

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_23-26

УДК 630*36

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН НА ПОЧВОГРУНТЫ ЛЕСОВ КРИОЛИТОЗОНЫ НА СКЛОНАХ**CURRENT ISSUES IN RESEARCH ON THE EFFECTS OF FOREST MACHINERY PROPELLERS ON FOREST SOILS AND CRYOLITHOZONES ON SLOPES**

Каляшов В.А., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, Санкт-Петербург.

Kalyashov V.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia.

Гурьев А.Ю., ассистент, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

Guryev A.Y., assistant, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Григорьев И.В., доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

Grigorev I.V., Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Аннотация: В последние годы в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета ведутся теоретические и экспериментальные работы, целью которых является снижение отрицательного экологического воздействия двигателей лесных машин на почвогрунты лесов криолитозоны на склонах. Эти исследования уже дали достаточно интересные для теории и практики результаты. Однако и далее встает ряд актуальных теоретических и практических вопросов, о которых идет речь в настоящей статье. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Abstract: In recent years, theoretical and experimental work has been conducted within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University, aimed at reducing the negative environmental impact of forest engines on cryolithozone forest soils on the slopes. These studies have already yielded quite interesting results for theory and practice. However, further there are a number of relevant theoretical and practical issues, which are discussed in this article. The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Ключевые слова: лесные машины, почвогрунты, многолетняя мерзлота, леса на склонах.

Keywords: forest machinery, soils, permafrost, forests on the slopes.

При оценке эффективности рубок лесных насаждений, в том числе рубок ухода за лесом и прочих рубок, в лесоинженерном деле принято выделять эксплуатационную и экологическую эффективность. Эксплуатационная эффективность подразумевает, прежде всего, оценку производительности и энергоемкости всего комплекса работ, или отдельных технологических операций. И нацелена на максимизацию производительности, и минимизацию энергоемкости. Экологическая эффективность, прежде всего, подразумевает оценку ущерба, наносимого лесной экосистеме, временные и стоимостные затраты на восстановление лесной среды после проведения рубок лесных насаждений [1-4].

Эксплуатационная и экологическая эффективности во многом взаимосвязаны, и во многом зависят от совместимости используемых машин и оборудования, а также технологических процессов и схем разработки лесосек с лесной средой в конкретных природно-производственных условиях эксплуатации. Например, использование тяжелых колесных лесных машин, и трелевочных систем на их базах, на слабонесущих почвогрунтах без использования моногусениц, укрепления ездовой части трелевочных волоков, и использования специальных схем разработки лесосек, снижающих грузовую работу волоков и технологических коридоров, приводит к сильному колееобразованию – сильному повреждению лесной среды, т.е. отрицательно сказывается на экологической эффективности [5]. Одновременно с этим, с ростом глубины колеи возрастают нагрузки в трансмиссии машин, снижается их скорость перемещения (а значит и производительность), увеличивается расход топлива – т.е. снижается и эксплуатационная эффективность.

Чем более ранимы лесные экосистемы, тем тщательнее необходимо подходить к планированию лесосечных работ – выбору применяемых машин и оборудования, технологических процессов и схем разработки лесосек. Ярким примером особо ранимы лесных экосистем являются леса криолитозоны, особенно леса на склонах на многолетней мерзлоте. В которых неправильное планирование и выполнение работ по рубке лесных насаждений приводит к очень существенному ущербу для лесной среды, одновременно с существенным ухудшением условий для движения лесных машин, и трелевочных систем на их базах (рисунок 1).

Анализ современных практик работы лесозаготовительных компаний России показал, что в настоящее время для освоения лесов на склонах не используются канатные трелевочные установки и средства воздушной трелевки. Поэтому использование колесных, гусеничных, или полугусеничных лесных машин, как минимум для трелевки заготовленной на склонах древесины, становится в современных условиях, в принципе, безальтернативным вариантом.

Как убедительно доказали результаты ранее выполненных теоретических и экспериментальных исследований, эффективность выполнения основных операций лесосечных и ряда лесохозяйственных работ, прежде всего тракторной трелевки на склонах лесов на многолетней мерзлоте, зависит от ряда геотехнических параметров (факторов), к которым в первую очередь относится состояние краевой части массива оттаивающего почвогрунта слоя сезонной мерзлоты, слагающего трассу движения лесной машины (трелевочных волоков, технологических коридоров), подверженного чередующимся промерзаниям и оттаиваниям.

