

УДК 656.13

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-264-273>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РАСХОДА ТОПЛИВА ОТ МАССЫ ПЕРЕВОЗИМОГО ГРУЗА ПРИ МЕЖДУГОРОДНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

**Х.Х. Хабибуллозода, Н.К. Горяев***Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ),  
г. Челябинск, Россия*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Действующая нормативная методика учета расхода топлива на автомобильном транспорте в течение длительного времени качественно не изменялась. В большинстве транспортных предприятий Челябинской области для нормирования расхода топлива официальные методики не используются, что свидетельствует о необходимости совершенствования нормирования расхода топлива. Наиболее существенные различия между нормированием и реальным расходом связаны с транспортной работой.

**Цель и задачи эксперимента.** Целью и задачами исследования является статистическое исследование влияния массы перевозимого груза на расход топлива при междугородных автомобильных перевозках, их анализ и определение зависимости расхода топлива от массы перевозимого груза.

**Результаты эксперимента.** Для выявления влияния массы перевозимого груза на расход топлива при междугородных автомобильных перевозках было проведено исследование по статистическим данным о работе седельных тягачей в ООО «Альянс Авто», одном из крупнейших междугородных автомобильных перевозчиков Челябинской области. Исследование проводилось по седельным тягачам Mercedes-Benz Actros-1840, оборудованными приборами контроля расхода топлива и устройствами для определения нагрузок по осям. Масса груза определялась вычитанием снаряжённой массы из фактической по данным осевых нагрузок. Данные по значениям фактической массы транспортного средства и расходу топлива по каждому рейсу фиксировались с помощью программно-технического комплекса FleetBoard, а для расчетов и построения необходимых графиков и уравнения регрессии использовались программы Excel и STATISTICA. Проведённый статистический анализ позволил установить характер и показатели зависимости расхода топлива от массы перевозимого груза при междугородных автомобильных перевозках, получено уравнение регрессии. Полученные данные сопоставлены с результатами аналогичных исследований в других странах.

**Вывод.** Анализ собранных данных показывает, что зависимость расхода топлива на транспортную работу автопоездами с седельными тягачами Mercedes-Benz Actros-1840 от массы перевозимого груза для российских условий эксплуатации при междугородных перевозках носит линейный характер и составляет 0,39 л на 100 км на каждую тонну перевозимого груза.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** масса перевозимого груза, расход топлива, нормы расхода топлива, междугородные перевозки.

**Поступила 30.04.21, принята к публикации 30.06.21.**

**Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

**Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.**

*Для цитирования:* Хабибуллозода, Х.Х. Исследование зависимости расхода топлива от массы перевозимого груза при междугородных перевозках / Х.Х. Хабибуллозода, Н.К. Горяев. – DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-264-273> // Вестник СибАДИ. – 2021. – Т. 18, № 3(79). – С. 264-273.

© Хабибуллозода Х.Х., Горяев Н.К., 2021



Контент доступен под лицензией  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-264-273>

## RESEARCH ON DEPENDENCE OF FUEL CONSUMPTION ON CARGO WEIGHT IN LONG-DISTANCE TRANSPORT

*Khairullo Kh. Khabibullozoda, Nikolai K. Gorjaev*  
South Ural State University (SUSU),  
Chelyabinsk, Russia

### ABSTRACT

**Introduction.** The current methodology for fuel consumption accounting in road vehicles has not been changed in terms of its quality for a long time. In the majority of transport enterprises of the Chelyabinsk Region, official methods for the regulation of fuel consumption are not used, which indicates the need to improve the fuel consumption accounting standards. The most significant differences between standardized and real consumption are related to transport work.

**Purpose of the experiment.** The article aims to carry out a statistical analysis of the influence of cargo weight on fuel consumption in long-distance transport.

**Results of the experiment.** In order to identify the dependence of cargo weight on fuel consumption in long-distance transport, a study is conducted on the statistical data on the operation of truck tractors at OOO Alliance Auto, one of the largest long-distance road carriers in the Chelyabinsk Region. The study is conducted on Mercedes-Benz Actros-1840 truck tractors equipped with fuel consumption monitoring devices and devices for determining axle loads. The cargo weight is determined by subtracting the curb weight from the actual one according to the axle load data. Data on the values of the actual cargo weight and fuel consumption for each trip are recorded using the Fleet Board software and hardware complex; Excel and STATISTICA programs are used to calculate and construct the necessary graphs and regression equations. The statistical analysis performed makes it possible to establish the nature and indicators of the dependence of fuel consumption on cargo weight in long-distance transport. As a result, the relationship between the flow rate and the cargo weight is established; a confidence test is performed; and a regression equation is obtained.

