DOI *10.18454/PMI.2016.3.444*

УДК 656.13:338.47; 656.13:658

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ

Т.А.МЕНУХОВА[1], А.И.СОЛОДКИЙ[2]
[1] *Санкт-Петербургский горный университет, Россия*
[2] *Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия*

В статье представлен алгоритм определения рационального срока эксплуатации автомобиля через взаимосвязь показателей качества автомобиля и показателей экономической эффективности. В качестве комплексного показателя качества автомобиля рассматривается коэффициент технического использования, затраты на эксплуатацию определяют эффективность его использования.

Методика оперативного анализа затрат содержит ряд особенностей и позволяет достичь сопоставимости результатов определения пробега эффективной эксплуатации автотранспортных средств в процессе планирования, корректирования и конкретизации для анализа состояния автотранспортных средств и организации управляющих воздействий в системе управления жизненным циклом автомобиля на этапе его эксплуатации.

***Ключевые слова**:* экономическая эффективность, коэффициент технического использования, система управления, жизненный цикл, автомобиль.

***Как цитировать эту статью*:** Менухова Т.А. Экономическая эффективность эксплуатации автомобиля / Т.А.Менухова, А.И.Солодкий // Записки Горного института. 2016. Т.219. С.444-448. DOI 10.18454/PMI.2016.3.444

Введение. Сохранение (обеспечение) необходимого уровня эффективности эксплуатации автомобиля требует определенных технических воздействий. Изменение объемов этих воздействий отражается зависимостью коэффициента технического использования автомобиля от времени эксплуатации автомобиля. В свою очередь эффективность автомобиля аналитически связана с затратами на поддержание автомобиля на требуемом уровне качества [1-4]. Тогда возникает необходимость сформировать аппарат взаимосвязи комплексных показателей качества автомобиля и экономических показателей эффективности. В качестве комплексного показателя качества автомобиля рассматривается коэффициент технического использования, а затраты на эксплуатацию определяют эффективность его использования.

Методика исследований. Многочисленные теоретические исследования показали, что коэффициент технического использования автомобиля изменяется во времени эксплуатации по экспоненциальному закону:

$$k_{\text{ти}}(t) = k_{\text{ти}}(0)e^{-\beta_1 t},$$

$$k_{\text{ти}}(0) = 1,$$

где $k_{\text{ти}}(0)$ – значение коэффициента технического использования в начале эксплуатации.

Коэффициент технического использования автомобиля связан с его пробегом линейной функцией [5-7]

$$k_{\text{ти}}(L) = 1 - \alpha L,$$

где α – параметр, характеризующий изменение коэффициента технического использования в зависимости от пробега автомобиля L.

Рассмотрим динамику затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт (ТО и ТР) в зависимости от времени эксплуатации. Затраты на ТО и ТР экспоненциально возрастают, существует аналитическая связь между затратами суммарными, связанными с технической эксплуатацией автомобиля в момент списания, и коэффициентом технического использования, соответственно,

$$R(t) = R_0 e^{\beta t},$$

$$R_{\text{c}} = \frac{R_0 l_{\text{c}}}{k_{\text{ти}_{\min}}},$$

где R_0 – затраты на ТО и ТР нового автомобиля, руб./1000 км; R_{c} – затраты на ТО и ТР, которые будут к моменту списания l_{c}, руб./1000 км.

Пробег до списания автомобиля будет определяться выражением

$$k_{\text{ти}_{\min}}(L) = 1 - \alpha L_{\text{c}},$$

где L_{c} – предполагаемый пробег до списания автомобиля, км.

