

УДК 629.3.018.7

EDN VSSETK

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ В ГУСЕНИЧНОМ ДВИЖИТЕЛЕ

И.О. НаказнойORCID: 0009-0009-8357-6024 e-mail: igornakaznoy@mail.ruВсероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова
Москва, Россия**В.Н. Наумов**ORCID: 0000-0001-5172-0364 e-mail: naumovvn@bmstu.ruМосковский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
Москва, Россия

Предложена, теоретически обоснована и реализована усовершенствованная методика экспериментального определения потерь в ходовой части методом выбега. Основное отличие от существующих аналогов состоит в определении выбега для различных скоростей при движении машины по недеформируемому основанию. Преимущество заключается в отсутствии необходимости установки дополнительно измерительного оборудования на машину. Экспериментальные данные получены для более широкого диапазона скоростей по сравнению с ранее известными. Полученные результаты позволяют выдвинуть предположение о распространении на гусеницы с параллельным резинометаллическим шарниром закона удельных потерь, ранее применявшегося для гусениц с последовательным шарниром. Применение разработанного метода, в теоретической основе которого лежит принцип Даламбера, позволяет определить потери в ходовой части гусеничных машин. Подтверждена гипотеза о квадратичном виде зависимости потерь в ходовой части от скорости движения для гусеничного движителя с параллельным резинометаллическим шарниром. Собранные данные позволяют экстраполировать данную зависимость на более высокие значения скорости. Применение разработанного метода определения потерь в ходовой части гусеничных машин позволит проводить испытания без применения специальных измерительных устройств и стендов. Полученные экспериментальные данные позволяют задавать значения потребной мощности силовой установки и трансмиссии для перспективных быстроходных гусеничных машин.

Ключевые слова: гусеничная машина; потери в ходовой части; выбег; принцип Даламбера; параллельный резинометаллический шарнир; усовершенствованная методика; сопротивление движению; силы сопротивления движению; удельные потери; гусеничный движитель.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Наказной, И.О. Экспериментальное определение потерь в гусеничном движителе / И.О. Наказной, В.Н. Наумов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2026. № 3. С. 117-125. EDN VSSETK

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF LOSSES IN TRACKED PROPULSION

I.O. NakaznoyORCID: 0009-0009-8357-6024 e-mail: igornakaznoy@mail.ruDukhov Automatics Research Institute
Moscow, Russia**V.N. Naumov**ORCID: 0000-0001-5172-0364 e-mail: naumovvn@bmstu.ruBauman Moscow State Technical University
Moscow, Russia

Abstract. The article proposes, theoretically substantiates and implements an improved method for the experimental determination of undercarriage losses by the coasting method. The main difference from the existing methods is to determine the coasting distance for various speeds when the vehicle moves on a non-deformable surface. The ad-

vantage of the proposed method is that there is no need to install additional measuring equipment on the vehicle. Experimental data were obtained for a wider range of speeds compared to previously known data. The results obtained allow advancing the assumption that the law of specific losses previously applied to tracks with a series hinge can be extended to tracks with a parallel rubber-metal hinge. The developed method is based on d'Alembert's principle. Its application allows to determine losses of tracked vehicles. The conducted studies confirm the hypothesis of a quadratic dependence of undercarriage losses on the speed of movement for a tracked propulsion system with a parallel rubber-metal hinge. The collected data make it possible to extrapolate this dependence to higher speed values. The application of the developed method for determining undercarriage losses of tracked vehicles will allow testing without the use of special measuring devices and test benches. The experimental data obtained make it possible to set the required power values of the power source and transmission for promising high-speed tracked vehicles.

Key words: tracked vehicle; undercarriage losses; coasting; d'Alembert's principle; parallel rubber-metal hinge; advanced technique; motion resistance; motion resistance forces; specific losses; tracked propulsion.