**Conclusion.** Analysis of the collected data shows that the dependence of fuel consumption for transport work by road trains with truck tractors Mercedes-Benz Actros-1840 on the cargo weight for the Russian operating conditions in long-distance transport is linear and amounts to 0.39 liters per 100 km for each ton of transported cargo.

**KEYWORDS:** cargo weight, fuel consumption, fuel consumption rate, long-distance transport.

**Submitted 30.04.21, revised 30.06.21.**

**The authors have read and approved the final manuscript.**

**Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.**

*For citation:* Khabibullozoda Kh.Kh., Gorjaev N.K. Research on dependence of fuel consumption on cargo weight in long-distance transport. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2021; 18 (3): 264-273. DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-264-273>

© Khabibullozoda K.Kh., Gorjaev N.K., 2021



Content is available under the license  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время автотранспортные предприятия (АТП) Российской Федерации для нормирования и учета транспортных расходов используют нормативы расхода топлива на автомобильном транспорте, утвержденные Министерством транспорта Российской Федерации, под которыми понимаются фиксированные объемы измерения их расхода при эксплуатации автомобилей определенной марки, модели или модификации. Также в работах [2, 3] был проведен анализ нормирования расхода топлива в различных странах, который выявил некоторые корректирующие коэффициенты расхода топлива, отличающиеся от действующих нормативов.

Минимизация расхода топлива стала одной из главных проблем автомобильного транспорта. Существует множество факторов, влияющих на расход топлива: скорость движения, ускорение, уклон дороги, погода, общий вес, стиль вождения водителя, дорожные условия и т.д.<sup>1</sup> [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].<sup>2</sup>

Л.С. Трофимовой в [11, 12] рассмотрено планирование работы автотранспортного предприятия с учетом особенностей перевозок грузов и установлена зависимость влияния фактической массы отправки груза на выработку и пробег в междугородном сообщении.

В работе Копфера [13] указывается, что по общепринятой в Германии методике расход топлива на транспортную работу (в литрах на 100 т-км) существенно зависит от полной массы транспортного средства (таблица 1).

В реальных условиях одним из основных факторов, влияющих на расход топлива, является масса перевозимого груза. Зависимость расхода топлива от массы перевозимого груза обычно описывается либо линейной, либо степенной моделями [14, 15, 16].

В [17] проводилось исследование влияния полной массы грузового транспорта на расход топлива на транспортную работу. Естественно, что при сравнении общего расхода топлива с массой полезной нагрузки (рисунок 1) транспорт становится более энергоэффективным, однако это не означает, что дополнительный расход топлива на транспортную работу носит нелинейный характер.

В работах [18, 19, 20, 21, 22, 23] рассматривается эффективность расхода топлива при увеличении массы транспорта. Увеличение весовой нагрузки на 10 т увеличивает расход топлива на 1,1 л на 100 км при условии, что все другие независимые переменные остаются постоянными [16]. Авторы работы [18] показали, что расход топлива при движении с полной нагрузкой был примерно на 22% выше,

Таблица 1  
Расход топлива на транспортную работу

Table 1  
Fuel consumption for turnover

Категория ТС (макс. полная масса)	Полная масса, <i>m</i>	Расход топлива на транспортную работу, л на 100 т-км
ТС <sub>40</sub>	40	0,36
ТС <sub>12</sub>	12	0,76
ТС <sub>7,5</sub>	7,5	1,54
ТС <sub>3,5</sub>	3,5	3,31

<sup>1</sup> Витвицкий Е.Е. Зависимость выработки автомобиля от изменения расстояния в простой автотранспортной системе перевозок грузов мелкими отправлениями // Сборник трудов аспирантов кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте». Омск. 2021. С. 4–15.

<sup>2</sup> Галактионова Е.С., Чернова А.В., Витвицкий Е.Е. Современное состояние теоретических положений междугородных грузовых автомобильных перевозок // В сборнике: Исследование проблем обеспечения эффективности и качества работы автомобильного транспорта. Сборник трудов аспирантов кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте». Омск. 2021. С. 16–29.