DOI 10.18454/PMI.2016.3.444

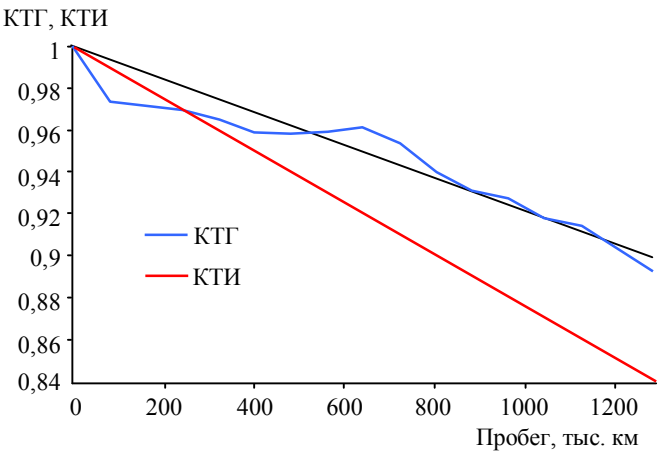


Рис.1. Изменение значений КТГ и КТИ в зависимости от пробега автомобиля

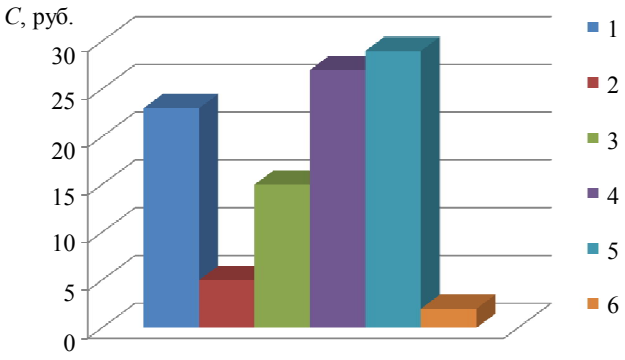


Рис.2. Распределение эксплуатационных затрат
1 – затраты на ТО и ТР; 2 – амортизация основных фондов; 3 – накладные расходы; 4 – затраты на топливо; 5 – зарплата основная; 6 – износ и ремонт шин

Были проведены экспериментальные исследования для группы автомобилей Scania. Изменение значения коэффициента технической готовности (КТГ) происходит по линейному закону:

$$k_{\text{тг}}(L) = 1 - 0{,}000079L\,.$$

С учетом аналитической связи КТГ с коэффициентом технического использования автомобиля (КТИ) и данных исследуемого предприятия определим зависимость между КТИ и пробегом автомобиля (рис.1):

$$k_{\text{ти}} = k_{\text{тг}} k_{\text{пп}}\,,$$

где $k_{\text{пп}}$ – коэффициент планируемого применения автомобиля

$$k_{\text{пп}}(L) = 1 - 0{,}000125L\,.$$

Определим затраты на эксплуатацию автомобиля на соответствующих интервалах (рис.1) пробега.

На рис.2 представлено распределение эксплуатационных затрат, по данным предприятия связанных с эксплуатацией подвижного состава, что говорит о высоком удельном весе затрат на топливо, ТО и на заработную плату водителей.

В себестоимости перевозок доля затрат по переменным статьям составляет, как правило, более 75 %.

В данном исследовании решаются задачи, связанные с затратами на обеспечение надежной работы автомобилей. В этом случае за критерий эффективности можно принять суммарные удельные затраты на 1000 км пробега автомобиля, т.е.

$$C_{\text{уд}} = \frac{C_{\text{ш}} + C_{\text{т}} + C_{\text{ТО}} + C_{\text{ТР}} + C_{\text{ам}}}{L}\,,$$

где $C_{\text{ш}}$ – затраты на шины, руб.; $C_{\text{т}}$ – затраты на топливо и эксплуатационные материалы, руб.; $C_{\text{ТО}}$ – затраты на ТО, руб.; $C_{\text{ТР}}$ – затраты на ТР, руб.; $C_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления, руб.; L – пробег автомобиля, 1000 км.

На рис.3 представлены затраты на эксплуатацию автомобиля без учета стоимости запасных частей и агрегатов, заменяемых на автомобиле при проведении ремонтных работ:

• затраты ТР1, определяемые при реализации метода оперативного анализа удельной трудоемкости ТО и ТР;

• затраты ТР2, определяемые в случае применения в качестве расчетного цикла пробега автомобиля с начала эксплуатации до момента фиксации значения удельной трудоемкости ТО и ТР.

Следует отметить два обстоятельства:

• Речь идет об одной группе автомобилей, но рассматриваются два различных метода определения удельной трудоемкости работ по ТР, поэтому принимается следующее допущение: затраты на ТО, шины, топливо, эксплуатационные материалы и амортизационные отчисления принимаются равными для первого и второго случая.

• Текущий ремонт автомобилей на предприятии осуществляется агрегатным способом, поэтому трудоемкость работ по ТР автомобилей относительно невелика. При этом затраты на запасные части

