

В.А. Кацадзе, Ф.В. Свойкин, В.А. Гринкевич, К.В. Росихин

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДАВЛЕНИЯ НА ГРУНТ
КОЛЕСНОГО СОРТИМЕНТОПОДБОРЩИКА ТРОМ 25**

Введение. Традиционно для освоения территорий применялись классическая гусеничная техника, например, трелевочный трактор ТДТ-55А, или тяжелый колесный спецтранспорт, например, форвардеры Ponsse Buffalo 8W или Амкодор 2661 [Katsadze et al., 2022; Svoikin et al., 2025]. Также привлекались традиционные методы, вроде создания зимников. Однако, в свете климатических изменений, эти технологии и средства часто становятся неработоспособными, не соответствуя современным требованиям в развитии науки и техники [Жук и др., 2025].

В освоении труднодоступных лесосек со слабонесущими грунтами III–IV категорий, а также при проведении санитарных рубок (сплошных и выборочных) вышеуказанные решения не работают, т. к. традиционные движители способствуют разрушению земляного покрова и возникновению колеи (рис. 1), что в дальнейшем сказывается на переувлажнении территорий, повторных проездах машин, лесовосстановлении и состоянии почвы [Гайнуллин, Зайнуллин, 2017; Ильинцев и др., 2018; Cambi et al., 2015]. Как следствие, целевые породы находятся в условиях заболоченных лесных участков и рискуют попасть в категорию фаутных насаждений [Дымов, 2017].



Рис. 1. Образование колеиности на погрузочном пункте
Fig. 1. Formation of rutting on loading construction

Также, помимо традиционных проблем отрасли, обоснован прогноз серьезного дефицита лесозаготовительной техники в ближайшие годы в ЛПК РФ. Стоит отметить невозможность решения данной проблемы за счет российского лесного машиностроения в настоящий момент [Кацадзе и др., 2025]. Согласно анализу состояния рынка лесозаготовительной техники и наличия парка этого оборудования по всем основным арендаторам и другим лесопользователям в 2028 г. износ составит более 90%». Безусловно, обеспечение ЛПК лесозаготовительной техникой необходимо включить в стратегию развития отрасли до 2035 г. Дефицит лесозаготовительной техники обуславливает сокращение объемов заготовки древесины в РФ в 2025 г. на 30%, до 180 млн. м³.

Помимо вышеуказанного, на данный момент не представляется возможным закупить машины зарубежных и некоторых отечественных производителей по причинам высокой стоимости техники и наличия зарубежных комплектующих в составе машин российских производителей, а часть эксплуатационных лесов участковых лесничеств находится на заболоченных территориях [Svoikin et al., 2023, 2024a, b].

Для достижения высокой проходимости в проектировании трансмиссии облегченного шасси снегоболотохода ТРОМ используют привод Робсона (роликовый привод), что позволило сделать привод на все 8 колес, имея на борту одну раздаточную коробку и два моста. Балансирующая подвеска позволила данному шасси всегда иметь равномерное сцепление с поверхностью земли всеми восьмью колесами независимо от рельефа местности. Учитывая, что вся техника ТРОМ плавающая, шасси состоит из двух сочлененных герметичных лодок. Двигатель, КПП, раздаточная коробка, два моста и все агрегаты размещены внутри герметичных лодок, что не позволяет маслам и другим техническим жидкостям проливаться в почву. Благодаря этому возможно применение машин с минимальным воздействием на экосистему в природных парках, родовых угодьях, заповедниках, заказниках, национальных парках, где, помимо минимального удельного давления на почву и отсутствие возможных утечек жидкостей, учитывается и количество выхлопных газов.

Для лесной промышленности с использованием этой технологии были созданы колесные сортиментоподборщики (далее – КС) разных видов [Свойкин, Кацадзе, 2025], например, КС ТРОМ 20 УЭС и КС ТРОМ 20 с двигателем ЯМЗ-534. На ближайшего по стоимости конкурента Амкорд установлен другой агрегат, а именно двигатель Д-260.1. По сравнению с ним Ярославский мотор имеет более современную экологическую норму –

ЕВРО-5 против ЕВРО-3. Такая существенная разница сказывается на расходе потребляемого топлива

Эксплуатация транспортных средств ТРОМ на протяжении многих лет подтверждает их благоприятное воздействие на ПГУ. Корневая система травяного покрова остается неповрежденной, а стебли поднимаются через два дня после проезда вездехода. Уплотнение почвы под колесами в два раза меньше, чем при движении человека. Удельное давление вездехода ТРОМ с полной загрузкой составляет $0,12 \text{ кг/см}^2$, в то время как человек оказывает давление $0,25-0,3 \text{ кг/см}^2$ на слабом грунте. Итогом таких значений является отсутствие разрушения почвы на погрузочном пункте (рис. 2).

