

**Т. С. Башевая**

**Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,  
г. Макеевка**

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЯ**

*Проведен анализ способов и методик определения оптимального времени эксплуатации автомобиля в Украине и в мире. Установлены факторы, которые влияют на смену удельных эксплуатационных расходов. Обоснована и приведена формула для расчета удельных расходов на эксплуатацию автомобиля с учетом экологической составляющей.*

***Ключевые слова:** автомобильный транспорт, атмосферный воздух, срок эксплуатации, экологический ущерб, «старение» автомобиля*

#### **Введение**

Автомобиль, хотя и является предметом длительного пользования, все же имеет конечный срок эксплуатации. По данным статистики, каждый год в Украине из эксплуатации выводится от 100 до 200 тысяч машин. Сегодня в Украине утилизации подлежит уже свыше 1 млн автомобилей, не пригодных для эксплуатации. Согласно проведенным аналитическим исследованиям на сегодняшний день оптимальное время эксплуатации легкового автомобиля в Украине составляет от 7 до 12 лет в зависимости от условий эксплуатации, технических характеристик автомобиля и экономической целесообразности [1]. Для сравнения, срок эксплуатации автомобилей на уровне Германии составляет 4–5 лет [2]. По данным компании Honda, средний возраст автомобилей данной фирмы, поступающих на утилизацию в США, составляет всего 7 лет [3]. В США ежегодно на утилизацию поступает 14–15 миллионов автомобилей с общей массой более 20 миллионов тонн. Сбором, демонтажем, утилизацией отслуживших автомобилей занимается более 20 тысяч малых предприятий, после которых автомобильные остатки поступают на один из шредерных заводов, которых в стране более двухсот. Следует проанализировать причины по которым разница в длительности эксплуатации автомобилей одного и того же вида в Украине и странах СНГ в 2–2,5 раза превышает значения, характерные для экономически развитых стран Европы, США и т. д.

#### **Цель работы**

Анализ способов и методик определения оптимального времени эксплуатации автомобиля и обоснование необходимости учета экологической составляющей.

#### **Постановка проблемы**

На практике экономически целесообразный срок замены автомобиля зависит от времени его полного износа, условий эксплуатации и экономических условий. Определение оптимального срока замены автомобиля с учетом режима работы и метода амортизации осуществляется с использованием показателей рентабельности эксплуатации машины, определенной по показателям финансовой отчетности и рыночным показателям. Затраты имеют весьма сложную структуру. В упрощенном виде состав затрат на содержание и эксплуатацию машин можно представить выражением [4]:

$$Z(t) = \sum \left( \left[ A_i(t) + Z_i + Z_{ПЭБi} + Z_{ВСi} + H_i + Z_{ПР} \right] + \left[ Z_{ГСМi}(t) + Z_{ТОРi}(t) + Z_{ПЕРi}(t) \right] \right), \quad (1)$$

где  $i$  – порядковый номер единицы техники в парке;

$A_i(t)$  – амортизационные отчисления;

$Z_i$  – зарплата машинистов;

$Z_{ПЭБi}$  – затраты на содержание производственно-эксплуатационной базы;

$Z_{ВСi}$  – отчисления в вышестоящую организацию, учредителям и т. п.;

$H_i$  – налоги;

$Z_{ПП}$  – прочие отчисления (на страховки, банковские проценты по кредитам, лизинговые платежи, разрешения, техосмотры и др.);

$Z_{ГСМi}$  – затраты на горюче-смазочные материалы и рабочие жидкости;

$Z_{ТОРi}$  – затраты на технические обслуживания и ремонты, в том числе на запчасти и быстроизнашивающиеся части (БИЧ);

$Z_{ПЕРi}$  – затраты на перебазировку техники.

Первое слагаемое выражения в квадратных скобках экономисты рассматривают как условно-постоянные затраты  $Z_{ПОСТ}(t)$ , не зависящие от количества отработанных машино-часов за расчетный период. Второе слагаемое – переменные затраты  $Z_{ПЕР}(t)$ , возрастающие пропорционально отработанному времени. Оптимальный срок службы автомобиля может быть определен по минимуму удельных затрат (рисунок 1), приходящихся на машино-часы работы автомобиля, максимуму удельной прибыли, заданному уровню рентабельности [5].

