



Коэффициент технической эффективности АТС: моделирование и расчёт



Олег ГОНЧАРОВ

Oleg Yu. GONCHAROV

Coefficient of Motor Vehicle Technical Efficiency: Modeling and Calculation

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 98)

Цель представленного в статье исследования – уточнение коэффициента технической эффективности автотранспортного средства и оценка диапазона его значений в предлагаемой расчётной модели с учётом различных вариантов комплектации автомобилей одной марки и при различных режимах движения. Используемые схемы моделирования и оценочные критерии имеют в основе данные сделанного автором научного анализа и подкреплены эксплуатационной практикой.

Ключевые слова: автотранспортные средства, коэффициент полезного действия, коэффициент технической эффективности, способы расчёта, числовое моделирование.

Гончаров Олег Юрьевич – заместитель директора колледжа Института сервиса, туризма и дизайна Северо-Кавказского федерального университета (Пятигорский филиал), Пятигорск, Россия.

Среди теоретиков и практиков, занимающихся автотранспортными средствами (АТС), нет единой точки зрения по таким показателям, как «эффективность» и «коэффициент полезного действия». Одни считают их совершенно разными (КПД характеризует общее совершенство автомобиля, а эффективность – его совершенство как чисто транспортной машины [1]); другие, наоборот, просто отождествляют. При этом каждый предлагает свой способ определения величины КПД (коэффициента эффективности [2]), а следовательно, и вкладывает в него свой смысл. Хотя у всех есть одно общее: понимание его необходимости и важности как для теории, так и для практики.

Единый для всех автотранспортных средств безразмерный комплексный показатель типа «КПД», «коэффициент эффективности» или «коэффициент технической эффективности» крайне нужен и на этапе проектирования, и в период эксплуатации. Но ещё больше – в условиях усиления конкуренции производителей на соответствующих сегментах рынка: с помощью единого показателя значительно упрощаются все технико-экономические расчёты, в том числе связанные с оценкой конку-

рентоспособности производимых автомобилей, сравнением с лучшими отечественными и зарубежными аналогами [3].

Однако предлагавшиеся в последние годы трактовки «КПД автомобиля» и формулы для его расчёта, сопутствовавшие их пониманию задачи, к сожалению, полностью проблему не закрывают. Возможно лишь решение частных задач по оценке экономической эффективности отдельных автомобилей. Но экономическая оценка будет различной в различных условиях эксплуатации, поэтому, надо полагать, следует сначала проводить оценку именно технической эффективности автомобиля, а затем уже давать экономическую оценку внедрения рассматриваемой модели автомобиля.

Существует определённая неоднозначность в трактовке понятия «эффективность автомобиля». Ведь техническая эффективность, по логике некоторых авторов, составной элемент коэффициента эффективности (КПД) автомобиля. На это указывают Д. В. Великанов, Я. Е. Фаробин, Л. Г. Трёмбевельский [4].

При таком подходе в качестве физических величин, обозначающих эффективность транспортного средства на любом маршруте, можно принять следующие необходимые и просто определяемые характеристики и параметры: максимальный крутящий момент двигателя, массу перевозимого груза, радиус качения ведущих колёс, среднетехническую скорость движения автомобиля, передаточное число главной передачи, среднюю плотность ряда передаточных чисел трансмиссии, низшую теплотворную способность и массовый (усреднённый) расход топлива [5].

Н. Я. Говорушенко в своих работах при определении КПД автомобиля учитывает только механический коэффициент полезного действия без аэродинамических потерь [6].

На наш взгляд, с самого начала следует исходить из того, что основное назначение АТС – перемещение грузов и пассажиров. И тогда полезной можно считать только ту часть работы в окружении сил сопротивления, которая зависит от перевозимого груза (пассажиров). А. А. Токарев [7] предлагает в качестве показателя эффективности рассматривать соотношение полезной

энергии к затраченной энергии горения топлива:

$$\eta_o = \frac{W_{\text{пол}}}{W}, \quad (1)$$

где $W_{\text{пол}}$ – полезная работа, затраченная на преодоление сил сопротивления качению, условиям дороги и воздуха; W – полная энергия горения топлива.

$$W_{\text{пол}} = S \cdot (mgf + k_b FV^2 + mg \sin \alpha), \quad (2)$$

где m – масса АТС; f – коэффициент сопротивления качению; k_b – коэффициент воздушного сопротивления; F – лобовая площадь автомобиля; V – скорость автомобиля; S – пройденный путь.

$$W = H_{\text{и}} \cdot \rho \cdot Q_s, \quad (3)$$

где $H_{\text{и}}$ – низшая теплотворная способность топлива; ρ – плотность топлива; $Q_s = f(V, \psi)$ – эксплуатационный расход топлива.

При анализе формулы (2) возникает вопрос, почему автором используется вся масса АТС с грузом, если полезной мы считаем только массу перевозимого груза? Столь же очевидно, что важным фактором будет являться скорость автомобиля, как и расход топлива, который нелинейно зависит от скорости автомобиля.