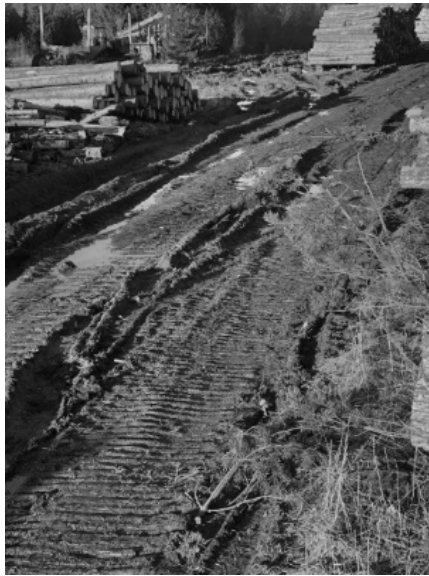


Рис. 2. Состояние почвы на погрузочном пункте при вывозке древесины с использованием техники ТРОМ

Fig. 2. Soil condition at the loading point during timber transportation using TROM equipment

Последняя модификация форвардеров представлена моделью ТРОМ 25 (рис. 3), которая имеет более классическую компоновку и улучшенные технические характеристики по сравнению с предыдущими моделями.



Рис. 3. КС ТРОМ, модель 25
Fig. 3. Wheeled forwarder TROM, model 25

Данная машина проходила испытания в условиях незамерзших болот зимой 2024–2025 гг. в районе пос. Салым ХМАО-Югра в ООО «Лесные технологии». Большой опыт предыдущих разработок позволил создать машину, приближенную по скорости работы, удобству, надежности к импортным аналогам. В сегодняшней геополитической ситуации важным аспектом становится комплектация техники отечественными узлами и агрегатами. Техника ТРОМ на 80% состоит из отечественных комплектующих, что позволяет снизить затраты на эксплуатацию (расходники) и ремонт подобной техники.

Производство лесной техники не останавливается на производстве колесных сортиментоподборщиков: на данный момент ведутся работы по разработке валочно-сучкорезно-раскряжевой машины на базе данной платформы с собственной харвестерной головкой.

Также предполагается на базе отечественной модульной системы, по аналогии с советскими гусеничными решениями, в процессе эволюции проекта разработка всех кластеров лесной отрасли на основании решений на пневматиках сверхнизкого давления.

На данный момент имеются работоспособные экземпляры форвардера, которые проходят испытания на лесозаготовительных производствах.

На этапе разработки находится сразу несколько машин, а именно:

- грузопассажирская платформа («летучка»);
- мультчер;
- дробилка;
- посевной агрегат для минерализованных полос;
- лесовоз;
- автопоезд.

С учётом затруднённости или невозможности доступа к традиционным решениям в традиционных сырьевых отраслях промышленности РФ поиск альтернативных технических решений становится особо актуальной задачей. Доступ к лесным ресурсам затрудняется отсутствием традиционных сезонов заготовки (аномально теплым зимним периодом 2024-2025 гг.), а также увеличением площади особо чувствительных к разведке недр территорий [Marchi et al., 2018]. Так, по данным Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоза) площадь защитных лесов России в 2024 г. увеличилась на 1 000 000 гектаров и достигла 288 000 000 гектаров (287 000 000 гектаров в 2023 г.). Данный показатель прироста был достигнут за счёт работ по лесоустройству. Стоит отметить, что в 2025 г. защитные леса занимают примерно 20% от общей площади земель лесного фонда РФ, причем максимальный прирост защитных лесов произошел в следующих традиционных для лесозаготовки регионах: Архангельская область – + 638 000 гектаров; Иркутская область – + 234 000 гектаров; Красноярский край – + 61 000 гектаров. Также произошло увеличение лесов в водоохранных зонах до 20 900 000 гектаров (+ 800 000 гектаров), в зеленых зонах до 10 400 000 гектаров (+6 800 гектаров), в горных лесах до 1 100 000 гектаров (+ 2 000 000 гектаров). Увеличение площади охраняемых территорий при неизменной площади и экстенсивном ведении хозяйства обуславливает тренд на снижение последствий прохода тяжелой техники по малонарушенным территориям геологоразведательной базы в условиях районов Крайнего Севера РФ и приравненных к ним местностей [Нефедов и др., 2025]. Традиционные решения при лесозаготовке все труднее применять из-за экологического фактора (воздействие такого оборудования и технологических операций на почвогрунт лесосек при переездах, технологических стоянках и проведении работ). Основные факторы, влияющие на масштаб, степень, продолжительность прямого и косвенного воздействия техники на особо чувствительные к нагрузке почвы – гранулометрический состав почвы, ее влажность, содержание органических веществ в почве, уклон местности, тип транспортного средства (ТС), размер ТС, давление в шинах ТС, формы шин ТС, количество проездов ТС и пр.