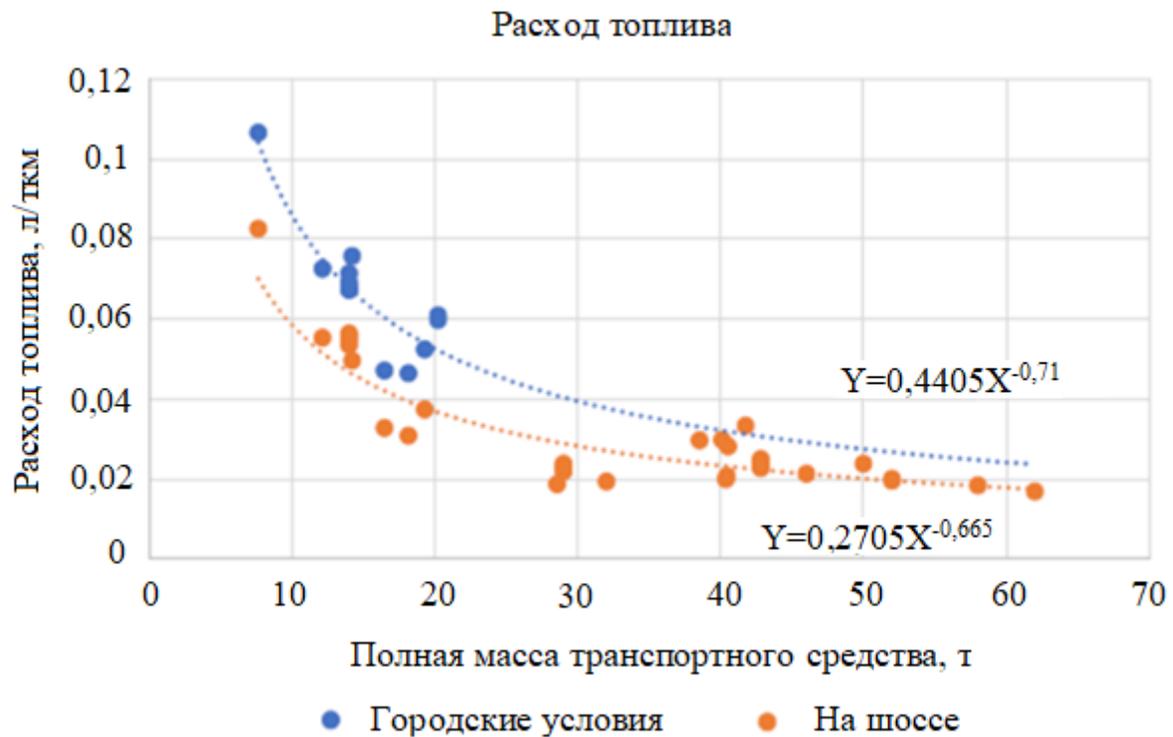


Рисунок 1 – Влияние полной массы транспортного средства на расход топлива

Figure 1 – Influence of fuel consumption from the vehicle mass

чем при движении с пустой, снижение массы транспортного средства на 1 т позволит снизить расход топлива на 0,28% при лесозаготовках в Швеции. Нуланд [19] обнаружил, что увеличение массы на 1 т (либо собственного веса транспорта, либо груза) увеличивает расход топлива на 0,7 л на 100 км для автопоезда с прицепом при движении по шоссе. В работе [23] было показано влияние весовой нагрузки на расход топлива, который при увеличении на 1 т груза расхода топлива оказался равным 0,47 л на 100 км.

### ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью и задачами исследования является статистическое исследование влияния массы перевозимого груза на расход топлива при междугородных автомобильных перевозках, определение характера и количественных характеристик этой зависимости.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось по статистическим данным о работе седельных тягачей

в ООО «Альянс Авто», одном из крупнейших междугородных автомобильных перевозчиков Челябинской области. Исследование проводилось по седельным тягачам Mercedes-Benz Actros-1840, оборудованными приборами контроля расхода топлива. Данные по значениям массы перевозимого груза и топлива по каждому рейсу фиксировались с помощью программно-технического комплекса FleetBoard. Встроенный бортовой компьютер FleetBoard TiiRec с модемом и GPS-приемником подключается к электронным системам автомобиля для приема информации от систем самодиагностики. Все данные о скорости, расходе топлива, нагрузке по осям и другие показатели передаются на сервер FleetBoard, откуда вся собранная информация доступна в режиме реального времени с использованием интернет-подключения.

Для статистического анализа использованы данные 2020 г. о значениях массы перевозимого груза и расходах топлива по 237 рейсам, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2  
Данные по расходу топливаTable 2  
Fuel consumption data