Мы предлагаем при расчёте коэффициента эффективности транспортного средства использовать именно массу груза или пассажиров (массу полезной нагрузки, грузоподъёмность), тогда формула (2) примет вид:

$$W_{\text{пол}} = S \cdot (m_{\text{гр}} g \cdot \psi + k_b FV^2), \quad (4)$$

где $m_{\text{гр}}$ – масса груза или пассажиров; ψ – коэффициент дорожного сопротивления.

Примером критерия, в котором эксплуатационный расход топлива сочетается с транспортной работой, может служить показатель эффективности топливоиспользования Q_w [8]:

$$Q_w = \frac{Q_{\text{эк}}}{100 \cdot W_{\text{тр}}}, \quad (5)$$

где $Q_{\text{эк}}$ – эксплуатационный расход топлива, л/100 км; $W_{\text{тр}}$ – транспортная работа, т • км.

Показатель эффективности давно используется для оценки совершенства перевозок и анализа расходов топлива. Ряд учёных предлагает аналогичные критерии оценки: Д. П. Великанов, Я. Е. Фаробин [4], Э. И. Наркевич [9].



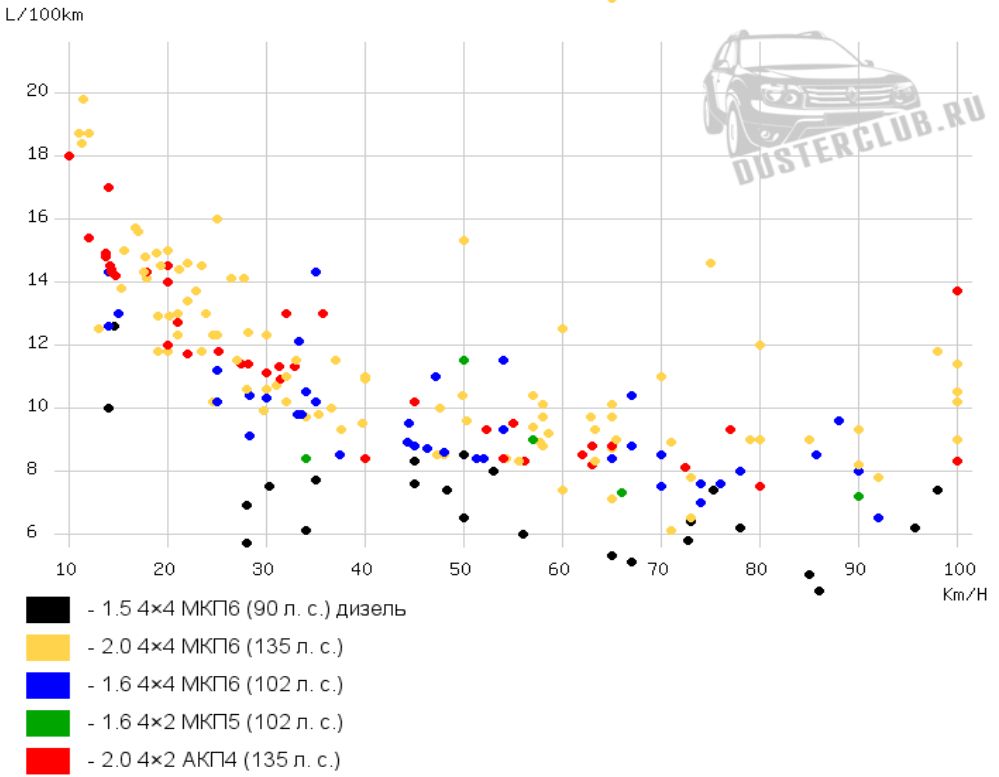


Рис. 1. Зависимость расхода топлива от средней скорости Renault Duster по комплектациям.

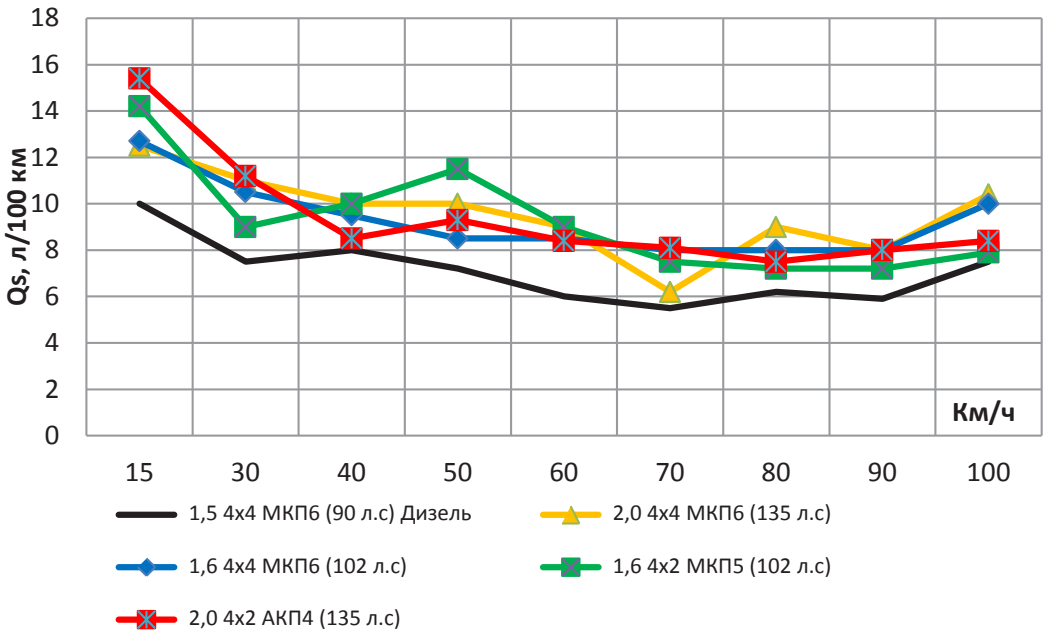


Рис. 2. Зависимость расхода топлива от скорости движения для различных комплектаций Renault Duster.

