

Научная статья

УДК 630.375.5 (075.8)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕСОВОЗНОГО ТРАНСПОРТА НА АВТОМОБИЛЬНУЮ ДОРОГУ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Андрей Вениаминович Мехренцев¹, Игорь Николаевич Кручинин²,
Тамила Мурсаловна Алиева³, Кирилл Сергеевич Отев⁴

¹⁻³ Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

⁴ Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия

¹ mehrentsevav@m.usfeu.ru

² kruchinin@m.usfeu.ru

³ alievatm@m.usfeu.ru

⁴ otev.kirill@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена обоснованию повышения эффективности транспортировки лесных грузов по дорогам общего пользования в зимних условиях. Решение проблемы повышения допустимой массы автопоезда в условиях предприятий лесопромышленного комплекса является в настоящее время актуальным. Выполнен анализ количественных и качественных показателей дорожной сети Свердловской области. Описаны особенности транспортировки лесных грузов в зимний период. Представлены результаты исследования изменения прочностных параметров дорожной одежды в зимний период. Даны рекомендации по организации перевозки лесных грузов по дорогам общего пользования в зимний период.

Ключевые слова: транспортировка лесопродукции, допустимая масса транспортного средства, лесовозный транспорт, эффективность перевозки

Благодарности: работа выполнена при поддержке ГКУ Свердловской области «Управление автомобильных дорог».

Для цитирования: Исследование особенностей воздействия лесовозного транспорта на автомобильную дорогу в зимних условиях / А. В. Мехренцев, И. Н. Кручинин, Т. М. Алиева, К. С. Отев // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 297–305.

Original article

INVESTIGATION OF THE PECULIARITIES OF THE IMPACT OF LOGGING TRANSPORT ON THE ROAD IN WINTER CONDITIONS

Andrey V. Mekhrentsev¹, Igor N. Kruchinin², Tamila M. Aliyeva³, Kiril S. Otev⁴

¹⁻³ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

⁴ Ukhta State Technical University, Ukhta, Russia

¹ mekhrentsevav@m.usfeu.ru

² kruchininin@m.usfeu.ru

³ alievatm@m.usfeu.ru

⁴ otev.kirill@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the justification of increasing of the efficiency of transportation of forest goods on public roads in winter conditions. The solution to the problem of increasing of the permissible weight of a road train in the conditions of enterprises of the timber industry is currently relevant. The analysis of quantitative and qualitative indicators of the road network of the Sverdlovsk region is carried out. The features of transportation of forest goods in winter are described. The results of the study of changes in the strength parameters of the pavement in winter are presented. Recommendations are given on the organization of transportation of forest goods on public roads in winter.

Keywords: transportation of forest products, permissible vehicle weight, logging transport, transportation efficiency

Acknowledgements: the work was carried out with the support of the State Budgetary Institution of the Sverdlovsk region “Management of Highways”.

For citation: Issledovanie osobennostej vozdejstviya lesovoznogo transporta na avtomobilnuyu dorogu v zimnih usloviyah [Investigation of the peculiarities of the impact of logging transport on the road in winter conditions] (2025) A. V. Mekhrentsev, I. N. Kruchinin, T. M. Alieva, K. S. Otev. Effektivnyi otvet na sovremennye vyzovy s uchetom vzaimodeistviya cheloveka i prirody, cheloveka i tekhnologii [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies] : proceedings of the XVI International Scientific and Technical Conference. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 297–305. (In Russ).

Наиболее важным элементом функционирования системы перевозки древесины является автомобильная дорожная сеть. При этом лесотранспортная сеть включает в себя как лесные дороги первичного лесотранспорта (арендованные участки леса), лесовозные автомобильные дороги, так

и дороги общего пользования. В этих условиях более семидесяти процентов автомобильных дорог имеют предельно допустимые значения основных транспортно-эксплуатационных показателей.

При анализе исследований, проведенных в настоящее время в области транспортировки агропромышленной продукции, было определено два направления: либо повышение эффективности транспортно-технологического оборудования, либо повышение транспортно-эксплуатационного уровня автомобильных дорог общего пользования.

В то же время, наличие в лесотранспортной инфраструктуре автомобильных дорог общего пользования накладывает существенные ограничения на эксплуатацию лесовозного подвижного состава.

Особо сказывается на эффективности перевозки древесины наличие сезонности в многолесных регионах. Так, например, только для Уральского Федерального округа в летний период более половины всех лесных площадей имеют ограничения по опорной проходимости лесотранспортных машин. Да еще и при этом все лесотранспортные пути оказывают значительное негативное влияние на лесную среду.

Помимо перечисленных особенностей существует и еще ряд причин, также влияющих на эффективность лесотранспортных операций. Малые предприятия-лесозаготовители по сути дела вообще предоставлены сами себе и вынуждены приспособляться к существующей сети как лесовозных, так автомобильных дорог общего пользования. При этом предприятия вообще не проводят мероприятия по оценке и повышению транспортно-эксплуатационных качеств лесных дорог.