Номер рейса	Масса груза, т	Расход топлива, л/100 км	Кол. рейсов	Масса груза, т	Расход топлива, л/100 км	Кол. рейсов	Масса груза, т	Расход топлива, л/100 км
1	3,30	28,15	80	15,87	26,24	159	20,45	27,89
2	4,30	25,66	81	15,87	28,24	160	20,48	27,98
3	5,33	23,09	82	15,91	26,67	161	20,50	28,94
4	5,63	21,84	83	16,00	26,80	162	20,50	32,57
5	5,63	22,72	84	16,16	23,44	163	20,52	29,90
6	5,97	25,86	85	16,20	28,71	164	20,55	25,09
7	6,30	24,41	86	16,26	27,79	165	20,59	27,62
8	6,50	22,67	87	16,30	26,27	166	20,60	28,99
9	7,30	25,19	88	16,30	31,45	167	20,60	31,15
10	7,30	25,92	89	16,30	28,14	168	20,61	30,79
11	7,30	23,55	90	16,30	27,06	169	20,63	30,80
12	7,30	24,88	91	16,39	23,75	170	20,66	31,07
13	7,30	22,27	92	16,43	26,49	171	20,72	32,72
14	7,30	23,64	93	16,55	28,78	172	20,74	27,23
15	7,30	22,30	94	16,73	29,01	173	20,75	28,70
16	7,93	23,31	95	16,77	28,09	174	20,80	28,43
17	8,05	22,10	96	17,09	27,36	175	20,80	29,99
18	8,08	23,17	97	17,21	32,38	176	20,80	30,00
19	8,44	26,01	98	17,30	25,88	177	20,80	27,44
20	8,71	22,33	99	17,30	28,29	178	20,87	30,41
21	8,80	25,05	100	17,30	25,06	179	21,01	30,69
22	8,80	23,38	101	17,37	25,65	180	21,04	29,27
23	8,97	24,14	102	17,47	29,65	181	21,08	30,55
24	9,30	26,00	103	17,54	29,03	182	21,10	27,59
25	9,30	21,95	104	17,63	32,62	183	21,13	30,39
26	9,38	26,93	105	17,63	27,52	184	21,13	24,97
27	9,40	25,74	106	17,80	25,71	185	21,16	31,51
28	9,46	25,90	107	17,85	30,90	186	21,16	28,91
29	9,80	28,73	108	18,01	24,98	187	21,18	25,14
30	10,18	26,12	109	18,05	27,13	188	21,19	29,64
31	10,30	26,42	110	18,05	31,85	189	21,22	32,19
32	10,30	28,22	111	18,06	28,80	190	21,22	30,50
33	10,72	26,78	112	18,07	29,30	191	21,26	30,47
34	10,73	25,05	113	18,30	33,87	192	21,30	29,96
35	10,80	24,96	114	18,30	32,48	193	21,30	28,80
36	11,57	26,49	115	18,30	24,79	194	21,30	30,32
37	11,59	24,06	116	18,30	30,84	195	21,30	29,14
38	11,61	27,08	117	18,51	26,32	196	21,39	30,06

Номер рейса	Масса груза, т	Расход топлива, л/100 км	Кол. рейсов	Масса груза, т	Расход топлива, л/100 км	Кол. рейсов	Масса груза, т	Расход топлива, л/100 км
39	11,61	26,27	118	18,55	30,77	197	21,47	28,05
40	11,68	24,17	119	18,56	25,74	198	21,48	31,97
41	11,78	25,07	120	18,63	29,72	199	21,48	31,17
42	11,80	26,20	121	18,63	27,54	200	21,50	30,60
43	11,80	28,81	122	18,80	28,68	201	21,51	28,93
44	11,84	25,31	123	18,87	29,62	202	21,57	29,82
45	11,97	27,17	124	18,93	27,51	203	21,63	30,02
46	12,09	24,93	125	18,97	29,07	204	21,63	29,01
47	12,20	26,55	126	18,97	28,17	205	21,66	32,17
48	12,30	28,30	127	19,01	26,38	206	21,67	26,92
49	12,41	24,57	128	19,01	29,70	207	21,70	30,92
50	12,50	25,06	129	19,10	32,99	208	21,78	28,62
51	12,52	25,92	130	19,13	26,98	209	21,80	32,27
52	12,55	25,82	131	19,13	28,74	210	21,80	31,01
53	12,63	25,11	132	19,16	27,94	211	21,80	29,09
54	12,76	24,76	133	19,24	27,28	212	21,92	31,24
55	12,80	28,01	134	19,30	24,95	213	21,94	32,37
56	12,80	23,75	135	19,59	27,81	214	22,00	29,04
57	12,94	24,45	136	19,63	32,55	215	22,10	30,46
58	13,08	27,61	137	19,63	29,47	216	22,13	33,90
59	13,12	26,38	138	19,65	28,21	217	22,30	31,91
60	13,30	26,23	139	19,74	29,13	218	22,30	31,26
61	13,43	24,06	140	19,80	25,34	219	22,30	26,24
62	13,80	24,27	141	19,80	30,63	220	22,30	29,66
63	14,22	28,19	142	19,80	31,34	221	22,30	30,83
64	14,30	30,48	143	19,84	28,42	222	22,30	25,55
65	14,47	26,90	144	19,93	27,32	223	22,43	32,20
66	14,73	27,84	145	19,93	28,72	224	22,55	27,21
67	14,83	27,24	146	19,97	28,95	225	22,59	29,37
68	14,97	25,86	147	19,97	28,94	226	22,60	30,08
69	15,05	26,46	148	19,99	28,94	227	22,63	35,23
70	15,10	27,75	149	20,15	30,73	228	22,68	27,84
71	15,10	27,32	150	20,30	29,20	229	22,80	31,71
72	15,16	25,13	151	20,30	28,35	230	22,89	33,46
73	15,30	27,04	152	20,30	31,18	231	22,99	32,06
74	15,30	24,87	153	20,30	30,59	232	23,08	32,25
75	15,30	25,48	154	20,30	25,58	233	23,10	26,98
76	15,34	27,14	155	20,39	27,60	234	23,30	29,84
77	15,52	27,03	156	20,40	26,41	235	23,30	29,83
78	15,72	29,36	157	20,43	30,81	236	23,30	29,74
79	15,80	28,05	158	20,44	30,40	237	23,60	33,56