Таблица 1

**Расчёт коэффициента технической эффективности для различных комплектаций
автомобиля Renault Duster (при скорости 100 км/ч)**

Модель	1,54х4 МКП6 (90 л.с.) Дизель	2,04х4 МКП6 (135 л.с.)	1,64х4 МКП6 (102 л.с.)	1,64х2 МКП5 (102 л.с.)	2,04х2 АКП4 (135 л.с.)
Тип двигателя	Дизельный	Бензиновый инжекторный	Бензиновый инжекторный	Бензиновый инжекторный	Бензиновый инжекторный
Вид топлива	Д.т	Бенз.	Бенз.	Бенз.	Бенз.
Масса снаряжённая, кг	1875	1877	1820	1850	1870
Грузоподъёмность, кг ($M_{гр}$)	425	425	425	425	425
Средний расход топлива, л/100 км	7,5	10,4	10	7,9	8,4
Теплотворная способность топлива, кДж/кг	42400	43390	43390	43390	43390
Плотность, кг/л	0,85	0,75	0,75	0,75	0,75
Габаритные размеры, колея, м	1,822	1,822	1,822	1,822	1,822
Лобовая площадь, м ²	1,625	1,625	1,625	1,625	1,625
Коэффициент воздушного сопротивления, $k_n, Н\cdot c^2/m^4$;	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42
$M_{гр}g\psi, Н$	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
$k_n FV^2, Н$	62,539	62,539	62,539	62,539	62,539
$W_{пол}, Дж$	125,48	125,48	125,48	125,48	125,48
$W, Дж$	18801,9	18801,9	18801,9	18801,9	18801,9
$Q_{н}, л/т\cdot км$	270300	338442	325425	257085,75	273357
ε	0,176471	0,244706	0,235294	0,185882	0,197647

Таблица 2

**Усреднённый расход топлива комплектаций автомобилей Renault Duster
при различных скоростях движения**

Модель/ скорость, км/ч	1,54х4 МКП6 (90 л.с.) Дизель	2,04х4 МКП6 (135 л.с.)	1,64х4 МКП6 (102 л.с.)	1,64х2 МКП5 (102 л.с.)	2,04х2 АКП4 (135 л.с.)
15	10	12,5	12,7	14,2	15,4
30	7,5	11	10,5	9	11,2
40	8	10	9,5	10	8,5
50	7,2	10	8,5	11,5	9,3
60	6	9	8,5	9	8,4
70	5,5	6,2	8	7,5	8,1
80	6,2	9	8	7,2	7,5
90	5,9	8	8	7,2	8
100	7,5	10,4	10	7,9	8,4

Нами было проведено числовое моделирование коэффициента эффективности транспортного средства для ряда комплектаций автомобилей Renault Duster при движении с различной скоростью и полной загрузкой по ровной дороге ($\psi = 0,015$) в 1 км. Результаты моделирования приведены в таблицах 1–4. Данные по реальному расходу

топлива автомобилями Renault Duster на различных режимах движения получены опытным путём и показаны на рис. 1. Источник – форум Дастер Клуб [10]. Графики кривых результатов моделирования приведены на рис. 2–4. Распределение опытных данных было усреднено по величинам скоростей для осуществления моделирования.



Таблица 3

Коэффициент эффективности комплектаций автомобилей Renault Duster при различных скоростях движения

Модель/скорость, км/ч	1,54x4 МКП6 (90 л.с.) Дизель	2,04x4 МКП6 (135 л.с.)	1,64x4 МКП6 (102 л.с.)	1,64x2 МКП5 (102 л.с.)	2,04x2 АКП4 (135 л.с.)
15	0,0223	0,0197	0,0194	0,0174	0,016
30	0,0492	0,0372	0,039	0,0455	0,0365
40	0,0652	0,0578	0,0608	0,0578	0,068
50	0,0725	0,0578	0,068	0,0502	0,0621
60	0,0869	0,0642	0,068	0,0642	0,0688
70	0,0949	0,0932	0,0722	0,077	0,0713
80	0,0841	0,0642	0,0722	0,0802	0,077
90	0,0884	0,0722	0,0722	0,0802	0,0722
100	0,0696	0,0556	0,0578	0,0731	0,0688

Таблица 4

Эффективность топливоиспользования комплектаций автомобилей Renault Duster при различных скоростях движения