FOR CITATION: Nakaznoy I.O., Naumov V.N. Experimental determination of losses in tracked propulsion. Transactions of NNSTU n.a. R.E. Alekseev. 2026. № 3. Pp. 117-125. EDN VSSETK

Введение

В ходе выполнения проектировочных и поверочных расчетов подвижности гусеничных машин, в том числе, прогнозирования быстроходности, оценки ее влияния на защищенность, расчета потребной мощности двигателя, построения тяговых, разгонных, тормозных характеристик, прочностных расчетов и др., необходимо знать удельные потери в ходовой части. Их часто называют потерями в гусеничном движителе, включая потери в системе подпрессоривания, и обозначают $f_{г.д.}$ [1-2]. Вычисление искомых потерь расчетным путем затруднено вследствие сложности гусеничного движителя и машины в целом как механической системы. Поэтому на практике пользуются зависимостями, полученными экспериментальным путем [3-7]. Однако эмпирическое определение потерь тоже вызывает определенные сложности из-за проблематичности отделения внутренних потерь в ходовой части от внешних сопротивлений, особенно сопротивления грунта. Одним из таких способов является измерение на стенде, в результате которого определяются т.н. потери холостого хода [8]. Получаемые таким образом характеристики являются неполными, поскольку не учитывают все составляющие потерь. Более адекватным является определение потерь на машине, движущейся в реальных условиях. Этот способ сопровождается техническими трудностями установки измерительной аппаратуры и снятия сигнала с датчиков. На ряде машин конструкция бортового редуктора несколько облегчает задачу монтажа измерительной аппаратуры. В этом случае потери определяются по моментам, измеряемым, как правило, на ведомом валу бортового редуктора, что тоже сопровождается издержками, например, необходимостью установки датчиков на валу, организацией токосъема с вращающихся частей, последующей обработкой полученных осциллограмм.

В связи с этим, предложена и реализована усовершенствованная методика экспериментального определения потерь в ходовой части быстроходных гусеничных машин методом выбега с движением по недеформируемому основанию. Суть методики состоит в измерении длины пути, пройденной машиной накатом (далее – выбег) на разных начальных скоростях при движении по недеформируемому основанию.

Преимущества такого подхода заключаются в отсутствии необходимости проведения монтажно-демонтажных работ по установке, подключению и калибровке на машине экспериментального оборудования, простоте отделения внешних потерь от внутренних потерь в ходовой части, упрощенном получении и обработке экспериментальных данных. Подобные действия проводятся при испытаниях колесных машин [9]. Однако конструкция и динамика гусеничных машин накладывает свои особенности. В частности, для колесных машин эта методика используется при определении КПД силовой цепи шасси от коленчатого вала двигателя до контакта шины с дорогой и, как правило, для одного значения скорости. Предлагались такие способы и для гусеничных тракторов [10], однако все они носили характер гипотезы, общего замысла и не имели практической реализации. Можно предположить, что дан-

ный подход имеет и недостатки. Это связано с тем, что режим движения накатом будет отличаться от тягового режима, а также от режима движения по деформируемым основаниям, в частности, по абразивным грунтам типа песок, по глинистым грунтам и т.д., вследствие попадания в элементы соединений ходовой части мелких частиц, способных оказывать как эффект повышения сопротивления, так и наоборот, его снижение за счет «смазывающего» эффекта. Соответственно, возникает необходимость апробации предлагаемого метода.

Важно также, что существующие эмпирические зависимости получены на скорости движения до 50 км/ч для машин с гусеницами с открытым металлическим шарниром и для гусениц с резинометаллическим шарниром последовательного типа, и не все объекты испытаний оснащены поддерживающими катками. Вместе с тем, в силу ряда преимуществ на современных быстроходных машинах все чаще применяются гусеницы с параллельным шарниром [11]. Поэтому получение экспериментальных данных для быстроходных гусеничных машин с параллельным типом резинометаллического шарнира гусениц вызывает практический и теоретический интерес. Анализ полученных экспериментальных данных и установление закономерностей потерь в гусеничном движителе для различных скоростей, в том числе, превышающих 50 км/ч, становятся особенно важными при прогнозировании быстроходности машин повышенной удельной мощности и при исследовании влияния динамики машин на их защищенность.