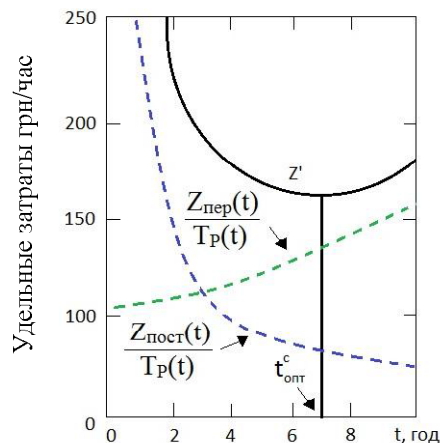


Рисунок 1 – Характеристика затрат при эксплуатации автомобиля

Удельные затраты, приведенные к машино-часам эксплуатации определяются по формуле:

$$z'(t) = (Z_{ПОСТ}(t) + Z_{ПЕР}(t)) / T_P(t), \quad (2)$$

где  $T_P(t)$  – продолжительность периодов времени пребывания машины в работоспособном состоянии;

$Z_{ПЕР}(t)$  – переменная составляющая эксплуатационных затрат;

$Z_{ПОСТ}(t)$  – условно-постоянные затраты;

$t$  – возраст машины, год.

Анализ большого числа методик определения оптимального срока службы автомобилей, разработанных в отечественной и зарубежной науке и использующих в качестве критерия минимум затрат, показывает, что все они обладают рядом существенных недостатков. В

частности, при большом количестве экспериментальных и теоретических подтверждений о негативном влиянии автомобиля на окружающую среду, при определении оптимального срока замены автомобиля не учитывается экологическая составляющая, которая показывает увеличение негативного влияния на окружающую среду с увеличением возраста автомобиля.

### *Результаты исследований*

В результате эксплуатации, а также физических и химических процессов, происходящих в автомобиле, его узлы и механизмы постепенно изнашиваются, техническое состояние ухудшается, и как следствие – увеличивается количество вредных выбросов в атмосферу. С точки зрения наносимого экологического ущерба, автотранспорт лидирует во всех видах негативного воздействия. В отработанные газы входит больше 1000 различных вредных веществ, которые оказывают негативное влияние на человека и окружающую среду. Основными являются: оксид углерода, углеводороды, оксиды азота, альдегиды, соединения серы, твердые частицы и канцерогенные вещества, к которым относятся сложные ароматические углеводороды полициклического строения (основной элемент которых бензапирен), соединения свинца. Если оценивать уровень вклада автомобильного транспорта в общее загрязнение атмосферного воздуха в Украине, то его доля по оксиду углерода составляет 49 %, по углеводородам – 32 %, по оксидам азота – 20 %. И как следствие вклад автомобильного транспорта в суммарные выбросы вредных веществ городов Украины составляет около 70 %, а в районах транспортных магистралей содержание вредных компонентов в атмосферном воздухе превышает предельно допустимые концентрации. Наблюдения показали, что в домах, расположенных рядом с дорогой (до 10 м), жители болеют раком в 3–4 раза чаще, чем в домах, удаленных от дороги на расстоянии 50 м. Уровень воздействия на организм человека и количество вредных веществ зависит от: дальности расположения жилого здания от стоянки, трассы, дороги; особенностей жилой застройки, а также эксплуатационных характеристик автомобиля. В некоторых городах Украины выбросы автотранспорта составляют больше половины от всех выбросов. Например, в Киеве и Виннице – 77 %, Евпатории и Ужгороде – 91 %, Ялте, Полтаве, Хмельницком – 88 %, Львове – 79 %, Черновцах – 75 % от общего количества выбросов [9]. Наиболее загрязнена атмосфера городов автотранспортом в Кривом Роге, Мариуполе, Запорожье, Днепропетровске, Днепродзержинске и Донецке.

У современных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) нормативный срок службы 300–500 тыс. км пробега. На территории стран СНГ установленный срок снижен до 100–300 тыс. км, что обусловлено худшим состоянием дорожного покрытия и более низкими температурами в осенне-зимний период [6].

Таблица 1 – Влияние неисправностей автомобиля на увеличение выбросов вредных веществ в атмосферу

Вид неисправности	Увеличение выбросов, %	
	СО	СН
Неправильная регулировка системы холостого хода	34–40	30–35
Увеличение уровня топлива в поплавковой камере	50	–
Негерметичность клапана экономайзера	40–50	60–70
Износ деталей ускорительного насоса	до 10	до 40
Повышение сопротивления воздушного фильтра	25	30
Раннее зажигание	12–16	15–20
Увеличение зазора между электродами свечей	–	до 30
Отказ свечи зажигания четырехцилиндрового двигателя	–	до 100
Предельный износ цилиндро-поршневой группы	–	до 120