Модель/скорость, км/ч	1,54x4 МКП6 (90 л.с.) Дизель	2,04x4 МКП6 (135 л.с.)	1,64x4 МКП6 (102 л.с.)	1,64x2 МКП5 (102 л.с.)	2,04x2 АКП4 (135 л.с.)
15	0,235294	0,294118	0,298824	0,334118	0,362353
30	0,176471	0,258824	0,247059	0,211765	0,263529
40	0,188235	0,235294	0,223529	0,235294	0,2
50	0,169412	0,235294	0,2	0,270588	0,218824
60	0,141176	0,211765	0,2	0,211765	0,197647
70	0,129412	0,145882	0,188235	0,176471	0,190588
80	0,145882	0,211765	0,188235	0,169412	0,176471
90	0,138824	0,188235	0,188235	0,169412	0,188235
100	0,176471	0,244706	0,235294	0,185882	0,197647

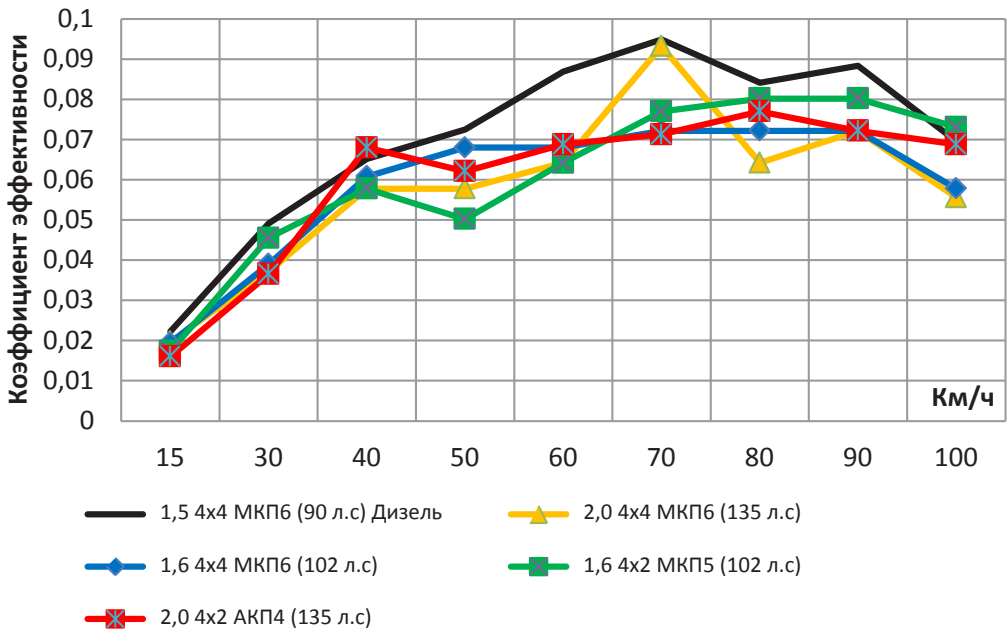


Рис. 3. Зависимость коэффициента эффективности от скорости движения для различных комплектаций Renault Duster.

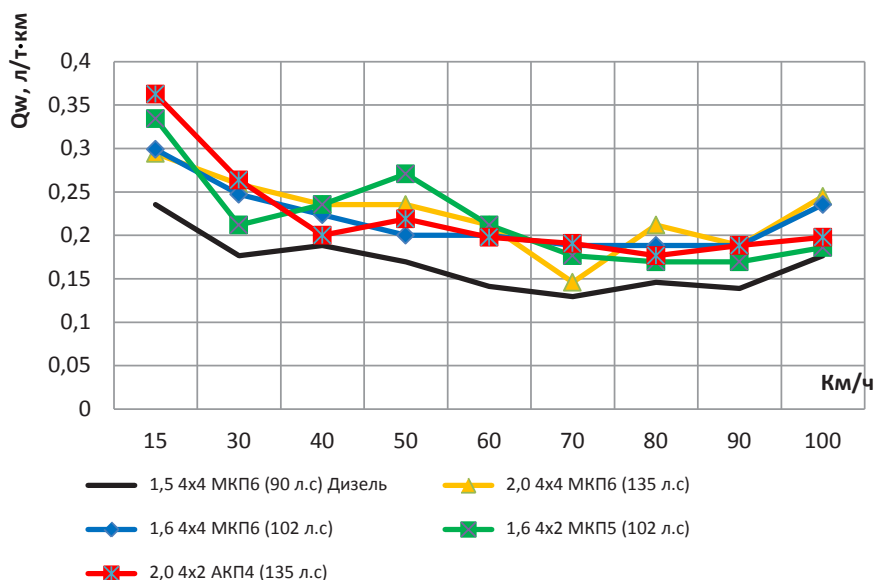


Рис. 4. Зависимость эффективности топливоиспользования от скорости движения для различных комплектаций Renault Duster.

Цель всего сделанного – оценить диапазон значений предлагаемого коэффициента эффективности транспортного средства для различных вариантов комплектаций автомобилей одной марки и при различных скоростях движения.

Проанализировав графики, видим явную зависимость предлагаемого коэффициента эффективности от типа двигателя, грузоподъёмности, режимов движения АТС.