Описание условий, последовательности и результатов проведения эксперимента

Для проведения эксперимента был выбран прямой участок разбитой на стыках бетонной дороги, на которую в некоторых местах наложено асфальтовое покрытие (рис. 1). Уклон дороги составил менее 0,25 % (перепад высот на участке длиной 500 м менее 2 м).



Рис. 1. Фрагмент участка дороги

Fig. 1. Fragment of a road section

Объектом испытаний выбрана быстроходная технически исправная гусеничная машина массой 44,5 т. Машина оснащена поддерживающими катками, гусеницей с параллельным шарниром, асфальтоходные подушки отсутствуют, беговая дорожка необрезиненная, опорные катки с наружной амортизацией (рис. 2).



Рис. 2. Гусеница и опорный каток испытываемого объекта

Fig. 2. Track and road wheel of the test object

Машина разгонялась до назначенной скорости, которую механик-водитель контролировал по спидометру. Затем от установленной отметки он выполнял торможение накатом посредством отключения двигателя и трансмиссии от ведущих колес путем выжима педали сцепления или включением нейтральной передачи. Далее измерялся полученный тормозной путь до полной остановки машины (выбег). Опыты проводились на скоростях от 10 до 60 км/ч с шагом 10 км/ч; каждый повторялся от двух до четырех раз в зависимости от сходимости результатов. Полученные экспериментальным путем значения выбега сведены в табл. 1.

Таблица 1.
Результаты эксперимента

Table 1.
Experimental results

Скорость, км/ч	Тормозной путь, м			Среднее значение, м	СКО*	Дисперсия	G_p (расчетные значения критерия Кохрена)
	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3				
10	30,5	36,1	42,4	36,3	6,0	35,4	0,060
20	43,6	45,0	46,0	44,9	1,2	1,5	0,002
30	94,0	109,3	87,7	97,0	11,1	123,4	0,208
40	213,7	229,7	209,6	217,7	10,6	112,8	0,190
50	296,7	325,7	329,1	317,2	17,8	317,1	0,535
60	445,5	443,0	446	444,8	1,6	2,6	0,004
Сумма дисперсий						592,7	

*Среднеквадратичное отклонение

Для рассматриваемого случая, при числе параллельных наблюдений $\gamma=3$ и для всех опытов одинаковом, для оценки воспроизводимости опытов можно использовать критерий Кохрена [12]:

$$G_p \leq G_m,$$

где G_m – табличное значение критерия Кохрена; G_p – расчетное значение, определяемое по формуле:

$$G_p = \frac{S_j^2}{\sum_j S_j^2},$$

где S_j^2 – дисперсия j-го опыта; $\sum_j S_j^2$ – сумма дисперсий всех опытов.

Количество степеней свободы $f=\gamma-1=2$. Тогда значение критерия Кохрена $G_T=0,768$ (табл. 2).

Таблица 2.
Значения критерия Кохрена

Table 2.
Values of the Cochran's criterion

Значение критерия Кохрена при доверительной вероятности $P=0,95$							
Число степеней свободы							
1	2	3	4	5	6	7	8
0,907	0,768	0,684	0,629	0,590	0,560	0,637	0,518

Условие $G_m \leq G_p$ выполняется для всех опытов. Следовательно, они удовлетворяют требованию воспроизводимости. Полученная экспериментальная зависимость графически примет вид, показанный на рис. 3.