Цель нашего исследования состоит в повышении эффективности перевозки лесных грузов за счет повышения допустимой массы автопоезда в зимний период года.

Автомобильные дороги общего пользования предназначены для непрерывного в течение года движения автомобилей и автопоездов с нормативными нагрузками и общей массой, установленными для транспортных средств, предназначенных для эксплуатации на дорогах общего пользования, и скоростями, верхние пределы которых регламентированы Правилами дорожного движения Российской Федерации. В основе лежит понятие транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (ст. 3.1 Федерального закона № 257-ФЗ).

Под транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильной дороги понимают такие параметры и характеристики дорог, которые обеспечивают ее основные потребительские свойства. К этим транспортно-эксплуатационным показателям относятся: скорость, непрерывность, безопасность и удобство движения; пропускная способность и уровень

загрузки дороги движением; допустимая для пропуска осевая нагрузка, общая масса автомобилей, а также экологическая безопасность [1, 2].

Обеспечение необходимого транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог осуществляется дорожной службой. Виды и состав выполняемых дорожной службой работ по ремонту и содержанию определяются действующей «Классификацией работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог». Приказ Минтранса России от 16 ноября 2012 г. № 402.

В соответствии с Федеральным законом от 08.11.2007 № 257-ФЗ (ред. от 03.12.2012) «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» содержание автомобильной дороги – комплекс работ по поддержанию надлежащего технического состояния автомобильной дороги, оценке ее технического состояния, а также по организации и обеспечению безопасности дорожного движения.

Оценка технического состояния автомобильной дороги проводится в целях определения соответствия транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог требованиям технических регламентов. Указанные работы осуществляются в соответствии с Приказом Минтранса РФ от 16.11.2012 № 402 «Об утверждении Классификации работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог» в рамках работ по содержанию автомобильных дорог.

Перспективы освоения лесных ресурсов региона связаны, в первую очередь, с транспортным освоением лесосырьевых территорий [2]. Общая протяженность лесных дорог Свердловской области в настоящее время составляет более 136 тыс. км, где на автомобильные дороги приходится 116,03 тыс. км всей дорожной сети области. Дороги лесохозяйственного значения составляют около 83 тыс. км. На лесные лесовозные дороги приходится 16,2 тыс. км и дорог общего пользования 37348 км (таблица).

Таким образом можно констатировать, что протяженность дорожного покрытия в условиях Свердловской области, без учета железнодорожных путей и временных автозимников, составляет 116,02 тыс. км. Плотность распределения автомобильных дорог составляет 7,6 км/тыс. га, а средняя плотность лесных лесовозных дорог составляет 4 км/тыс. га от площади лесов.

В то же время наблюдается крайне низкая и неравномерная обеспеченность лесотранспортными путями в лесничествах Свердловской области. По данным мониторинга, в Гаринском лесничестве средняя плотность лесотранспортных путей составляет не более 0,2 км/тыс. га. В Синячихинском лесничестве средняя плотность лесотранспортных путей составляет 48,5 км/тыс. га. Лесотранспортная инфраструктура в границах лесосырье-

вых баз необходима для развития производства и для обеспечения общей доступности лесов в лесопожарный период. Поэтому задача транспортного освоения ложится на плечи лесоперерабатывающих предприятий, а также на арендаторов лесных участков и на региональные власти.

Транспортная инфраструктура Свердловской области, км

Виды дорог	Протяженность дорог, тыс. км						
	Всего	Лесные лесохозяйственные				Лесные лесовозные	Общего пользования
		I	II	III	Итого		
Общая протяженность	135,661	5,480	19,281	57,389	82,150	16,163	37,348
Автомобильные, по типам покрытий:	116,026	4,442	17,282	52,710	74,434	10,208	31,384
– с твердым покрытием	7,352	0,545	0,169	0,133	0,847	1,094	5,411
– грунтовые улучшенные	108,674	3,897	17,113	52,577	73,587	9,114	25,973
Постоянного действия	32,744	0,964	3,435	8,781	13,180	0,946	18,618
Временные зимние	15,380	0,903	1,999	4,679	7,581	4,507	3,292
Железные дороги	4,255	0,135	0	0	0,135	1,448	2,672
С широкой колеей	1,106	0	0	0	0	0	1,106

Для обеспечения бесперебойной вывозки лесоматериалов используется лесовозный подвижной состав на базе автомобилей средней или большой грузоподъемности. При транспортировке специфичного длинномерного лесного груза применяются автомобили с роспуском или полуприцепом. Как показано в работе [2], лесоматериалы привозятся с нарушениями грузоподъемности лесовозных машин, что приводит к перегрузке конструктивных элементов автопоезда с превышением осевых нагрузок.