В данном частном примере можно сделать вывод о превосходстве по топливно-экономическим показателям дизельной версии автомобиля Renault Duster. Правомерен и вывод о том, что наиболее эффективными режимами движения всех комплектаций являются скорости 60–90 км/ч. Для варианта автомобиля с АКПП более эффективны режимы движения с небольшими скоростями (50–70 км/ч). Эти выводы полностью подтверждаются результатами эксплуатации Renault Duster.

По итогам исследования есть основания говорить о состоятельности предлагаемой методики построения коэффициента эффективности транспортного средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лепешкин А. В. Критерии оценки энергоэффективности многоприводных колёсных машин // Автомобильная промышленность. – 2010. – № 10. – С. 19–23.
2. Карабцев В. С., Валеев Д. Х. О КПД и коэффициенте эффективности автотранспортного средства // Автомобильная промышленность. – 2002. – № 10. – С. 16–19.
3. Карабцев В. С. Пользу можно считать // Корпоративный журнал ОАО «КамАЗ». – 2009. – № 1–2. – С. 54–56.
4. Фаробин Я. Е., Щупляков В. С. Оценка эксплуатационных свойств для международных перевозок. – М.: Транспорт, 1983. – 200 с.
5. Погосбеков М. И. Ещё раз о КПД автомобиля // Автомобильная промышленность. – 1996. – № 11. – С. 12–15.
6. Говорущенко Н. Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с.
7. Токарев А. А. Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля. – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.
8. Ерохов В. И. Экономическая эксплуатация автомобиля. – М.: ДОСААФ, 1986. – 186 с.
9. Наркевич Э. И. Определение среднего КПД автомобиля на маршруте // Автомобильная промышленность. – 1998. – № 10. – С. 20–23.
10. Форум Дастер Клуб. Тема: Зависимость расхода топлива от средней скорости Рено Дастер. [Электронный ресурс]: <http://forum.dusterclub.ru/showthread.php?page=7&t=1619>. Доступ 16.02.2017.
11. Евсеев П. П. Энергетические показатели функционирования автомобиля на маршруте. Термины и «тернии» // Автомобильная промышленность. – 1999. – № 2. – С. 15–17.

Координаты автора: **Гончаров О. Ю.** – smart30001@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 16.02.2017, принята к публикации 14.06.2017.



COEFFICIENT OF MOTOR VEHICLE TECHNICAL EFFICIENCY: MODELING AND CALCULATION

Goncharov, Oleg Yu., College of the Institute of Service, Tourism and Design of North Caucasus Federal University (Pyatigorsk Branch), Pyatigorsk, Russia.

ABSTRACT

The purpose of the research presented in the article is to refine the vehicle's technical efficiency coefficient and to estimate the range of its values in the proposed design model, taking into account the

different variants of configuration of cars of the same brand and under different driving regimes. The modeling schemes used and the evaluation criteria are based on the data of the author's scientific analysis and are supported by practices.

Keywords: vehicles, coefficient of efficiency, coefficient of technical efficiency, calculation methods, numerical modeling.

Background. Among theorists and practitioners dealing with vehicles, there is no single point of view on such indicators as «efficiency» and «coefficient of efficiency». Some consider them completely different (coefficient of efficiency characterizes the overall perfection of the car, and efficiency is its perfection as a purely transport machine [1]); others, on the contrary, identify them. In this case, everyone offers own way of determining the value of coefficient of efficiency [2], and therefore, brings own meaning into it. Although everyone has one thing in common: understanding of its need and importance for both theory and practice.

A uniform for all vehicles dimensionless complex indicator such as «coefficient of efficiency» or «coefficient of technical efficiency» is extremely needed both at the design stage and during operation. But even more – in the conditions of strengthening the competition of producers in the relevant market segments: a single indicator facilitates all technical and economic calculations, including those related to the assessment of the competitiveness of manufactured cars, comparison with the best domestic and foreign analogues [3].

However, the interpretations of the «coefficient of efficiency of the car» and the formulas for its calculation proposed in recent years, accompanying their understanding of the problem, unfortunately, do not completely solve the problem. It is only

possible to solve particular problems in assessing the economic efficiency of individual cars. But the economic evaluation will be different in different operating conditions, therefore, we must assume that it is first necessary to evaluate the technical efficiency of the car, and then give an economic assessment of the introduction of the model of the car in question.

Objective. The objective of the author is to consider the coefficient of vehicle technical efficiency through its modeling and calculation.

Methods. The author uses general scientific and engineering methods, comparative analysis, graph construction, modeling, evaluation approach.

Results. There is a certain ambiguity in the interpretation of the concept of «car efficiency». After all, technical efficiency, according to the logics of some authors, is a component of the coefficient of efficiency of the car. This is indicated by D. V. Velikanov, Ya. E. Farobin, L. G. Trembovskiy [4].

With this approach, the following necessary and simply determined characteristics and parameters can be adopted as physical quantities indicating the efficiency of the vehicle on any route: maximum engine torque, weight of the transported cargo, rolling radius of the driving wheels, average vehicle speed, gear ratio of main transmission, average density of a number of gear ratios, lower calorific value and mass (average) fuel consumption [5].