Цель работы. Определить удельное давление шины пневматической сверхнизкого давления транспортного средства «колесный сортиментоподборщик «ТРОМ 25» на грунт.

Методика исследования. При планировании и осуществлении исследования объектом исследования являлся колесный сортиментоподборщик «ТРОМ 25»; колёсная формула (8×8): передняя полурама (4×4) + задняя полурама (4×4) с колёсным оборудованием ТРОМ 25 – 1960×900R38.

Для оценки соответствующего воздействия использовалась методика, содержащаяся в п. 5.2. ГОСТ Р 58656 – 2019 «Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву»; масса исследуемой техники составляет 19 980 кг.

Согласно методике осуществлён осмотр колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» на пневматиках сверхнизкого давления с последующим сбором необходимых для расчёта параметра «удельное давление на грунт» данных, а именно:

- основных технических характеристик колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» на пневматиках сверхнизкого давления (инструкция по эксплуатации);
- основных технических характеристик на шины сверхнизкого ТРОМ 2025 – 1960 ×900 R38;
- основного натурно определяемого и замеряемого в производственных условиях параметра «площадь пятна контакта движителя на опорную поверхность» в соответствии с ГОСТ Р 58656 – 2019.

Приложение «А» и «В» ГОСТа Р 58656 – 2019 формирует порядок определения контурной площади пятна контакта протектора шины ТС. В ходе работ осуществлено определение контурной площади пятна контакта протектора шин сверхнизкого давления для колесного оборудования ТРОМ 25 – 1960 ×900 R38 на рабочих давлениях (10 000 Па и 50 000 Па) по рекомендованному производителем в инструкции по эксплуатации диапазону рабочего давления воздуха.

Порядок проведения исследования по определению удельного давления на грунт колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» (давление 50 000 Па):

1. Колесный сортиментоподборщик «ТРОМ 25» для необходимых измерений был установлен на ровной площадке с бетонным основанием;
2. Отклонение от плоскостности поверхности ровной площадки с бетонным основанием в пределах габаритов ТС не превышало 0,005 м, при этом отклонение от горизонтального положения плоскости, прилегающей к поверхности площадки, в тех же габаритах не превышало 2°;
3. Необходимые измерения проводились через 20-25 мин после полной накачки шин, погрешность поверенного манометра при измерениях давления в шинах по абсолютной величине не превышала 5%. При этом колесный сортиментоподборщик «ТРОМ 25» на пневматиках сверхнизкого давления оборудован в базовой комплектации автоматической центральной подкачкой давления в шинах и штатным манометром для контроля водителем соответствия давления почвенно-грунтовым условиям эксплуатации снегоболотохода. Соответствующий рисунок с таблицей давления имеется на передней панели колесного сортиментоподборщика «ТРОМ

25», продублирован также в инструкции по эксплуатации. Давление в шинах одной и той же оси не отличалось более чем на погрешность (5%);

4. Положение колёсного оборудования на пневматических шинах сверхнизкого давления соответствовало прямолинейному движению колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25»;

5. Согласно ГОСТ 17697–72 «Автомобили. Качения колеса. Термины и определения» отпечаток (след) контурной площади ведущего колеса должен быть получен при четырехкратном его опускании (до полного заполнения отпечатка домкратом и отсутствия смещения ТС в горизонтальной плоскости в опущенном положении). При этом после каждого опускания колесо поворачивали на угол, соответствующий ширине выступа протектора ТС. Затем отпечаток контурной площади определялся по ГОСТ 17697–72 путем нанесения красящего вещества на выступы протектора, что обеспечило наличие чёткого отпечатка без подтёков (при этом контур всех отпечатков протектора колеса определяли очерчиванием отпечатка плавной кривой, охватывающей существующие выступы);

6. Фиксация определенного значения контурной площади протектора колеса определялась путём фотофиксации отпечатка цифровой фотокамерой с наложенной на него масштабной квадратной фигурой (площадью $0,01 \text{ м}^2$);

7. Полученный снимок обрабатывался с помощью компьютерных программ (приложения Tape Measure™, Area Measure™, Ruler App™, Ruler ME™, Camera Ruler™) для автоматического проектирования, в которых имеется командная опция «измерения; определение площади произвольной фигуры»;

8. Так как в руководстве по эксплуатации колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» указан диапазон рабочих давлений от 10 000 Па до 50 000 Па, подобным образом было проведено исследование по определению удельного давления на грунт для давления 50 000 Па.