Выполненные оценки значимости изученных геотехнических факторов выдвигают проблему мониторинга гидрогеологического состояния краевой части массива почвогрунта на склонах и их классификацию по показателю влажности в границах трелевочных волоков и технологических коридоров в разряд наиболее актуальных, решение которой будет способствовать повышению эффективности лесосечных и ряда лесохозяйственных работ в лесах криолитозоны на склонах.



Рисунок 1 – Негативные последствия воздействия лесных машин на трелевочный волок на склоне

Поскольку от влажности слоев почвогрунта зависят параметры паспорта его прочности, то на основе ее оперативного мониторинга представляется возможным решить ряд задач, в частности: 1. Классифицировать склоны по критерию устойчивости краевой части массива почвогрунта. 2. Классифицировать трелевочные волоки и технологические коридоры по критерию их работоспособности при использовании различных движителей и ряд других вариационных задач.

Полученные оценочные соотношения могут составить основу функционала, который через интерфейс мобильного приложения будет служить оперативной поддержкой принятия решений оператором лесной машины, бригадиром, или технологом лесозаготовительного участка. Такая система позволит оперативно, например, с помощью смартфона реагировать на конкретную геотехническую обстановку при работе на склонах и корректировать технологические показатели и параметры трелевочной системы — скорость движения, грузоподъемность (объем набираемой пачки древесины), мощность тяги двигателя, нагрузку на вспомогательную лебедку и др. Работа оператора в свою очередь будет поддаваться контролю со стороны инженерно-технических служб — технолога, механика. В конечном итоге вполне возможно формирование системы управления базой данных технологических работ на склонах (СУБД), как одного из наиболее перспективных направлений цифровизации и информационной поддержки технологических процессов работы лесных машин.

Список литературы

1. Григорьева О.И. Эффективность транспортно-технологических систем для лесного хозяйства // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. ред. Н. С. Захаров. 2018. С. 79-83.
2. Григорьева О.И. Перспективные направления повышения эффективности проведения рубок ухода за лесом // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы третьей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 56-58.
3. Никитина Е.И., Куницкая О.А., Николаева Ф.В. Проект организации лесозаготовок в условиях Алданского лесничества с применением многооперационных лесозаготовительных комплексов // Современные проблемы и достижения аграрной науки в Арктике. Сборник научных статей по материалам Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием в рамках «Северного форума – 2020» и Международной научной онлайн летней школы – 2020. 2020. С. 138-148.
4. Куницкая О.А. Проактивный сервис для лесных машин // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Шестой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2020. С. 86-87.
5. Рудов С.Е., Куницкая О.А. Теоретические исследования экологической совместимости колесных лесных машин и мерзлотных почвогрунтов лесов криолитозоны // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. 2020. С. 323-326.

References

1. Grigoreva O.I. Efficiency of transport and technological systems for forestry // Transport and transport and technological systems. Materials of the International Scientific and Technical Conference. Ed. by N. S. Zakharov. 2018. pp. 79-83.
2. Grigoreva O.I. Promising directions for improving the efficiency of logging and forest maintenance // Improving the efficiency of the forest complex. Materials of the third All-Russian scientific and Practical conference with international participation. 2017. pp. 56-58.
3. Nikitina E.I., Kunitskaya O.A., Nikolaeva F.V. A project for the organization of logging in the conditions of the Aldan forestry using multi-operational logging complexes // Modern problems and achievements of agricultural science in the Arctic. Collection of scientific articles based on the materials of the All-Russian Student Scientific and Practical Conference with international participation within the framework of the Northern Forum 2020 and the International Scientific Online Summer School 2020. 2020. pp. 138-148.
4. Kunitskaya O.A. Proactive service for forest machines // Improving the efficiency of the forest complex. Materials of the Sixth All-Russian National Scientific and Practical Conference with international participation. Petrozavodsk, 2020. pp. 86-87.
5. Rudov S.E., Kunitskaya O.A. Theoretical studies of the ecological compatibility of wheeled forest vehicles and permafrost soils of cryolithozone forests // Transport and transport-technological systems. Materials of the International Scientific and Technical Conference. Editor-in-chief N.S. Zakharov. 2020. pp. 323-326.