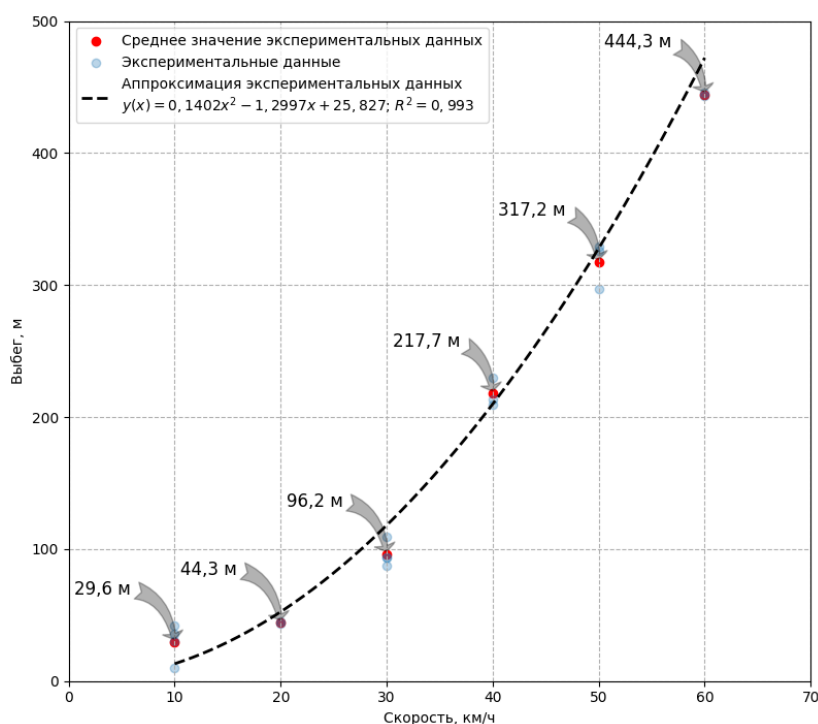


Рис. 3. Зависимость выбега от скорости

Fig. 3. Dependence of the coasting distance on speed

Предварительный визуальный анализ экспериментальных данных (без их обработки методами математической статистики и теории планирования эксперимента) показывает, что полученные значения отклика (выбега) от фактора (скорости), носят характер монотонно возрастающей степенной зависимости. Поэтому возникает необходимость оценить в первом приближении, насколько полученные зависимости адекватно отражают реальные физические процессы в ходовой части. С этой целью рассмотрим теоретические основы методики определения потерь в ходовой части методом выбега. Они могут быть построены на двух исходных положениях. Первое положение основано на использовании принципа Даламбера [13]. Согласно принципу Даламбера, энергия, оставшаяся в системе ΔE после воздействия сил сопротивления $R_{сопр}$, равна разнице между полной кинетической энергией системы $E_{кин}$ и работой $A_{сопр}$, совершаемой силами сопротивления:

$$\Delta E = E_{\text{кин}} - A_{\text{сomp}}$$

Такой подход можно назвать энергетическим, поскольку он состоит в определении работы, совершаемой силами сопротивления. Другой вариант может быть реализован с использованием законов динамики. Рассмотрим дифференциальное уравнение движения гусеничной машины в общем виде при движении машины по горизонтальной поверхности:

$$m\ddot{x} = \sum_{i=1}^n F_i, \quad (1)$$

где F_i – действующая на объект сила.

С учетом приложенных сил выражение (1) примет вид:

$$m\ddot{x} = P_m - R_{\text{сп}} - R_{\text{в}} - R_{\text{с.д.}}$$

В рассматриваемом случае действуют следующие силы:

P_m – сила тяги, подведенная к грунту;

$R_{\text{сп}}$ – сила сопротивления грунта движению;

$R_{\text{в}}$ – сила сопротивления воздуха движению;

$R_{\text{с.д.}}$ – сила сопротивления гусеничного движителя движению.

