.С. Закономерности промерзания грунтов, дорожных одежд и земляного полотна. Республиканская науч.-технич. конф. аспирантов, магистров и студентов. В 6 ч. Ч.5. Минск: БНТУ. 2013. С.223-228.
2. Шарова Т.М., Меньшиков А.М., Осин Д.С. О сезонном регулировании движения автотранспорта на дорогах промышленного транспорта. Аграрный научный журнал. 2025. № 5. С.151-159.
3. Мытько Л.Р Основы строительства автомобильных дорог. Москва. Инфа-Инженерия. 2023. 368с.
4. Цупиков С.Г. Справочник дорожного мастера. Москва. Инфра-Инженерия. 2024. 756 с.
5. Gradinescu V., Gorgorin C., Diaconescu R., Cristea V., Iftode L. Adaptive Traffic Light Using Car-to-Car Communication. Vehicular Technology Conference. 2007. VTC2007-Spring. IEEE 65th. Pp. 21-25. URL:

cs.rutgers.edu/~iftode/traffic07.pdf.

6. Руденко Н.Н., Фурсова И.Н. Моделирование температурного поля в грунте. Инженерный вестник Дона. 2013. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1697

7. Fanger P.O. Thermal Comfort. McGraw Hill 1970.

8. Матуа В.П., Сизонец С.В. Повышение морозоустойчивости укрепленных минеральными вяжущими песчано-гравийных смесей. Инженерный вестник Дона. 2012. № 4. Ч.1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1157.

9. Корнюхов А.В., Морковкина А.М. Учет материально-транспортных потерь на автомобильных дорогах в период распутицы. Вестник ХНАДУ. 2009. № 47. URL: cyberleninka.ru/article/n/uchet-materialno-transportnyh-poter-na-avtomobilnyh-dorogah-v-period-rasputitsy.

10. Шарова Т.М., Меньшиков А.М., Осин Д.С. О сезонном регулировании движения автотранспорта на дорогах лесопромышленного комплекса. Аграрный научный журнал. № 5. 2025 doi.org/10.28983/asj.y2025i5pp151-159.UU

References

1. Kozlova K.S. Respublikanskaya nauch.-tekhnich. konf. aspirantov, magistrrov i studentov. V 6 ch. CH.5. Minsk: BNTU. 2013. pp. 223-228.

2. Sharova T.M., Men'shikov A.M., Osin D.S. Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2025. № 5. pp.151-159.

3. Myt'ko L.R. Osnovy stroitel'stva avtomobil'nykh dorog. [Fundamentals of Road Construction]. Moskva. Infа-Inzheneriya. 2023. 368 p.

4. Tsupikov S.G. Spravochnik dorozhnogo мастера. [Road Master's Handbook]. Moskva. Infra-Inzheneriya. 2024. 756 p.



5. Gradinescu V., Gorgorin C., Diaconescu R., Cristea V., Iftode L. Vehicular Technology Conference. 2007. VTC2007-Spring. IEEE 65th. pp. 21-25. URL: cs.rutgers.edu/~iftode/traffic07.pdf.
6. Rudenko N.N., Fursova I.N. Inzhenernyj vestnik Dona. 2013. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1697
7. Fanger P.O. "Thermal Comfort". McGraw Hill 1970.
8. Matua V.P., Sizonets S.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. № 4.CH.1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1157.
9. Korniyukhov A.V., Morkovkina A.M. Vestnik KHNADU. 2009. № 47. URL: cyberleninka.ru/article/n/uchet-materialno-transportnyh-poter-na-avtomobilnyh-dorogah-v-period-rasputitsy.
10. Sharova T.M., Men'shikov A.M., Osin D.S. Agrarnyj nauchnyj zhurnal. № 5. 2025. doi.org/10.28983/asj.y2025i5pp151-159.

Дата поступления: 15.09.2025

Дата публикации: 29.10.2025