Pic. 1. Dependence of the fuel consumption on the average speed of the Renault Duster depending on configuration.

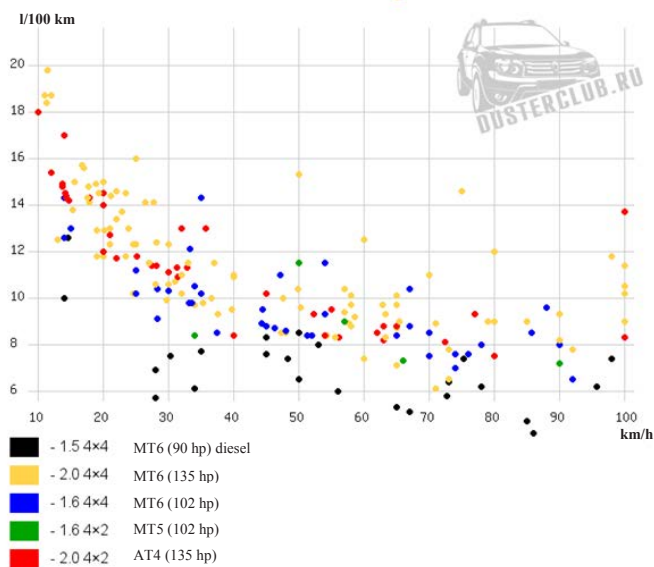


Table 1

Calculation of the coefficient of technical efficiency for various car configurations of Renault Duster (at a speed of 100 km/h)

Model	1,5 4x4 MT6 (90 hp) diesel	2,0 4x4 MT6 (135 hp)	1,6 4x4 MT6 (102 hp)	1,6 4x2 MT5 (102 hp)	2,0 4x2 AT4 (135 hp)
Type of engine	Diesel	Petrol-injector	Petrol-injector	Petrol-injector	Petrol-injector
Type of fuel	Diesel oil	Petrol	Petrol	Petrol	Petrol
Unladen weight, kg	1875	1877	1820	1850	1870
Cargo carrying capacity, kg (M_{cargo})	425	425	425	425	425
Average fuel consumption, l/100 km	7,5	10,4	10	7,9	8,4
Calorific power of fuel, kJ/kg	42400	43390	43390	43390	43390
Density, kg/l	0,85	0,75	0,75	0,75	0,75
Wheel track, m	1,822	1,822	1,822	1,822	1,822
Frontal area, m ²	1,625	1,625	1,625	1,625	1,625
Coefficient of air resistance, k_a , N · c ² /m ⁴ ;	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42
$M_{\text{cargo}} g \psi$, N	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
$k FV^2$, N	62,539	62,539	62,539	62,539	62,539
W_{use} , J	125,48	125,48	125,48	125,48	125,48
W , J	18801,9	18801,9	18801,9	18801,9	18801,9
Q_w , l/t · km	270300	338442	325425	257085,75	273357
η_e	0,176471	0,244706	0,235294	0,185882	0,197647

Table 2

Average fuel consumption of Renault Duster car configurations at various speeds

Model/ speed, km/h	1,5 4x4 MT6 (90 hp) diesel	2,0 4x4 MT6 (135 hp)	1,6 4x4 MT6 (102 hp)	1,6 4x2 MT5 (102 hp)	2,0 4x2 AT4 (135 hp)
15	10	12,5	12,7	14,2	15,4
30	7,5	11	10,5	9	11,2
40	8	10	9,5	10	8,5
50	7,2	10	8,5	11,5	9,3
60	6	9	8,5	9	8,4
70	5,5	6,2	8	7,5	8,1
80	6,2	9	8	7,2	7,5
90	5,9	8	8	7,2	8
100	7,5	10,4	10	7,9	8,4

N. Ya. Govorushchenko in his work in determining the efficiency of the car takes into account only the mechanical efficiency without aerodynamic losses [6].

In our opinion, from the outset, one should proceed from the fact that the main purpose of a vehicle is displacement of cargo and passengers. And then only that part of the work in the environment of the resistance forces, which depends on the cargo (passengers) being transported, can be considered useful. A. A. Tokarev [7] proposes, as an indicator of efficiency, to consider the ratio of the useful energy to the spent combustion energy of fuel:

$$\eta_c = \frac{W_{\text{use}}}{W}, \quad (1)$$

where W_{use} – useful work spent on overcoming the forces of resistance to rolling, road and air conditions; W – total burning energy of the fuel.

$$W_{\text{use}} = S \cdot (mgf + k_a FV^2 + mg \sin \alpha), \quad (2)$$

where m – mass of a vehicle; f – coefficient of rolling resistance; k_a – coefficient of air resistance; F – frontal

area of a car; V – speed of a car; S – distance traveled.

$$W = H_i \cdot \rho \cdot Q_s, \quad (3)$$

where H_i – net calorific value of fuel; ρ – density of fuel; $Q_s = f(V, \psi)$ – operating consumption of fuel.

When analyzing the formula (2), the question arises as to why the authors use the entire mass of the vehicle with the cargo, if we consider only the mass of the cargo being transported to be useful. It is equally obvious that an important factor will be the speed of the car, as well as fuel consumption, which is nonlinearly dependent on the speed of the car.