Функционирование лесотранспортной инфраструктуры неотделимо от дорожной сети общего пользования. По материалам проведенных обследований ГКОУ СОГУ УАД интенсивности движения общего транспортного потока на примере Свердловской области общей протяженностью около 616 км, было выяснено, что состав лесовозного автомобильного транспорта в общем составе всего грузового потока может изменяться от 29 до 36 %.

Получена структура среднего расстояния транспортировки лесного древесного сырья по различным автомобильным дорогам. Доля лесных лесовозных дорог достигает значения 33,2 %. Количество автомобильных дорог Федерального значения составляет только 20,8 %, а доля региональных дорог общего пользования составляет 46 %. В Свердловской области расположено около 10,5 тыс. км ведомственных дорог, из них лесных лесовозных около 2,5 тыс. км.

В работах многих ученых приводятся данные, что под совместным воздействием многократно повторяющихся нагрузок от лесовозных автомобилей и внешних природно-климатических воздействий в дорожном покрытии в теле земляного полотна возникают напряжения и деформации. Накопление этих напряжений приводит к неконтролируемым деформациям и общему разрушению [3–5].

Основным внешним воздействием служит лесовозный подвижной состав, который, как было показано выше, работает с перегрузками [2].

Что касается внутренних воздействий, то к ним относятся физико-механические показатели дорожных конструкций, дорожно-строительных материалов, конструкций дорожных одежд и технологий их строительства. Особо следует подчеркнуть роль земляного полотна и его рабочего слоя [6, 7].

Эти воздействия приводят к возникновению пластических и вязкопластических перемещений в конструктивных слоях дорожных одежд. Величина этих перемещений зависит от параметров внешней нагрузки. К ним следует отнести силы, площадь распределения нагрузок, продолжительность внешних воздействий и общее число прикладываемых нагрузок, показателей реологических свойств дорожно-строительных материалов слоев дорожной одежды и грунтов земляного полотна [8–10].

Если летний, расчетный период эксплуатации лесовозных автомобильных дорог достаточно хорошо изучен, то в зимний период года эксплуатация лесовозных автомобильных дорог с асфальтобетонными дорожными покрытиями имеет значительные отличия. Это прежде всего наличие отрицательных температур окружающего воздуха [5, 11].

Многочисленными исследованиями установлено, что при температуре 20 °С предел прочности при сжатии асфальтобетона составляет около 2,5 МПа, а при растяжении – в 6...8 раз меньше. С понижением температуры предел прочности при сжатии возрастает, например при –15 °С предел прочности может достигать значений 15...20 МПа. В то же время при +50 °С снижается до 1,0...1,2 МПа [7, 10]. Таким образом, это можно оценить, как повышение несущей способности асфальтобетонных покрытий.

Также доказано, что причиной появления колеи в зимних условиях является существенное превышение интенсивности движения авто-

транспорта, (сведения об интенсивности движения за 2010–2013 гг.) и применение зимних шин на легковых автомобилях [11].

Косвенным признаком нормального износа покрытия в виде колеи от воздействия колес легкового автотранспорта служит одинаковое на всем протяжении участка расстояние между центрами левой и правой колеи (размеры изменяются от 147 до 151 см, что полностью соответствует среднему значению колеи среднестатистического легкового автомобиля), а также форма колеи, образовавшейся от сравнительно узких колес легковых автомобилей.

Пластические деформации дорожных покрытий являются основной причиной колееобразования на асфальтобетонных покрытиях, которые состоят в накоплении вертикальных остаточных деформаций вследствие повышения пластичности, т. е. снижения структурной вязкости асфальтобетона при высоких температурах, которое, в свою очередь, происходит из-за снижения вязкости битума или вязкого сопротивления битума сдвигу, что нехарактерно для зимних условий Уральского региона.

На увеличение прочностных показателей грунтов земляного полотна напрямую указывает и нормативный документ «Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и северо-востока СССР» [4].

В результате проведенных исследований можно сделать следующее выводы:

1. При эксплуатации лесовозных автопоездов на региональных дорогах общего пользования в зимний период необходимо учитывать, что прочные свойства дорожных одежд возрастают и позволяют обеспечить осевую нагрузку выше на 10–15 % от нормативной расчетной [12].

2. Лесовозные автопоезда имеют конструктивные особенности, приводящие к некоторой тенденции в превышении осевых нагрузок, поэтому для снижения негативного воздействия автопоездов на дорожные покрытия необходимо снижать скорости их передвижения.

3. Рекомендовать при расчете размера ущербов, появившихся в результате воздействий от подвижного состава (лесовозными автопоездами в зимний период года), от превышения допустимых осевых нагрузок на одну ось автомобиля $P_{\text{ном1}}$ (см. п.3) [13], показатель степени у величины $P_{\text{ось}}$ – превышения фактической осевой нагрузки над допустимой для автомобильной дороги, использовать значение, равное 1,32.