В настоящее время сформирован научный задел для решения логистических задач на пневматических шинах сверхнизкого давления [Свойкин и др., 2011, 2024].

Измерения размерных характеристик колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» проводились измерительной рулеткой RGK R-20 S20M0034, длина 20 м, толщина 13 мм, обладающей соответствующей поверкой.

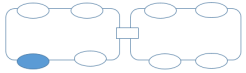
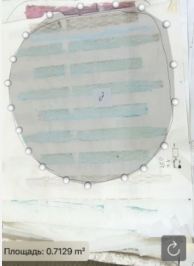





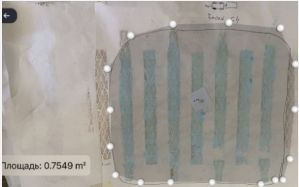
Измерение давления пневматических шин сверхнизкого давления колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» осуществлялось поверенным манометром шинным ТМ (ГРСИ 25913-08) 0-1 600 000 Па ($0-16 \text{ кгс/см}^2$) с поверкой.

Результаты исследования. Значение контурной площади пятна контакта протектора каждого измеренного колеса (приведено в табл. 1.


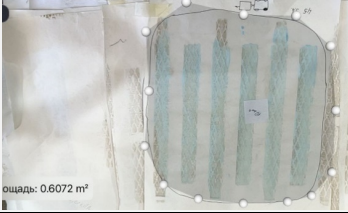
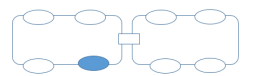
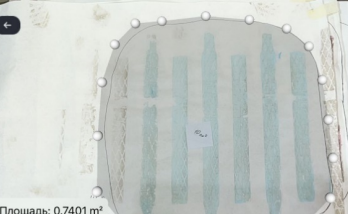




Таблица 1

**Значение контурной площади пятна контакта протектора
каждого измеренного колеса**

Values of contour contact spot area of each measured wheel

Колесный сортиментоподборщик «ТРОМ 25», расположение шины в модели	Давление, на котором получено пятно кон- такта, Па.	Пло- щадь пятна контак- та, м ²	Фотофиксация результатов измерений
	50 000	0,7129	
	50 000	0,6571	
	50 000	0,5704	
	50 000	0,7549	

Окончание табл. 1

Колесный сортиментоподборщик «ТРОМ 25», расположение шины в модели	Давление, на котором получено пятно кон- такта, Па.	Пло- щадь пятна контак- та, м ²	Фотофиксация результатов измерений
	50 000	0,6072	
	50 000	0,7401	
	50 000	0,6648	
	50 000	0,7198	

На основании полученных в ходе натурального осмотра данных, а также совокупности характеристик исследуемого колесного сортиментоподборщика, указанных в техпаспорте, произведён расчёт воздействия движителей на почву по ГОСТ Р 58656–2019. Результаты расчётов максимального нормального давления на почву колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» (колёсная формула 8×8 с колёсным оборудованием Тром – 1960×900R38, давление в шинах 50 000 Па) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Максимальное нормальное давление на почву колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» (колёсная формула 8×8 с колёсным оборудованием Тром – 1960×900R38, давление в шинах 50 000 Па)

The maximum normal pressure on the soil of the TROM 25 wheeled timber picker (8x8 wheel arrangement with TROM wheel equipment is 1960x900R38, tire pressure is 50,000 Pa)

Наименование	Размерность показателя	Значение показателя
Масса промышленного снегоболотохода, M	кг	19 980
Размер колеса	–	Тром – 1960×900R38
Вертикальная нагрузка на заднюю шину, G_k	Н	14 906
Внутреннее давление воздуха на шине, P_w	Па	50 000
Посадочный диаметр обода, d	М	0,965
Наружный диаметр, D	М	1,98
Ширина профиля, B	М	0,9
Высота профиля, H	М	0,032
Норма слойности, n	–	4
Статический радиус, r_o	М	0,53
Допустимый статический прогиб, f	М	0,08
Коэффициент, зависящий от наружного диаметра шины колеса, K_1	–	1,1
Коэффициент продольной неравномерности распределения давления, K_2	–	1,5
Постоянный коэффициент, P_o	–	–22,44 (т.к. $P_o < 0$, $P_o = 0$)
Площадь контакта, F_{kl}	м ²	0,198
Максимальное нормальное давление на почву, q_{max1}	кг/см ²	1,045

Измеренная опытным путём площадь пятна контакта колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» (колёсная формула 8×8 с колёсным оборудованием Тром – 1960×900R38, давление в шинах 50 000 Па) приведена в табл. 3.