DOI 10.18454/PMI.2016.3.444

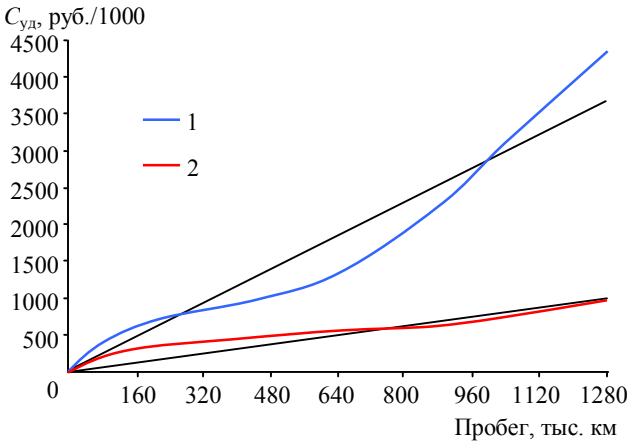


Рис.3. Затраты на эксплуатацию автомобиля
1 – затраты ТР1; 2 – затраты ТР2

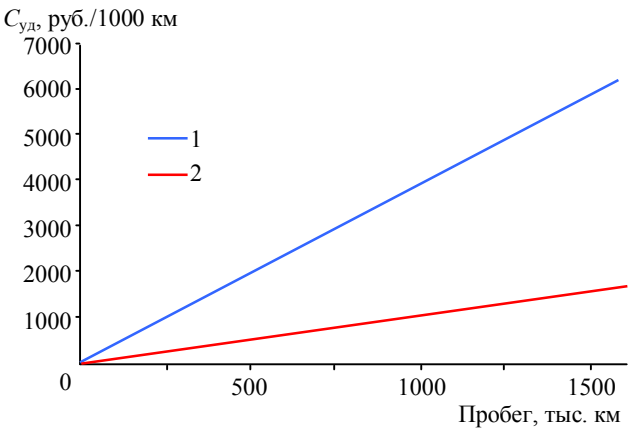


Рис.4. Затраты на эксплуатацию автомобиля с учетом стоимости запчастей
1 – затраты ТР1; 2 – затраты ТР2

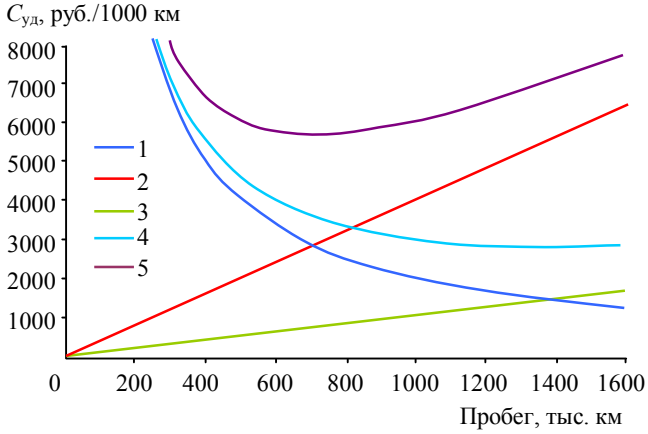


Рис.5. Минимальные затраты на ТО и ТР с учетом стоимости автомобиля
1 – приведенная стоимость автомобиля, руб./1000 км; 2 – затраты на эксплуатацию автомобиля ТР1, руб./1000 км; 3 – затраты на эксплуатацию автомобиля ТР2, руб./1000 км; 4 – сумма ТР1; 5 – сумма ТР2

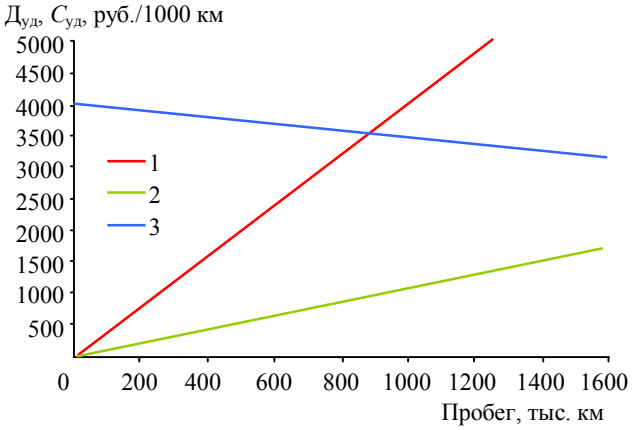


Рис.6. Удельные доходы и удельные затраты
1 – затраты на эксплуатацию автомобиля ТР1; 2 – затраты на эксплуатацию автомобиля ТР2; 3 – доходы от эксплуатации автомобиля, руб./1000 км

и агрегаты высоки и выделяются на предприятии в отдельную статью затрат. Удельный вес затрат на запасные части и агрегаты составляет 37,4 % от переменных затрат на эксплуатацию автомобиля. Отметим, что данная информация хорошо коррелируется с данными различных источников по эксплуатации грузовых автомобилей иностранного производства.

На рис.4 представлены затраты на эксплуатацию автомобиля с учетом стоимости запасных частей и агрегатов, заменяемых на автомобиле при проведении ремонтных работ.