Список источников

1. ОДН 218.0.006–2002 «Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог» утвержденных распоряжением Минтранса России от

03.10.2002 № ИС-840-р ОДН от 03.10.2002 № 218.0.006-2002. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030728> (дата обращения: 19.10.2024).

2. Смирнов М. Ю. Повышение эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами. Йошкар-Ола : МарГТУ, 2003. 280 с.

3. Рекомендации по выявлению и устранению колеи на нежестких дорожных одеждах. Распоряжение Минтранса России от 24.06.2002 № ОС-556-Р. М., 2002. 181 с.

4. ВСН 137–89 Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и северо-востока СССР. Введ. 1990.01.01. М. : Транспорт, 1991. 157 с.

5. Подольский В. П., Самодурова Т. В., Федорова Ю. В. Экологические аспекты зимнего содержания дорог : монография. Воронеж : ВГАСА, 2000. 152 с.

6. Thompson M. P. Contemporary forest road management with economic and environmental objectives // PhD Dissertation, Oregon State University, Pro Quest Dissertations Publishing, 2009. 284 p.

7. Рыбьев И. А. Строительное материаловедение. М. : Высшая школа, 2004. 569 с.

8. Илиополов С. К., Селезнев М. Г., Углова Е. В. Динамика дорожных конструкций. Ростов-на-Дону : РГСУ, 2002. 258 с.

9. Смирнов А. В. Колебания и волны в дорожных конструкциях : научное издание. Омск : СибАДИ, 2006. 107 с.

10. Углова Е. В., Илиополов С. К., Селезнев М. Г. Усталостная долговечность эксплуатируемых асфальтобетонных покрытий. Ростов-на-Дону : РГСУ, 2009. 244 с.

11. Васильев Ю. В., Беляев Н. Н. Колея износа : мифы и реальность // Автомобильные дороги. 2014. № 12. С. 66–70.

12. Оценка возможности использования нефтезагрязненных грунтов для строительства лесных автомобильных дорог / И. Н. Кручинин, А. А. Колобова, В. И. Клевеко, А. А. Лабыкин // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 1. С. 88–95

13. Постановление правительства Российской Федерации от 9 января 2014 г. № 12 г. Москва «О внесении изменений в некоторые акты правительства Российской Федерации по вопросам перевозки тяжеловесных грузов по автомобильным дорогам Российской Федерации». М., 2014. 12 с.

References

1. Industry road standards 218.0.006-2002 “Rules for diagnostics and assessment of the condition of motorways” approved by the order of the Ministry of Transport of Russia dated October 3, 2002 № IS-840-r ODN dated October 3, 2002 N 218.0.006-2002.

2. Smirnov, M. Yu. Increasing the efficiency of timber transportation by road trains : scientific publication. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2003. 280 p.
3. Recommendations for identifying and eliminating ruts on flexible road surfaces. Order of the Ministry of Transport of Russia dated 24.06.2002 № OS-556-R. M., 2002. 181 p.
4. Departmental building codes 137-89 [Design, construction and maintenance of winter roads in Siberia and the north-east of the USSR] / Vved. 1990.01.01. M.: Transport [M.: Transport], 1991. 157 p.
5. Podolsky V. P., Samodurova T. V., Fedorova Yu. V. Environmental aspects of winter road maintenance : monograph. Voronezh : VGASU, 2000. 152 p.
6. Thompson M. P. Contemporary forest road management with economic and environmental objectives // PhD Dissertation, Oregon State University, Pro Quest Dissertations Publishing. 2009. 284 p.
7. Rybev I. A. Construction materials science. Moscow : higher school.- 2004. 569 p.
8. Iliopolov S. K., Seleznev M. G., Uglova E. V. Dynamics of road structures. Rostov-on-Don : RSSU, 2002. 258 p.
9. Smirnov A. V. Oscillations and waves in road structures : scientific publication. Omsk : SibADI, 2006. 107 p.
10. Uglova E. V., Iliopolov S. K., Seleznev M. G. Fatigue life of operated asphalt concrete pavements. Rostov-on-Don : RSSU, 2009. 244 p. (In Russ.).
11. Vasiliev Yu. V., Belyaev N. N. Wear track: myths and reality // Highways. 2014. № 12. P. 66–70.
12. Assessment of the possibility of using oil-contaminated soils for the construction of forest roads / I. N. Kruchinin, A. A. Kolobova, V. I. Kleveko, A. A. Labykin // Forests of Russia and their management. 2023. № 1. P. 88–95.
13. Resolution of the Government of the Russian Federation of January 9, 2014. № 12, Moscow «On Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation on the Transportation of Heavy Loads on the Roads of the Russian Federation». M., 2014. 12 p.