Таблица 3

Измеренная опытным путём площадь пятна контакта колесного сортиментоподборщика ТРОМ 25 (колёсная формула 8×8 с колёсным оборудованием Тром – 1960×900R38, давление в шинах 50 000 Па)

The experimentally measured contact area of the TROM 25 wheeled timber picker (8x8 wheel arrangement with TROM wheel equipment is 1960x900R38, tire pressure is 50,000 Pa)

Наименование	Размерность показателя	Значение показателя
Площадь пятна контакта, передняя полурама, переднее левое колесо, $S_{нл1}$	м ²	0,7129
Площадь пятна контакта, передняя полурама, переднее правое колесо, $S_{нн1}$	м ²	0,6072
Площадь пятна контакта, передняя полурама, заднее левое колесо, $S_{нз1}$	м ²	0,7401
Площадь пятна контакта, передняя полурама, заднее правое колесо, $S_{нз1}$	м ²	0,6571
Площадь пятна контакта, задняя полурама, переднее левое колесо, $S_{зл1}$	м ²	0,6648
Площадь пятна контакта, задняя полурама, переднее правое колесо, $S_{зн1}$	м ²	0,5704
Площадь пятна контакта, задняя полурама, заднее левое колесо, $S_{зз1}$	м ²	0,7198
Площадь пятна контакта, задняя полурама, заднее левое колесо, $S_{зз1}$	м ²	0,7549
Площадь средняя, $S_{ср1}$	м ²	0,678
Опытное суммарное среднее давление колёс на поверхность, q_{max1}	кг/см ²	0,323

Выводы и рекомендации. Полученные данные способствуют комплексному транспортному развитию не только Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа (относится к районам Крайнего Севера), но и Арктической зоны РФ и приравненных к ней территорий, а также Северо-Западного Федерального округа (СЗФО РФ), которые обладают во

многим схожими природно-производственными условиями. В результате исследований реальное измеренное удельное давление колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» составляет $0,323 \text{ кг/см}^2$. Таким образом, подобные решения являются альтернативой существующим гусеничным решениям (МТЛБ и т.д.). Учитывая аналогичные транспортно-технологические машины (ТТМ), используемые при лесозаготовительных и геологоразведывательных операциях в подобных природно-климатических условиях РФ, оценка давления на грунт разными ТТМ, а также сравнение давления на грунт разными типами и конфигурациями ТТМ с несущей способностью самого грунта позволят существенно развить технологический процесс лесозаготовки и геологоразведки в таких районах в части оптимального подбора базовой платформы и технологического оборудования.

Заключение. В некоторых случаях (с учетом динамических нагрузок), а именно на особо чувствительных почвогрунтах и в условиях заповедных (малонарушенных) территорий, особо охраняемых природных территорий (ООПТ) применение промышленных снегоболотоходов ТРОМ на пневматических шинах сверхнизкого давления для решения производственных задач является фактически безальтернативным по параметру «удельное давление шины на грунт».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Гайнуллин И.А., Зайнуллин А.Р. Влияние конструктивных параметров движителей и нагрузочных режимов тракторов на почву // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 2. С. 31–36.

Дымов А.А. Влияние сплошных рубок в бореальных лесах России на почвы (обзор) // *Почвоведение*. 2017. №3. С. 787–798. DOI: 10.7868/S0032180X17070024.

Жук К.Д., Свойкин Ф.В., Свойкин В.Ф., Мишура Л.Г., Кабаков В.В., Шкарубо С.Н. Методы машинного обучения в задаче распознавания и классификации древесных пород // *СТИН*. 2025. № 4. С. 39–44.

Ильинцев А.С., Быков Ю.С., Солдатова Д.Н., Богданов А.П., Ершов Р.А. Воздействие современной лесозаготовительной техники на физические свойства почвы в Северной тайге Архангельской области // *Антропогенная трансформация природной среды*. 2018. №4. С. 153–155.

Кацадзе В.А., Свойкин Ф.В., Свойкин В.Ф., Вохмянин Н.А., Тарабан М.В., Степанищева М.В. Обзор производителей отечественной лесозаготовительной техники в РФ // *Системы. Методы. Технологии*. 2025. № 3 (67). С. 139–147. DOI: 10.18324/2077-5415-2025-3-139-147.