Определим минимальные затраты на ТО и ТР с учетом стоимости автомобиля, приведенной к пробегу,

$$\overline{C} = \frac{C_a}{L},$$

где C_a – стоимость нового автомобиля, руб.

Для определения оптимального значения пробега автомобиля (коэффициента технического использования) при его списании, обеспечивающего минимум затрат на техническую эксплуатацию, необходимо определить функцию (рис.5)

$$d(L_c) = \frac{C_a}{L} + C_{уд}(L_c).$$

Эта функция является выпуклой вниз [$d''(L_c)>0$]. Найдем первую производную и приравняем ее к нулю. Определим значения экстремума функции в первом и во втором случае: $L_c^1 = 710$ км; $L_c^2 = 1380$ км [8].

DOI 10.18454/PMI.2016.3.444

Экономию удельных затрат на эксплуатацию автомобиля можно определить по формуле:

$$Э_{уд} = C^1_{уд}(L^2_c - L^1_c) = 3{,}965\cdot(1380 - 710) = 2656 \text{ руб./1000 км.}$$

Определим значения дохода от эксплуатации автомобиля с учетом коэффициента технического использования автомобиля (рис.6):

$$Д_{уд} = \frac{T_{100км} k_{ти} 1000}{100},$$

где $T_{100км}$ – тариф за 100 км пробега автомобиля, руб./100км.

Значение рентабельности эксплуатации автомобиля

$$R = \frac{Д_{уд} - C_{уд}}{C_{уд}} \cdot 100 .$$

Зависимость рентабельности от пробега подвижного состава

Пробег, 1000 км	КТИ	C	$C_{уд}^1$	$C_{уд}^2$	$Д_{уд}$	R
80	0,99	25000	317,22	83,94	3960	1148,00
160	0,98	12500	634,45	167,89	3920	517,84
240	0,97	8333	951,68	251,83	3880	307,69
320	0,96	6250	1268,91	335,78	3840	202,62
400	0,95	5000	1586,14	419,72	3800	139,57
480	0,94	4166	1903,37	503,67	3760	97,54
560	0,93	3571	2220,60	587,62	3720	67,52
640	0,92	3125	2537,83	671,56	3680	45,00
720	**0,91**	**2777**	**2855,06**	**755,51**	**3640**	**27,49**
800	0,9	2500	3172,29	839,45	3600	13,48
880	0,89	2272	3489,52	923,40	3560	2,01

Зависимость рентабельности от пробега подвижного состава представлена в таблице. Выделен нормальный уровень рентабельности.

Выводы

Для определения пробега срока рациональной службы автомобиля необходимо оперативно учитывать затраты на эксплуатацию автотранспортных средств. Полученные значения не являются усредненными данными для всего срока эксплуатации автотранспортных средств, а учитывают затраты по отдельным интервалам технического обслуживания.

Методика оперативного анализа затрат также содержит ряд особенностей и позволит достичь сопоставимости результатов определения пробега эффективной эксплуатации автотранспортных средств в процессе планирования, корректирования и конкретизации для анализа состояния автотранспортных средств и организации управляющих воздействий в системе жизненного цикла автомобиля. Для расчета производственной программы по ТО и ТР за расчетный цикл принимается пробег за полный цикл ТО, поэтому методика определения затрат на ТО и ТР адаптирована к этому условию.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авдонькин Ф.Н.* Оптимизация изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации. М.: Транспорт,1993. 350 с.

2. *Бондаренко В.А.* Концепция и технологические основы ремонта транспортных средств в условиях постиндустриальной экономики. Автореф. дис…д-ра экон. наук / Оренбургский государственный университет. 1996. 84 с.

3. *Денисов И.В.* Разработка методики оценки технического состояния систем автомобиля, влияющих на безопасность движения / И.В.Денисов, Ю.В.Баженов // Транспорт, экология – устойчивое развитие: Материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф. Варна: Изд-во Технического ун-та. 2010. С.401-406.

4. *Дьяченко И.И.* Методические основы управления автотранспортными отходами в регионе на этапе эксплуатации автомобильного транспорта: Автореф. дис…канд. техн. наук. М.: Изд-во МАДИ, 2002. 19 с.

5. *Кудряшов Ю.А.* Автоматизированные методы управления технической эксплуатацией автомобилей / Ю.А.Кудряшов, Б.Д.Прудовский, В.В.Ухарский // Л.: ЛДНТП, 1989. 63 с.

6. *Терентьев А.В.* Метод оперативного анализа технического состояния автомобиля. / А.В.Терентьев, Б.Д.Прудовский // Записки Горного института. 2014. Том 209. С.197-199.

7. *Терентьев А.В.* Управление жизненным циклом автомобиля на стадии эксплуатации // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 3(50). С.228-231.