Таким образом, в статистическом эксперименте наблюдаются две случайные величины: масса перевозимого груза ( $X$ ) и расход топлива ( $Y$ ) при междугородных перевозках.

Как известно, для определения связи между двумя случайными величинами служит коэффициент корреляции  $r_{XY}$ . Обычно в экспериментальной ситуации точное значение коэффициента корреляции  $r_{XY}$  неизвестно, а есть возможность только определить выборочный коэффициент корреляции, являющийся оценкой истинного коэффициента корреляции. Расчет коэффициента корреляции по данным таблицы 2 показал, что  $r_{XY}=0,7$ . Таким образом, взаимосвязь между параметрами массы перевозимого груза ( $X$ ) и расход топлива ( $Y$ ) при междугородных перевозках имеет сильную положительную корреляцию.

Для проверки коэффициента корреляции на значимость вычислим критерий Стьюдента с  $n-2$  степенями свободы. Рассчитанные по

данным таблицы 2 величины критерия Стьюдента  $t$  и его критическое значение  $t_{кр}$  оказались, соответственно, 14,94 и 0,49. Следовательно, коэффициент корреляции значим.

Рассматриваемая взаимосвязь называется линейной регрессией  $X$  на  $Y$ . Уравнение регрессии определяется формулой

$$Y = \alpha + \beta \cdot X.$$

В результате эксперимента получена выборка объема 237 случайных величин распределения пары ( $X, Y$ ), уравнение зависимости расхода топлива от массы перевозимого груза для автомобилей имеет вид

$$Y = 21,331 + 0,3906X.$$

Результаты исследования влияния массы перевозимого груза на расход топлива представлены на рисунке 2.