Нефедов В.Н., Свойкин Ф.В., Гарибян Б.А., Ряпунин А.В., Королько Н.С. Методы аппроксимации двумерных множеств конечными множествами и их приложение к некоторым геометрическим задачам оптимизации // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер.: Физ.-мат. науки. 2025. Т. 29, № 1. С. 129-157. DOI: 10.14498/vsgtu2131.

Свойкин Ф.В., Кацадзе В.А. Актуальные отечественные лесные машины // Повышение эффективности лесного комплекса: мат. Десятой Всерос. нац. науч.-практ. конф. Петрозаводск, 2025. С. 139-140.

Свойкин Ф.В., Жукова А.И., Цыгарова М.В., Лепилин Д.В. Математическая модель деформации почвы при повороте трактора // Известия СПбГЛТА. 2011. №195. С. 120–128.

Свойкин Ф.В., Свойкин В.Ф., Борозна А.А., Тарабан М.В., Кабаков В.В. Результаты экспериментальных исследований по определению давления на грунт вездеходов ХИЩНИК-3930 и ХИЩНИК-3940 в условиях районов Крайнего Севера РФ и приравненным к ним местностям // Тракторы и сельхозмашины. 2024. Т. 91, № 6. С. 779-792. DOI: 10.17816/0321-4443-630008.

Cambi M., Certini G., Neri F., Marchi E. The impact of heavy traffic on forest soils: A review // Forest Ecology and Management. 2015. Vol. 338. P. 124–138. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.11.022.

Katsadze V.A., Svoikin F.V., Svoikin V.F., Ugryumov S.A. Review of modern domestic solutions for transport development of hard-to-reach cutting areas // Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya. 2022. № 3. С. 3-12. DOI: 10.31044/1684-2561-2022-0-3-3-12.

Marchi E., Chung W., Visser R., Abbas D., Nordfjell T., Mederski P.S., McEwan A., Brink M., Laschi A. Sustainable Forest Operations (SFO): A new paradigm in a changing world and climate // Science of the Total Environment. 2018. Vol. 634. P. 1385–1397. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.04.084.

Svoikin F., Zhuk K., Svoikin V., Iniesta D.V., Ryapukhin A. Classification of Tree Species in the Process of Timber-Harvesting Operations Using Machine-Learning Methods // Inventions. 2023. Vol. 8, iss. 2. Art. no. 57. DOI: 10.3390/inventions8020057.

Svoikin F.V., Zhuk K.D., Svoikin V.F., Kretinin V.I., Uglova L.A. Modern domestic solutions and software for Scandinavian logging in Russia under the new economic conditions // BIO Web of Conferences. 2024a. Vol. 84. Art. no. 01012. DOI: 10.1051/bioconf/20248401012.

Svoikin F.V., Svoikin V.F., Rossikhin K.V., Borozna A.A., Taraban M.V., Maksimov P.P., Kovtun M.A. Modernization of skidding and primary removal of wood in the Vologda Region through the use of relevant domestic solutions // E3S Web of Conferences. 2024b. Vol. 515. Art. no. 03022. DOI: 10.1051/e3sconf/202451503022.

Svoikin F., Svoikin V., Borozna A., Taraban M., Makarenko A. Results of studies to determine the pressure on the soil of wheeled logging sites harvesters (VLSH) of middle-small, middle and heavy classes in the natural and production conditions of the Kronoberg County (South of Sweden) // J. For. Res. 2025. Vol. 36. Art. no. 37. DOI: 10.1007/s11676-025-01833-y.

References

Cambi M., Certini G., Neri F., Marchi E. The impact of heavy traffic on forest soils: A review. *Forest Ecology and Management*, 2015, vol. 338, pp. 124–138. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.11.022

Dymov A.A. The impact of clear-cutting in boreal forests of Russia on soils (review). *Soil Science*, 2017, no. 3, pp. 787-798. DOI: 10.7868/S0032180X17070024. (In Russ.)

Gainullin I.A., Zainullin A.R. The influence of design parameters of propellers and load modes of tractors on the soil. *Fundamental research*, 2017, no. 2, pp. 31–36. (In Russ.)

Ilyintsev A.S., Bykov Yu.S., Soldatova D.N., Bogdanov A.P., Ershov R.A. The impact of modern logging equipment on the physical properties of soil in the Northern taiga of the Arkhangelsk region. *Anthropogenic transformation of the natural environment*, 2018, no. 4, pp. 153–155. (In Russ.)