Количество вредных выбросов (на 1 автомобиль в год): Украина – 0,358 т; США – 0,239 т; Германия – 0,172 т. На состав отработанных газов и их количество в большей степени влияет техническое состояние автомобиля. Увеличение выбросов токсичных веществ от ДВС происходит при износе цилиндро-поршневой группы, отложении нагара на стенках камеры сгорания, в связи с увеличением потерь в трансмиссии и сил сопротивления движению и иных неисправностях, которые обусловлены сроком эксплуатации (таблица 1). Подобные неисправности, как правило, вызывают повышенный расход топлива, что делает приоритетным выполнение соответствующего ремонта для обеспечения экономической целесообразности эксплуатации транспортного средства. При этом, по нашему мнению, следует учитывать и экологические затраты  $Z_{ЭКОЛ}(t)$ , которые в свою очередь обосновывают экологическую целесообразность эксплуатации автомобиля. К данному виду затрат следует относить: настройку аппаратуры и своевременную профилактику работы автомобиля для снижения эмиссии токсичных газов, установку каталитического нейтрализатора в выхлопной системе транспортного средства, который со временем теряет свои свойства и требует замены, а также следует учитывать величину экологического ущерба окружающей среде, величина которого увеличивается по мере старения автомобиля.

В отличие от методик расчета оптимального срока службы автомобилей, утвержденные методики оценки ущерба, причиняемого годовыми выбросами в атмосферный воздух автотранспортом, учитывают показатель старения автомобиля:

$$V = \gamma \sigma \left( \sum_i A_i m_i L_i K_{TC} + \sum_j A_j m_j L_j K_{TC} \right), \text{ грн/год}, \quad (3)$$

где  $\gamma$  – множитель, значение которого принято в Украине в 1997 г. в качестве удельной платы за выброс в атмосферу 1 т оксида углерода;

$\sigma$  – множитель, отражающий относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов;

$A$  – показатели относительной агрессивности примесей соответственно  $i$ -го и  $j$ -го типа усл. т/т.;

$m$  – удельный выброс  $i$ -го вредного вещества соответственно на 1 км пробега, г/км;

$L$  – среднестатистический годовой пробег автомобиля  $i$ -ой,  $j$ -ой группы, тыс. км;

$K_{TC}$  – коэффициент, учитывающий техническое состояние автомобиля и двигателя (таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость уровня выбросов вредных веществ от срока эксплуатации автомобиля

Срок эксплуатации автомобиля	$K_{TC}$			
	СО	СН	NO <sub>2</sub>	БП
до 2-х лет	1	1	1	1
от 2 до 5 лет	1,3	1,2	0,95	1,3
от 5 до 10 лет	1,5	1,4	0,93	1,7
свыше 10 лет	1,7	1,6	0,9	2,0

При эксплуатации автомобиля с использованием одного и того же вида топлива величина экологического ущерба от данного транспортного средства увеличивается в 1,5–1,7 раз через 8 лет и в 2 раза через 10–12 лет, если сравнивать с новым транспортным средством (рисунок 2).

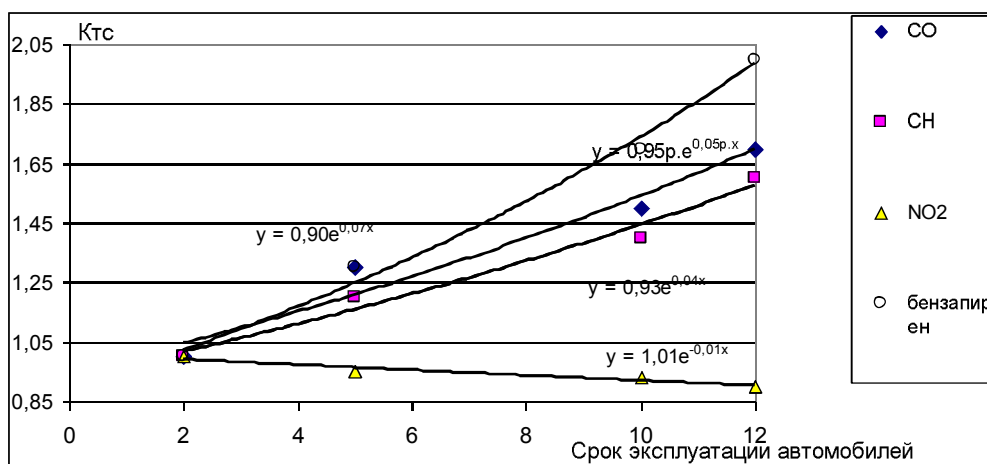


Рисунок 2 – Влияние срока эксплуатации автомобиля на величину экологического ущерба

С учетом приведенных аспектов удельные затраты на эксплуатацию и, как следствие, оптимальный срок службы автомобиля, следует определять по формуле:

$$z'(t) = (Z_{\text{ПОСТ}}(t) + Z_{\text{ПЕР}}(t) + Z_{\text{ЭКОЛ}}(t)) / T_P(t). \quad (4)$$

### Выводы

Проведенный анализ применяемых в Украине методик определения оптимального срока службы автомобиля показал, что недостаточно в качестве основного критерия учитывать экономические затраты на эксплуатацию автомобиля (затраты на технические обслуживания, ремонты и др.). Для более точного определения оптимального времени эксплуатации и удовлетворения требованиям экологического законодательства следует учитывать экологические затраты  $Z_{\text{ЭКОЛ}}(t)$ , возникающие при эксплуатации автомобиля, в том числе эколого-экономический ущерб. Анализ экологического ущерба позволил установить, что оптимальное время эксплуатации легкового автомобиля не должно превышать 7–8 лет.