8. *Terentiev A.V., Menukhova T.A.* The Methodology of the Operating Cost Accounting in Identifying Mileage of Efficient Motor Vehicle Operation // International Journal Of Economics And Financial Issues. 2015. Vol.5. N 3S. http://www.econjournals.com/index.php/ijefi/article/view/1709/pdf.

***Авторы*: Т.А.Менухова**, *канд. техн. наук*, *доцент*, *тел-ta@yandex.ru* (*Санкт-Петербургский горный университет*, *Россия*), **А.И.Солодкий**, *д-р экономических наук*, *профессор*, *asolodkiy@mail.ru* (*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет*, *Россия*).

Статья принята к публикации 25.02.2016.

DOI *10.18454/PMI.2016.3.444*

ECONOMIC EFFICIENCY OF CAR

T.A.MENUKHOVA[1], A.I.SOLODKIY[2]
[1] *Saint-Petersburg Mining University*, *Russia*
[2] *Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*, *Russia*

The paper presents an algorithm for determining the rational life of the vehicle through relationship quality indicators of the car and cost efficiency. As an integrated indicator of the car is considered a technical factor of use and operating costs determine the efficiency of its use.

Methods of operational cost analysis includes a number of features and allows you to achieve comparability of results of the determination run efficient operation of motor vehicles in the process of planning, adjusting and specificity for the analysis of vehicles and organization of control actions in the lifecycle of a vehicle during its operation.

Key words: economic efficiency, the use of the technical factor, the control system, the life cycle of the car.

***How to cite this article*:** Menukhova T.A., Solodkiy A.I. Economic efficiency of car. Zapiski Gornogo instituta. 2016. Vol.219, p.444-448. DOI 10.18454/PMI.2016.3.444

REFERENCES

1. *Avdon'kin F.N.* Optimizatsiya izmeneniya tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobilya v protsesse ekspluatatsii (*Optimization of change of technical condition of the vehicle during operation*). Moscow: Transport, 1993, p.350.

2. *Bondarenko V.A.* Kontseptsiya i tekhnologicheskie osnovy remonta transportnykh sredstv v usloviyakh postindustrial'noi ekonomiki (*The concept and technological bases of repair vehicles in a post-industrial economy*). Avtoref. dis…d-ra ekon. nauk. Orenburgskii gosudarstvennyi universitet. 1996. 84 p.

3. *Denisov I.V.*, *Bazhenov Y.V.* Razrabotka metodiki otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya sistem avtomobilya, vliyayushchikh na bezopasnost' dvizheniya (*The Development of methods of estimation of technical condition of the car's systems, affecting safety*). Transport, ekologiya – ustoichivoe razvitie: Materialy XVI Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Varna: Izd-vo Tekhnicheskogo un-ta. 2010, p.401-406.

4. *D'yachenko I.I.* Metodicheskie osnovy upravleniya avtotransportnymi otkhodami v regione na etape ekspluatatsii avtomobil'nogo transporta (*Methodical bases of management of waste transport in the region during operation of motor transport*): Avtoref. dis…kand. tekhn. nauk. Moscow: Izd-vo MADI, 2002. 19 p.

5. *Kudryashov Y.A.*, *Prudovsky B.D.*, *Ukharskiy V.V.* Avtomatizirovannye metody upravleniya tekhnicheskoi ekspluatatsiei avtomobilei (*Automated methods of management of technical maintenance of cars*). Leningrad: LDNTP, 1989. 63 p.

6. *Terentiev A.V.*, *Prudovsky B.D.* Metod operativnogo analiza tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobilya (*Method operational analysis of technical condition of the car*). Zapiski Gornogo instituta. 2014. Vol.209, p.197-199.

7. *Terentiev A.V.* Upravlenie zhiznennym tsiklom avtomobilya na stadii ekspluatatsii (*Lifecycle management of the car during the operational phase*). Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2015. N 3(50), p.228-231.

8. *Terentiev A.V.*, *Menukhova T.A.* The Methodology of the Operating Cost Accounting in Identifying Mileage of Efficient Motor Vehicle Operation. International Journal of Economics and Financial Issues, Vol.5, N.3S, 2015. http://www.econjournals.com/index.php/ijefi/article/view/1709/pdf.

***Authors*: T.A. Menukhova**, *PhD in Engineering Sciences*, *associate professor*, *men-ta@yandex.ru* (*Saint-Petersburg Mining University*, *Russia*), **A.I. Solodkiy**, *Dr. of Economic Sciences*, *professor*, *asolodkiy@mail.ru* (*Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*, *Russia*).

Manuscript Accepted 25.02.2016.