Внутренние и внешние сопротивления движению обозначим через R_c :

$$R_c = R_{\text{сп}} + R_{\text{в}} + R_{\text{с.д.}}$$

В случае невысоких скоростей силой сопротивления воздуха можно пренебречь. Тогда дифференциальное уравнение движения машины при отсутствии силы тяги P_m , т.е. при движении накатом переписывается в следующем виде:

$$m\ddot{x} = -R_c$$

С учетом выбранных факторов эксперимента получим:

$$mdv = -R_c dt$$

Это уравнение с разделяющимися переменными, проинтегрировав которое, найдем время до полной остановки машины:

$$\int \frac{mdv}{-R_c} = \int dt,$$

$$\Delta t = \frac{m}{-R_c} (V_{\text{к}} - V_0), \quad (2)$$

где $V_{\text{к}}$ – конечная скорость движения машины; V_0 – начальная скорость в каждом опыте.

Силы сопротивления движения R_c выразим через удельную составляющую f_c . С учетом условий эксперимента, где P_m и $V_{\text{к}}$ равны нулю, уравнение (2) примет следующий вид:

$$\Delta t = \frac{V_0}{f_c g} \quad (3)$$

Согласно кинематической формуле, пройденный машиной путь S определяется как:

$$S = V_0 \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2} \quad (4)$$

Значение ускорения (замедления) по определению:

$$a = (V_{\text{к}} - V_0) / \Delta t \quad (5)$$

Подставим в формулу (4) выражения (3) и (5):

$$S_i = \frac{V_{0_i}^2}{2g(f_{\text{с.д.}i} + f_{\text{сп}})}$$

где V_{0_i} , S_i и $f_{\text{с.д.}i}$ – скорость, путь и удельное сопротивление, соответствующие каждому опыту.

Проведя обратные преобразования, получим выражение для определения удельных потерь в гусеничном движителе для пути торможения накатом полученного экспериментально методом выбега для каждого i -го опыта:

$$f_{\text{с.д.}} = \frac{V_{0i}^2}{2gS} - f_{\text{сп}}$$

Таким образом, получив в результате эксперимента значения тормозного пути для различных скоростей, можно построить эмпирическую зависимость удельных потерь в гусеничном движителе от скорости движения гусеничной машины в известных условиях. Для более точного определения удельных потерь требуется фиксация и учет промежуточных значений времени и тормозного пути. В ином случае $f_{\text{с}}$ представляет интегральную характеристику удельных потерь на всем скоростном диапазоне от V_0 до V_k . На основе вышеприведенных выражений, полученных аналитическим путем, запишем характер искомой зависимости в общем виде для непрерывной функции:

$$S = S(V_0^2) \text{ или } f_{\text{с.д.}} = f_{\text{с.д.}}(V_0^2)$$

Проведенные теоретические выкладки свидетельствуют о квадратичном законе зависимости выбега от скорости движения. Таким образом, полученные результаты эксперимента согласуются с общепринятыми положениями современной теории движения быстроходных гусеничных машин и в первом приближении соответствуют теоретически полученной квадратичной функции зависимости выбега от скорости движения машины, а, следовательно, адекватно отражают происходящие исследуемые процессы. Это позволяет считать эксперимент успешным, а предложенную методику – работоспособной.

Заключение

Значения удельных потерь в ходовой части используются в проектировочных и поверочных расчетах подвижности быстроходных гусеничных машин. Вычисление искомых потерь расчетным путем вызывает трудности вследствие сложности гусеничной машины как механической системы. Определение потерь экспериментальным путем вызывает сложности, в частности, из-за трудности отделения внутренних потерь в ходовой части от внешних сопротивлений, особенно, сопротивления грунта, необходимости установки датчиков, токо-съемы с вращающихся частей, последующей обработки полученных осциллограмм.