Katsadze V.A., Svoikin F.V., Svoikin V.F., Ugryumov S.A. Review of modern domestic solutions for transport development of hard-to-reach cutting areas. *Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya*, 2022, no. 3, pp. 3-12. DOI: 10.31044/1684-2561-2022-0-3-3-12. (In Russ.)

Katsadze V.A., Svoikin F.V., Svoikin V.F., Vokhmyanin N.A., Taraban M.V., Stepanishcheva M.V. Review of manufacturers of domestic logging equipment in the Russian Federation. *Systems. Methods. Technologies*, 2025, no. 3 (67), pp. 139-147. DOI: 10.18324/2077-5415-2025-3-139-147. (In Russ.)

Marchi E., Chung W., Visser R., Abbas D., Nordfjell T., Mederski P.S., McEwan A., Brink M., Laschi A. Sustainable Forest Operations (SFO): A new paradigm in a changing world and climate. *Science of the Total Environment*, 2018, vol. 634, pp. 1385–1397. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.04.084.

Nefedov V.N., Svoikin F.V., Garibyan B.A., Ryapukhin A.V., Korolko N.S. Methods of approximating two-dimensional sets by finite sets and their application to some geometric optimization problems. *Vestn. Sam. state tech. un-ta. Ser. Phys.-math. sciences*, 2025, vol. 29, no. 1, pp. 129-157. DOI: 10.14498/vsgtu2131. (In Russ.)

Svoikin F.V., Katsadze V.A. Current domestic forestry machines. *Improving the efficiency of the forestry complex*: proceedings of the Tenth All-Russ. nat. sci.-pract. conf. Petrozavodsk, 2025, pp. 139-140. (In Russ.)

Svoikin F.V., Zhukova A.I., Tsygarova M.V., Lepilin D.V. Mathematical model of soil deformation during tractor turning. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnikeskoj Akademii*, 2011, iss. 195, pp. 120–128. (In Russ.)

Svoikin F., Zhuk K., Svoikin V., Iniesta D.V., Ryapukhin A. Classification of Tree Species in the Process of Timber-Harvesting Operations Using Machine-Learning Methods. *Inventions*, 2023, vol. 8, iss. 2, art. no. 57. DOI: 10.3390/inventions8020057.

Svoikin F.V., Svoikin V.F., Borozna A.A., Taraban M.V., Kabakov V.V. Results of experimental studies to determine the ground pressure of the HISCHNIK-3930 and

HISCHNIK-3940 all-terrain vehicles in the conditions of the Far North regions of the Russian Federation and equivalent localities. *Tractors and agricultural machinery*, 2024, vol. 91, no. 6, pp. 779-792. DOI: 10.17816/0321-4443-630008. (In Russ.)

Svoykin F.V., Zhuk K.D., Svoykin V.F., Kretinin V.I., Uglova L.A. Modern domestic solutions and software for Scandinavian logging in Russia under the new economic conditions. *BIO Web of Conferences*, 2024a, vol. 84, art. no. 01012. DOI:10.1051/bioconf/20248401012.

Svoikin F.V., Svoikin V.F., Rossikhin K.V., Borozna A.A., Taraban M.V., Maksimov P.P., Kovtun M.A. Modernization of skidding and primary removal of wood in the Vologda Region through the use of relevant domestic solutions. *E3S Web of Conferences*, 2024b, vol. 515, art. no. 03022. DOI: 10.1051/e3sconf/202451503022.

Svoikin F., Svoikin V., Borozna A., Taraban M., Makarenko A. Results of studies to determine the pressure on the soil of wheeled logging sites harvesters (VLSH) of middle-small, middle and heavy classes in the natural and production conditions of the Kronoberg County (South of Sweden). *J. For. Res.*, 2025, vol. 36, art. no. 37. DOI: 10.1007/s11676-025-01833-y.

Zhuk K.D., Svoykin F.V., Svoykin V.F., Mishura L.G., Kabakov V.V., Shkarubo S.N. Machine learning methods in the problem of recognition and classification of tree species. *STIN*, 2025, no. 4, pp. 39-44.