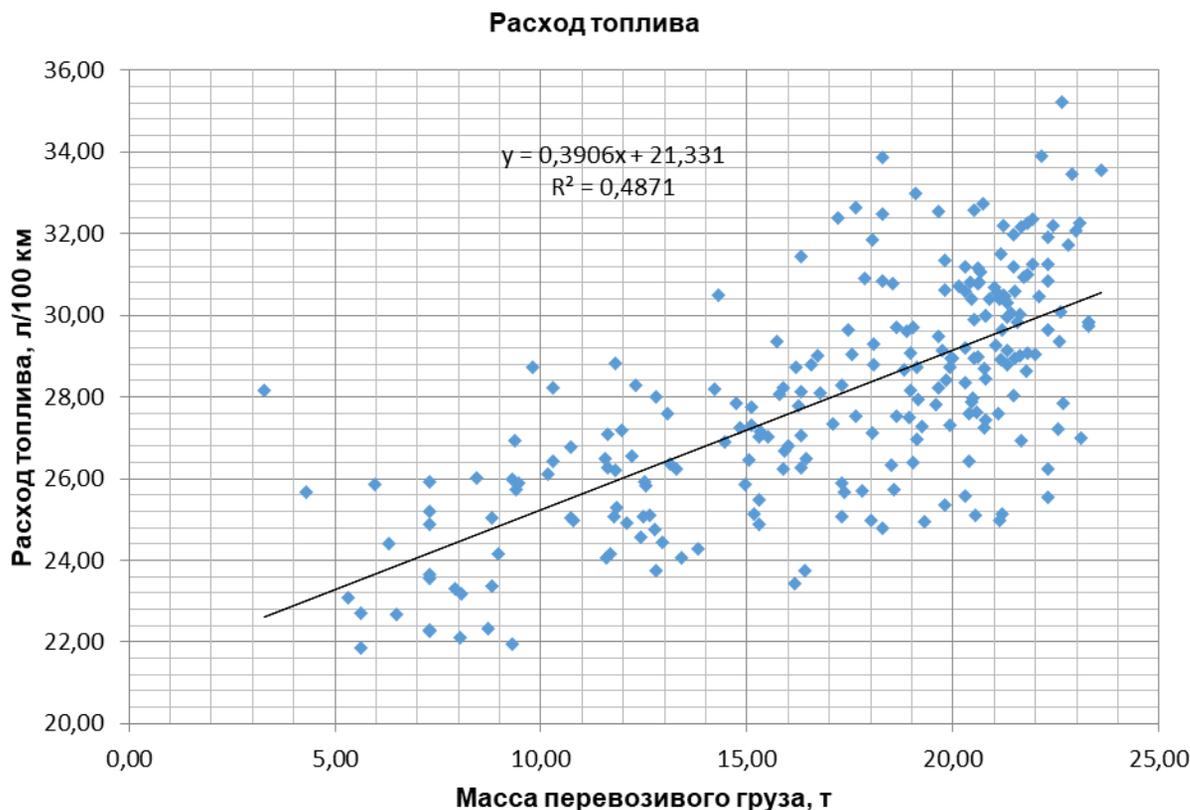


Рисунок 2 – Влияние массы перевозимого груза на расход топлива

Figure 2 – Influence of fuel consumption from the transported cargo

## ВЫВОД

Анализ собранных данных показывает, что зависимость расхода топлива на транспортную работу автопоездами с седельными тягачами Mercedes-Benz Actros-1840 от массы перевозимого груза для российских условий эксплуатации при междугородных перевозках носит линейный характер и составляет 0,39 л на 100 км на каждую тонну перевозимого груза.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горяев Н.К., Хабибуллозода Х.Х., Бандурко С.О. Обзор Российского и зарубежного законодательства по нормированию расхода топлива // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2020. № 2. С. 170–176.
2. Горяев Н.К. Совершенствование нормирования расхода топлива с использованием спутниковой навигации // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2014. №1. С. 30–33.
3. Bousonville, T. Estimating truck fuel consumption with machine learning using telematics, topology and weather data / T. Bousonville, M. Dirichs, T. Krüger // 2019 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM). – 2019. – pp. 1–6.
4. Figueredo, G.P. Identifying heavy goods vehicle driving styles in the United Kingdom / G. P. Figueredo, U. Agrawal, J. M. Mase, M. Mesgarpour, C. Wagner, D. Soria, R. I. John // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2018. – Vol. 20. – No. 9. – pp. 3324–3336.
5. Silva, A.V.B. Estimating fuel consumption from GPS data / A.V.B. Silva // Faculdade de engenharia da Universidade do Porto. – 2014. – 106 p.
6. Perrotta, F. Comparison of truck fuel consumption measurements with results of existing models and implications for road pavement LCA / F. Perrotta, T. Parry, L. C. Neves // Transport Research Laboratory. – 2018. – pp. 1–5.
7. Kuo, Y. Optimizing the VRP by minimizing fuel consumption / Y. Kuo, C. C. Wang // Management of Environmental Quality: An International Journal. 2011. 22(4):440–450.
8. Гурова Е.А. Факторы, влияющие на расход горюче-смазочных материалов на автотранспортных предприятиях // Учет, анализ и аудит: проблемы теории и практики. 2015. № 15. С. 62–65.
9. Буракова Л.Н. Экспериментальные исследования влияния факторов на изменения расхода топлива при работе климатической системы автомобиля // Вестник СибАДИ. 2013. № 6. С. 7–11.
10. Санкин А.О., Субботин С.С. Ранжирование факторов, влияющих на расход топлива СНГПТ // Проблемы функционирования систем транспорта. 2010. С. 299–304.
11. Трофимова Л.С. Влияние фактической массы отправки груза на результаты планирования работы автотранспортного предприятия // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 3. С. 184–192.
12. Трофимова Л.С. Методика текущего планирования работы автотранспортного предприятия при перевозке грузов в городе // Вестник СибАДИ. 2020. Т. 17. № 2. С. 234–247.
13. Kopfer, H. Emissions minimization vehicle routing problem: approach subjected to the weight of vehicles. Flexibility and adaptability of global supply chains / H. Kopfer // Proceedings of the 7th German-Russian Logistics Workshop DR-LOG. – 2012. – pp. 245–250.
14. Резник Л.Г., Чайников Д.А. Оценка приспособленности автомобилей к массе перевозимого груза по расходу топлива с учётом суровости транспортных условий // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2009. № 3. С. 64–68.
15. Борисов Г.В., Кузьмин Н.А., Ерофеева Л.Н. Аналитический подход к нормированию расхода автомобильных топлив // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2015. № 3. С. 91–96.
16. Walnum, H.J. Does driving behavior matter? An analysis of fuel consumption data from heavy-duty trucks / H. J. Walnum, M. Simonsen // Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2015. – Vol. 36. – pp. 107–120.
17. Vidjeskog, J. Jämförelse av bränsleförbrukningen för lastbilar och traktorer inom vägtransporte / J. Vidjeskog // Oulun yliopisto, teknillinen tiedekunta, konetekniikka. – 2019. – 33 p.
18. Svenson, G. Optimized route selection for logging trucks: improvements to calibrated route finder / G. Svenson // Acta Universitatis agriculturae Sueciae. – 2017. – 104 p.
19. Nylund, N.O. Fuel savings for heavy-duty vehicles “HDEnergy”. Summary report 2003-2005 / N. O. Nylund // Project Report VTT, Tech. Rep. – 2006. – 77 p.
20. Tolouei, R. Vehicle mass as a determinant of fuel consumption and secondary safety performance / R. Tolouei, H. Titheridge // Transportation research part D: transport and environment. – 2009. – Т. 14. – №. 6. – С. 385–399.
21. Sullivan, J. L. Effect of mass on multimodal fuel consumption in moving people and freight in the US / J. L. Sullivan, G. M. Lewis, G. A. Keoleian // Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2018. – Т. 63. – С. 786–808.
22. Odhams, A. M. C. Factors influencing the energy consumption of road freight transport / A. M. C. Odhams, R. L. Roebuck, Y. J. Lee, S. W. Hunt, D. Cebon // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science. – 2010. – Т. 224. – №. 9. – С. 1995–2010.
23. Simonsen, M. Energi- og miljøbesparende tiltak i Lerum Frakt BA (Energy and Environmental Savings Lerum Freight BA), Sogndal, Western Norway Research Institute, Report Number 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.vestforsk.no/sites/default/files/migrate\\_files/vf-rapport-1-2013-energi-og-miljobesparende-tiltak-i-lerum-frakt.pdf](https://www.vestforsk.no/sites/default/files/migrate_files/vf-rapport-1-2013-energi-og-miljobesparende-tiltak-i-lerum-frakt.pdf) (дата обращения 01.03.2021).