Общезвестные эмпирические зависимости ранее получены для устаревших образцов с гусеницами с открытым металлическим или с резинометаллическим шарниром последовательного типа, в основном, до 50 км/ч. Таким образом, остро стоит вопрос совершенствования методик определения потерь в гусеничном движителе, исследования удельных потерь в гусеничном движителе современных быстроходных гусеничных машин повышенной удельной мощности с гусеницами с резинометаллическим шарниром параллельного типа.

В настоящей работе предложена, теоретически обоснована и реализована усовершенствованная методика расчетно-экспериментального определения потерь в ходовой части методом выбега с движением по недеформируемому основанию. Полученные результаты позволяют выдвинуть гипотезу о распространении в общем виде на гусеницы с параллельным резинометаллическим шарниром закона удельных потерь, ранее применявшегося для гусениц с последовательным шарниром, в том числе для скоростей, превышающих ранее установленные значения. Для уточнения значений эмпирических коэффициентов в зависимости от конкретной конструкции гусеничного движителя требуются дальнейшие экспериментальные исследования с последующей их обработкой методами теории планирования эксперимента.

Библиографический список

1. **Чобиток, В.А.** Теория движения танков и БМП / В.А. Чобиток. – М.: Воениздат, 1984. – 263 с.
2. **Никитин, А.О.** Теория танка / А.О. Никитин, Л.В. Сергеев. – М.: ВАБТВ, 1962. – 584 с.
3. **Платонов, В.Ф.** Динамика и надежность гусеничного движителя / В.Ф. Платонов. – М.: Машиностроение, 1973. – 232 с.

4. **Забавников, Н.А.** Основы теории транспортных гусеничных машин / Н.А. Забавников. – М.: МВТУ, 1961. – 335 с.
5. Теория и конструкция танка. – Т. 10. Испытания военных гусеничных машин / под ред. П.П. Исакова. – М.: Машиностроение, 1989. – 232 с.
6. Расчет и конструирование гусеничных машин / под ред. проф. Н.А. Носова. – Л.: Машиностроение. [Ленингр. отд-е], 1972. – 559 с.
7. **Шароглазов, Б.А.** Численная оценка составляющих тягового и мощностного балансов гусеничной машины на базе результатов полевых испытаний / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Сафаров, Д.И. Нарadowый и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия Машиностроение. – 2014. – Т. 14. № 2. – С. 51-58.
8. Теория и конструкция танка. – Т. 6. Вопросы проектирования ходовой части военных гусеничных машин / под ред. П.П. Исакова. – М.: Машиностроение, 1985. – 244 с.
9. **Петрушов, В.А.** Патент № 2130599 Российская Федерация, МПК G01M 17/00 (2006.01). Способ определения сопротивления движению колесного транспортного средства: № 96120656/28: заявл. 15.10.1996: опубл. 20.05.1999.
10. **Антонов, А.С.** Гусеничные тягачи: В 2-х ч. Конструкция и расчет. Т. 2. – М.: Воен. изд-во, 1960. – 574 с.
11. Модернизацию танка до уровня Т-72Б3М показали за 60 секунд. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2023/04/14/reg-urfo/modernizaciiu-tanku-do-urovnia-t-72b3m-pokazali-za-60-sekund.html> (дата обращения: 18.08.2025).
12. **Спирин, Н.А.** Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, Л.А. Зайнуллин [и др.]. – Екатеринбург: ООО «УИНЦ», 2015. – 290 с.
13. **Наказной, О.А.** Частичная оценка целесообразности применения электрической трансмиссии быстроходных гусеничных машин / О.А. Наказной // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2013. – №10. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://rucont.ru/efd/276627> (дата обращения: 13.12.2025).