Материал поступил в редакцию 06.02.2025

Кацадзе В.А., Свойкин Ф.В., Гринкевич В.А., Россихин К.В. Экспериментальные исследования по определению давления на грунт колесного сортиментоподборщика ТРОМ 25 // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 256. С. 451–467. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.256.451-467

Приведено обоснование разработки технического решения на основе промышленных снегоболотоходов на пневматических шинах сверхнизкого давления. Реализация для лесной промышленности заключается в проектировании и изготовлении исследуемого колесного сортиментоподборщика ТРОМ 25. Измерены значения контурной площади пятна контакта протектора каждого измеренного колеса колесного сортиментоподборщика ТРОМ 25. Определено максимальное нормальное давление на почву колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» (колёсная формула 8×8 с колёсным оборудованием Тром – 1960×900R38, давление в шинах 50 000 Па). Указана измеренная опытным путём площадь пятна контакта колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25» (колёсная формула 8×8 с колёсным оборудованием Тром – 1960×900R38, давление в шинах 50 000 Па). Научной новизной для лесной промышленности обладает методика определения значения контурной площади пятна контакта протектора каждого измеренного

колеса, а также определение пятна контакта пневматических шин сверхнизкого давления с конечной опорной поверхностью. В результате исследований определено реальное измеренное удельное давление колесного сортиментоподборщика «ТРОМ 25», даны рекомендации о применении результатов исследований в реальных природно-производственных условиях.

Ключевые слова: колесный сортиментоподборщик, ТРОМ 25, промышленный снегоболотоход, пневматические шины сверхнизкого давления, пятно контакта, максимально нормальное давление на почву, реальное измеренное удельное давление.

Katsadze V.A., Svoikin F.V., Grinkevich V.A., Rossikhin K.V. Experimental Studies to Determine the Ground Pressure of the TROM 25 Wheeled Log Picker. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2025, iss. 256, pp. 451–467 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.256.451-467

This paper presents a rationale for developing a technical solution based on industrial all-terrain vehicles with ultra-low-pressure pneumatic tires. The implementation for the forestry industry consists of the design and manufacture of the studied TROM 25 wheeled timber picker. The values of the contour contact area of the tread contact patch of each measured wheel of the TROM 25 wheeled timber picker were measured. The maximum normal pressure on the soil of the TROM 25 wheeled timber picker (8x8 wheel arrangement with Trom wheel equipment, 1960x900R38, and tire pressure of 50,000 Pa) were determined. The experimentally measured contact area of the TROM 25 wheeled timber picker (8x8 wheel arrangement with Trom wheel equipment, is indicated – 1960x900R38, and tire pressure is 50,000 Pa). A scientific innovation has been developed to determine the values of the contour contact area of the tread of each of the steering wheels, as well as to determine the contact patch of an ultra-low pressure pneumatic tire with the final support surface for forestry. The research resulted in the determination of the actual measured ground pressure of the TROM 25 wheeled timber picker, and recommendations for applying the results in real-world environmental and production conditions were provided.

Key words: wheeled timber picker, TROM 25, industrial all-terrain vehicle, ultra-low-pressure pneumatic tires, contact patch, maximum normal ground pressure, actual measured ground pressure.

КАЦАДЗЕ Владимир Аркадьевич – доцент кафедры технологии лесозаготовительных производств Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат технических наук. SPIN-код: 3205-0333. ORCID: 0000-0002-2997-4947.

194021, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: tlzp@mail.ru

KATSADZE Vladimir A. – PhD (Technical), Associate Professor of the Department of Logging Technology at the St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 3205-0333. ORCID: 0000-0002-2997-4947.

194021. Institute per. 5. Let. U. St. Petersburg. Russia. Email: tlzp@mail.ru

СВОЙКИН Федор Владимирович – доцент кафедры компьютерной графики и информационного права Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, кандидат технических наук. SPIN-код: 8938-6910. ResearcherID: AAC-4074-2020. ORCID: 0000-0002-8507-9584.

190121, ул. Лоцманская, д. 3, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: svoykin_fv@mail.ru

SVOYKIN Fedor V. – PhD (Technical), Associate Professor of the Department of Computer Graphics and Information Law at the St.Petersburg State Marine Technical University. SPIN-code: 8938-6910. ResearcherID: AAC-4074-2020. ORCID: 0000-0002-8507-9584.

190121. Lotsmanskaya str. 3. St. Petersburg. Russia. E-mail: svoykin_fv@mail.ru

ГРИНКЕВИЧ Всеволод Алексеевич – системный администратор завода вездеходной техники «ТРОМ».

628401, ул. Инженерная, д. 23, г. Сургут, Россия. E-mail: grinseva900@gmail.com

GRINKEVICH Vsevolod A. – System administrator of the all-terrain vehicle plant “TROM”.

628401. Inzhenernaya str. 23. Surgut. Russia. E-mail: grinseva900@gmail.com

РОССИХИН Кирилл Вадимович – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: krossihin@gmail.com

ROSSIKHIN Kirill V. – PhD student, St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. Let. U. St. Petersburg. Russia. E-mail: krossihin@gmail.com