## REFERENCES

1. Goryaev N. K., Khabibullozoda Kh. Kh., Bandurko S. O. Obzor Rossijskogo i zarubezhnogo zakonodatel'stva po normirovaniyu raskhoda topliva [Overview of Russian and foreign legislation on fuel consumption rationing]. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management*, 2020, 2: 170–176. (In Russian)
2. Goryaev N.K. Rationing of fuel consumption improvement with the use of satellite navigation. *Herald of the Ural State University of Railway Transport*, 2014, 1: 30–33. (In Eng.)
3. Bousonville T., Dirichs M., Krüger T. Estimating truck fuel consumption with machine learning using telematics, topology and weather data. *2019 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM)*, 2019: 1–6. (In Eng.)
4. Figueredo G.P. et al. Identifying heavy goods vehicle driving styles in the United Kingdom. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2018, 20(9): 3324–3336. (In Eng.)
5. Silva A.V.B. Estimating fuel consumption from GPS data. *Faculdade de engenharia da Universidade do Porto*, 2014: 106 (In Eng.)
6. Perrotta F., Parry T., Neves L. C. Comparison of truck fuel consumption measurements with results of existing models and implications for road pavement LCA. *Transport Research Laboratory*, 2018:1–5. (In Eng.)
7. Kuo Y., Wang C.C. Optimizing the VRP by minimizing fuel consumption. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 2011, 22(4):440–450. (In Eng.)
8. Gurova, E. A. Faktory, vliyayushchie na raskhod goryuche-smazochnyh materialov na avtotransportnyh predpriyatiyah [Factors affecting the consumption of fuel and lubricants in road transport enterprises]. Accounting, analysis and audit: problems of theory and practice, 2015, 15: 62–65. (In Russian)
9. Burakova L.N. Eksperimental'nye issledovaniya vliyaniya faktorov na izmeneniya raskhoda topliva pri rabote klimaticheskoy sistemy avtomobilya [Experimental studies of the influence of factors on changes in fuel consumption during the operation of the car's climate system]. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*, 2013. 6: 7–11. (In Russian)
10. Sannik A.O. Ranzhirovanie faktorov, vliyayushchih na raskhod topliva SNGPT [Ranking of factors affecting the fuel consumption of CNGPT]. *Problems of functioning of transport systems*, 2010: 299–304. (In Russian)
11. Trofimova L.S. Vliyanie fakticheskoy massy otpravki gruzha na rezul'taty planirovaniya raboty avtotransportnogo predpriyatiya [Influence of the actual weight of the cargo shipment on the results of the planning of the work of the road transport enterprise]. *Bulletin of the Irkutsk State Technical University*, 2017, 21(3): 184–192. (In Russian)
12. Trofimova L.C. Metodika tekushchego planirovaniya raboty avtotransportnogo predpriyatiya pri perevozke gruzov v gorode [The methodology of the current planning of the work of a motor transport company during the transportation of goods in the city]. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*, 2020, 17(2): 234–247. (In Russian)
13. Kopfer H. Emissions minimization vehicle routing problem: approach subjected to the weight of vehicles. Flexibility and adaptability of global supply chains. *Proceedings of the 7th German-Russian Logistics Workshop DR-LOG*, 2012: 245–250. (In Eng.)
14. Reznik L.G., CHajnikov D.A. Ocenka prisposoblenosti avtomobilej k masse perevoznimogo gruzha po raskhodu topliva s uchytom surovosti transportnyh uslovij [Assessment of the adaptability of vehicles to the weight of the transported cargo by fuel consumption, taking into account the severity of transport conditions]. *Bulletin of the Irkutsk State Technical University*, 2009, 3: 64–68. (In Russian)
15. Borisov G.V., Kuz'min N.A., Erofeeva L.N. Analiticheskij podhod k normirovaniyu raskhoda avtomobil'nyh topliv [Analytical approach to the rationing of automobile fuel consumption]. *Intelligence. Innovation. Investment*, 2015, 3: 91–96. (In Russian)
16. Walnum H.J., Simonsen M. Does driving behavior matter? An analysis of fuel consumption data from heavy-duty trucks. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2015, 36:107–120. (In Eng.)
17. Vidjeskog J. Jämförelse av bränsleförbrukningen för lastbilar och traktorer inom vägtransporte [Comparison of fuel consumption of trucks and tractors in road transport]. Oulun yliopisto, teknillinen tiedekunta, konetekniikka, 2019: 33 (In Sweden)
18. Svenson G. Optimized route selection for logging trucks: improvements to calibrated route finder. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae*, 2017: 104. (In Eng.)
19. Nylund N.O. Fuel savings for heavy-duty vehicles “HDEnergy”. Summary report 2003-2005. *Project Report VTT, Tech. Rep*, 2006: 77 (In Eng.)
20. Tolouei R., Titheridge H. Vehicle mass as a determinant of fuel consumption and secondary safety performance. *Transportation research part D: transport and environment*, 2009, 14(6): 385-399. (In Eng.)
21. Sullivan J. L., Lewis G. M., Keoleian G. A. Effect of mass on multimodal fuel consumption in moving people and freight in the US. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2018, 63: 786–808. (In Eng.)
22. Odhams A. M. C., Roebuck R. L., Lee Y. J., Hunt S. W., Cebon D. Factors influencing the energy consumption of road freight transport. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 2010, 224(9):1995–2010. (In Eng.)
23. Simonsen M. Energi- og miljøbesparende tiltak i Lerum Frakt BA (Energy and Environmental