References

1. Chobitok V.A. Teoriya dvizheniya tankov i BMP [Theory of motion of tanks and infantry fighting vehicles]. Moscow: Voenizdat; 1984. 263 p. (in Russian).
2. Nikitin A.O., Sergeev L.V. Teoriya tanka [Tank theory]. Moscow: VABTV; 1962. 584 p. (in Russian).
3. Platonov V.F. Dinamika i nadezhnost' gusenichnogo dvizhitelya [Dynamics and reliability of a tracked propulsion system]. Moscow: Mashinostroenie; 1973. 232 p. (in Russian).
4. Zabavnikov N.A. Osnovy teorii transportnykh gusenichnykh mashin [Fundamentals of the theory of transport tracked vehicles]. Moscow: Bauman Moscow State Technical University; 1961. 335 p. (in Russian).
5. Isakov P.P., editor. Teoriya i konstruktsiya tanka. T. 10. Ispytaniya voennykh gusenichnykh mashin [Theory and design of the tank. Vol. 10. Testing of military tracked vehicles]. Moscow: Mashinostroenie; 1989. 232 p. (in Russian).
6. Nosov N.A., editor. Raschet i konstruirovaniye gusenichnykh mashin [Calculation and design of tracked vehicles]. Leningrad: Mashinostroenie (Leningrad branch); 1972. 559 p. (in Russian).
7. Sharoglazov B.A., Safarov M.F., Naradoviy D.I., et al. Chislennaya otsenka sostavlyayushchikh tyagovogo i moshchnostnogo balansov gusenichnoy mashiny na baze rezul'tatov polevykh ispytaniy [Numerical assessment of the components of the traction and power balances of a tracked vehicle based on field test results]. *Vestnik YuUrGU. Seriya Mashinostroenie* [Bulletin of SUSU. Series Mechanical Engineering]. 2014;14(2):51-58. (in Russian).
8. Isakov P.P., editor. Teoriya i konstruktsiya tanka. T. 6. Voprosy proektirovaniya khodovoy chasti voennykh gusenichnykh mashin [Theory and design of the tank. Vol. 6. Design issues of the running gear of military tracked vehicles]. Moscow: Mashinostroenie; 1985. 244 p. (in Russian).
9. Petrushov V.A. Spособ opredeleniya soprotivleniya dvizheniyu kolesnogo transportnogo sredstva [Method for determining the resistance to motion of a wheeled vehicle]. Russian Federation patent RU 2130599 C1. IPC G01M 17/00 (2006.01). Application No. 96120656/28. Filed 1996 Oct 15. Issued 1999 May 20. (in Russian).
10. Antonov A.S. Gusenichnye tyagachi: V 2-kh ch. Konstruktsiya i raschet. T. 2 [Tracked tractors: In 2 parts. Design and calculation. Vol. 2]. Moscow: Military Publishing House; 1960. 574 p. (in Russian).
11. Modernizatsiyu tanka do urovnya T-72B3M pokazali za 60 sekund [The modernization of the tank to the T-72B3M level was shown in 60 seconds] Available from: <https://rg.ru/2023/04/14/reg-urfo/modernizaciiu-tanku-do-urovnia-t-72b3m-pokazali-za-60-sekund.html>

- urfo/modernizaciiu-tanki-do-urovnia-t-72b3m-pokazali-za-60-sekund.html [accessed 2025 Aug 18]. (in Russian).
12. Spirin N.A., Lavrov V.V., Zainullin L.A., et al. Metody planirovaniya i obrabotki rezul'tatov inzhenernogo eksperimenta [Methods of planning and processing the results of engineering experiments]. Ekaterinburg: UINC; 2015. 290 p. (in Russian).
 13. Nakaznoy O.A. Chastichnaya otsenka tselesoobraznosti primeneniya elektricheskoy transmisii bystrokhodnykh gusenichnykh mashin [Partial assessment of the feasibility of using electric transmission for high-speed tracked vehicles]. *Inzhenernyy zhurnal: nauka i innovatsii* [Engineering Journal: Science and Innovation]. 2013;(10). Available from: <https://rucont.ru/efd/276627> [accessed 2025 Dec 13]. (in Russian).

Дата поступления

в редакцию: 26.01.2026

Дата принятия

к публикации: 14.07.2026