We propose to use the mass of cargo or passengers (payload weight, cargo carrying capacity) when calculating the coefficient of efficiency of a vehicle, then formula (2) takes a form:

$$W_{\text{use}} = S \cdot (m_{\text{cargo}} g \cdot \psi + k_a FV^2), \quad (4)$$

where m_{cargo} – mass of cargo or passengers; ψ – coefficient of road resistance.

An example of the criterion, in which the operational fuel consumption is combined with the



Table 3

Coefficient of efficiency of configurations of Renault Duster cars at various speeds

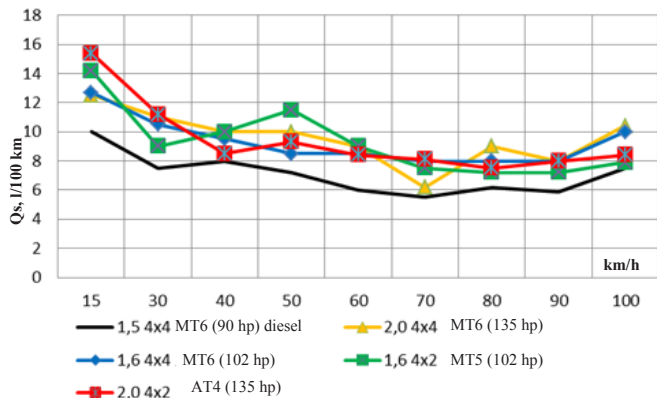
Model/ speed, km/h	1,5 4x4 MT6 (90 hp) diesel	2,0 4x4 MT6 (135 hp)	1,6 4x4 MT6 (102 hp)	1,6 4x2 MT5 (102 hp)	2,0 4x2 AT4 (135 hp)
15	0,0223	0,0197	0,0194	0,0174	0,016
30	0,0492	0,0372	0,039	0,0455	0,0365
40	0,0652	0,0578	0,0608	0,0578	0,068
50	0,0725	0,0578	0,068	0,0502	0,0621
60	0,0869	0,0642	0,068	0,0642	0,0688
70	0,0949	0,0932	0,0722	0,077	0,0713
80	0,0841	0,0642	0,0722	0,0802	0,077
90	0,0884	0,0722	0,0722	0,0802	0,0722
100	0,0696	0,0556	0,0578	0,0731	0,0688

Table 4

Efficiency of fuel use of configurations of Renault Duster cars at various speeds

Model/ speed, km/h	1,5 4x4 MT6 (90 hp) diesel	2,0 4x4 MT6 (135 hp)	1,6 4x4 MT6 (102 hp)	1,6 4x2 MT5 (102 hp)	2,0 4x2 AT4 (135 hp)
15	0,235294	0,294118	0,298824	0,334118	0,362353
30	0,176471	0,258824	0,247059	0,211765	0,263529
40	0,188235	0,235294	0,223529	0,235294	0,2
50	0,169412	0,235294	0,2	0,270588	0,218824
60	0,141176	0,211765	0,2	0,211765	0,197647
70	0,129412	0,145882	0,188235	0,176471	0,190588
80	0,145882	0,211765	0,188235	0,169412	0,176471
90	0,138824	0,188235	0,188235	0,169412	0,188235
100	0,176471	0,244706	0,235294	0,185882	0,197647

Pic. 2. Dependence of fuel consumption on speed of a vehicle for various configurations of Renault Duster.



transport work, can be the fuel use efficiency indicator Q_w , which is derived by V. I. Erokhov [8]:

$$Q_w = \frac{Q_{op}}{100 \cdot W_{tr}}, \quad (5)$$

where Q_{op} – operational consumption of fuel, l/100 km; W_{tr} – transport work, t·km.

The efficiency indicator has long been used to assess the perfection of transportation and analysis of fuel consumption. A number of scientists offer similar evaluation criteria: D. P. Velikanov, Ya. E. Farobin [4], E. I. Narkevich [9].

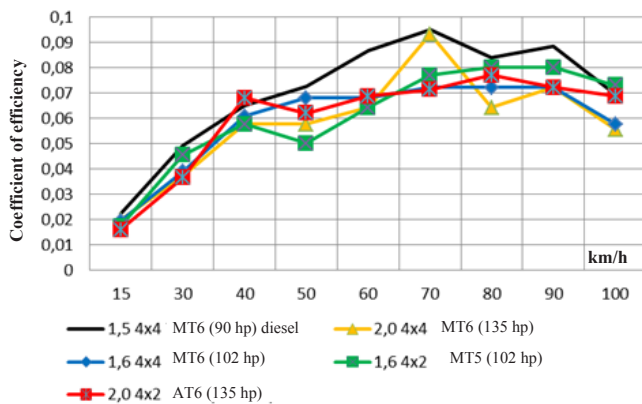
We carried out a numerical modeling of the vehicle efficiency coefficient for a number of configurations of Renault Duster cars when driving at different speeds and full loads along a flat road ($\psi = 0,015$) of km. The results of the modeling are shown in Tables 1–4. The data on the real fuel consumption of Renault

Duster cars at various driving regimes have been obtained experimentally and are shown in Pic. 1. Source – Duster Club Forum [10]. The curves of the modeling results are shown in Pic. 2–4. The distribution of the experimental data was averaged over the speed values for the modeling.