Savings Lerum Freight BA), Sogndal, Western Norway Research Institute, Report Number 1 [Electronic resource]. – Access mode: [https://www.vestforsk.no/sites/default/files/migrate\\_files/vf-rapport-1-2013-energi-og-miljobesparende-tiltak-i-lerum-frakt.pdf](https://www.vestforsk.no/sites/default/files/migrate_files/vf-rapport-1-2013-energi-og-miljobesparende-tiltak-i-lerum-frakt.pdf) (date of request 01.03.2021). (In Eng.)

### ВКЛАД СОАВТОРОВ

*Хабибуллозода Х.Х. Обзор литературы, сбор данных, анализ результатов и выводы.*

*Горяев Н.К. Обработка данных.*

### COAUTHORS' CONTRIBUTION

*Khairullo Kh. Khabibullozoda, literature review, data collection, analysis of results and conclusions.*

*Nikolai K. Goriaev, data analysis.*

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Хабибуллозода Хайрулло Хабибулло – аспирант кафедры «Автомобильный транспорт» Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), (454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76,*

*ORCID.org/0000-0002-2594-1574, Scopus Author ID 57217856256, e-mail: hayrulloi90@mail.ru)*

*Горяев Николай Константинович – канд. техн. наук, доц. кафедры «Автомобильный транспорт» Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), (ORCID.org/0000-0002-7556-6522, Scopus Author ID 56557073000, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, e-mail: vetkadog@mail.ru)*

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Khairullo Kh. Khabibullozoda, Postgraduate student of the Road Transport department, South Urals State University (National Research University). ORCID.org/0000-0002-2594-1574, Scopus Author ID 57217856256 454080, Cheliabinsk, Lenin Prospekt, 76, e-mail: hayrulloi90@mail.ru*

*Nikolai K. Goriaev, Cand. of Sci., Associate Professor of the Road Transport department, South Ural State University (National Research University) ORCID.org/0000-0002-7556-6522, Scopus Author ID 56557073000 454080, Cheliabinsk, Lenin Prospekt, 76, e-mail: vetkadog@mail.ru*