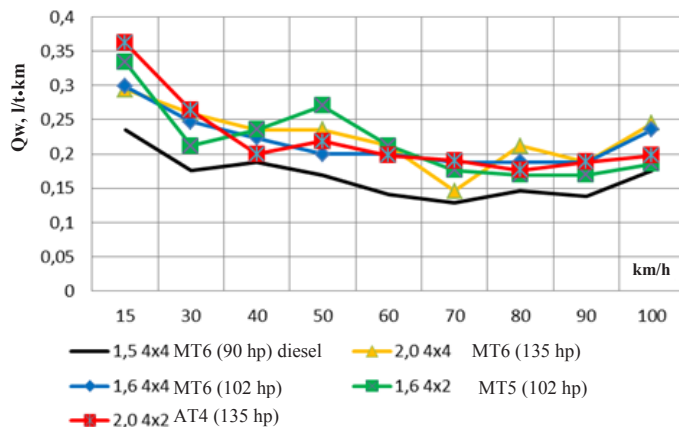
The purpose of all that has been done is to estimate the range of values of the proposed coefficient of vehicle efficiency for different variants of vehicle configurations of the same brand and at different speeds.

Having analyzed the graphs, we see an obvious dependence of the proposed efficiency coefficient on the engine type, cargo carrying capacity, vehicle motion modes.

In this particular example, we can conclude that the diesel version of Renault Duster is superior in its fuel-economic indicators. It is also legitimate to



Pic. 3. Dependence of coefficient of efficiency on speed for various configurations of Renault Duster.



Pic. 4. Dependence of the efficiency of fuel use on speed for various configurations of Renault Duster.

conclude that the most effective modes of movement for all configurations are speeds of 60–90 km/h. For the variant of the car with automatic transmission, the driving modes with low speeds (50–70 km/h) are more effective. These conclusions are fully confirmed by the results of the operation of the Renault Duster.

Conclusion. Based on the results of the study, there is reason to speak of the consistency of the proposed methodology for constructing a coefficient of technical efficiency of a vehicle.

REFERENCES

- Lepeshkin, A. V. Evaluation criteria for energy efficiency of multi-wheeled vehicles [*Kriterii ocenki energojeffektivnosti mnogoprivodnykh kolesnykh mashin*]. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 2010, Iss. 10, pp. 19–23.
- Karabtsev, V. S., Valeev, D. Kh. On efficiency and efficiency coefficient of a vehicle [*O KPD i koefficiente effektivnosti avtotransportnogo sredstva*]. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 2002, Iss. 10, pp. 16–19.
- Karabtsev, V. S. Benefit can be counted [*Pol'zu mozžno soschitat'*]. *Korporativnyj zhurnal OAO «Kamaz»*, 2009, Iss. 1–2 [24], pp. 54–56.
- Farobin, Ya. E., Shchuplyakov, B. S. Evaluation of operational properties for international transportation [*Ocenka ekspluatatsionnykh svoystv dlja mezhdunarodnykh perevozok*]. Moscow, Transport publ., 1983, 200 p.

- Pogosbekov, M. I. Once again about coefficient of Efficiency of a vehicle [*Eshhe raz o KPD avtomobilja*]. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 1996, Iss. 11, pp. 12–15.

- Govorushchenko, N. Ya. Fuel saving and reduction of toxicity in road transport [*Ekonomija topliva i snizhenie toksichnosti na avtomobil'nom transporte*]. Moscow, Transport publ., 1990, 135 p.

- Tokarev, A. A. Fuel economy and traction-speed properties of a car [*Toplivnaja ekonomichnost' i tjavogovskorostnye kachestva avtomobilja*]. Moscow, Mashinostroenie publ., 1982, 224 p.

- Erokhov, V. I. Economic operation of a car [*Ekonomicheskaja ekspluatatsija avtomobilja*]. Moscow, DOSAAF publ., 1986, 186 p.

- Narkevich, E. I. Determination of the average coefficient of efficiency of a car on a route [*Opredelenie srednego KPD avtomobilja na marshrute*]. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 1998, Iss. 10, pp. 20–23.

- The Duster Club Forum. Topic: Dependence of fuel consumption on average speed of Renault Duster [*Forum Daster Klub. Tema: Zavisimost' rashoda topliva ot srednej skorosti Reno Daster*]. [Electronic resource]: <http://forum.dusterclub.ru/showthread.php?page=7&t=1619>. Last accessed 16.02.2017.

- Evseev, P. P. Energy performance of a car on a route. Terms and «thorns» [*Energeticheskie pokazateli funkcionirovanija avtomobilja na marshrute. Terminy i «ternii»*]. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 1999, Iss. 2, pp. 15–17.

Information about the author:

Goncharov, Oleg Yu. – deputy director of the College of the Institute of Service, Tourism and Design of North Caucasus Federal University (Pyatigorsk branch), Pyatigorsk, Russia, smart30001@yandex.ru.

Article received 16.02.2017, accepted 14.06.2017.