### Список литературы

1. Леонов С. В. Оценка нормативных сроков службы и индивидуальных сроков эксплуатации техники / С. В. Леонов // Вісник СумДУ. – 2002. – № 7 (40). – С. 166–174.  
Leonov S. V. Otsenka normativnykh srokov sluzhby i individualnykh srokov ekspluatatsii tekhniki (Standard operation time and individual operation life of equipment) / S. V. Leonov // Visnyk SumDU. – 2002. – № 7 (40). – S. 166–174.
2. Денисов В. Н. Проблемы экологизации автомобильного транспорта / В. Н. Денисов, В. А. Рогалев. – СПб.: МАНЭБ, 2003. – 213 с.  
Denisov V. N. Problemy ekologizatsii avtomobilnogo transporta (The problem of automobile vehicle ecologization) / V. N. Denisov, V. A. Rogalev. – SPb.: MANEB, 2003. – 213 s.
3. John Stark Product Lifecycle Management: 21st Century Paradigm for Product Realisation. – London: Springer, England, 2011. – P. 586.
4. Репин С. В. Оптимизация возрастной структуры парка строительных машин / С. В. Репин // Строительные и дорожные машины. – 2006. – № 9. – С. 28–31.  
Repin S. V. Optimizatsiya vozrastnoi struktury parka stroitelnykh mashin (The optimization of the age structure of fleet of construction machinery) / S. V. Repin // Stroitelnyye i dorozhnyye mashiny. – 2006. – № 9. – S. 28–31.
5. Колегаев Р. Н. Определение наиболее выгодных сроков службы машин / Р. Н. Колегаев. – М.: Экономиздат, 1963. – 227 с.  
Kolegayev R. N. Opredeleniye naivygodnykh srokov sluzhby mashin (The most profitable automobile lifetime determination) / R. N. Kolegayev. – M.: Ekonomizdat, 1963. – 227 s.
6. Двигатели внутреннего сгорания: в 3-х книгах / В. Н. Луканин, К. А. Морозов, А. С. Хачиян и др.; под ред. В. Н. Луканина и М. Г. Шатрова. – 4-е изд., исправленное. – М.: Высшая школа, 2010. – Кн. 1: Теория рабочих процессов: учебник для вузов. – 479 с.

Dvigateli vnutrennego sgoraniya: v 3-kh knigakh / (The internal combustion engines: in 3 books) – V. N. Lukanin, K. A. Morozov, A. S. Khachiyani i dr.; pod red. V. N. Lukanina i M. G. Shatrova. – 4-ye izd., ispravlennoye. – M.: Vysshaya shkola, 2010. – Kn. 1: Teoriya rabochikh protsessov: uchebnyk dlya vuzov / The theory of working processes: college textbook. The book 1. – 479 s.

7. Парсаданов І. В. Підвищення якості і конкурентоспроможності дизелів на основі комплексного паливно-екологічного критерію / І. В. Парсаданов. – Х.: Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2003. – С. 23

Parsadanov I. V. Pidvyshchennya yakosti i konkurentnospromozhnosti dyzeliv na osnovi kompleksnoho palyvno-ekologichnogo kryteriyu (The improvement of quality and competitiveness of Diesel engines on the basis of complex fuel and ecological criterion) / I. V. Parsadanov. – KH.: Vydavnychy tsestr NTU "KHPH", 2003. – S. 23.

8. Звонов В. О. Стан та проблеми екології автомобільного транспорту України / В. О. Звонов, А. М. Редзюк // Автошляховик України. – 1995. – № 4. – С. 17–24.

Zvonov V. O. Stan ta problem ekologii avtomobilnogo transportu Ukrainy (State and problems of automobile transport ecology of Ukraine) / V. O. Zvonov, A. M. Redzyuk // Avtoshlyakhovyk Ukrainy. – 1995. – № 4. – S. 17–24.

9. Промышленно-транспортная экология / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер и др. – М.: Высш. шк., 2001. – С. 273.

Promyshlenno-transportnaya ekologiya (Industrial and transport ecology) / V. N. Lukanin, M. G. Shatrov, G. M. Kamfer i dr. – M.: Vyssh. Shk., 2001. – S. 273.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С. П. Висоцький, АДІ ДонНТУ.

Стаття надійшла до редакції 07.11.12

*Т. С. Башева*

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка*

**Екологічні та економічні витрати при експлуатації автомобіля**

Статтю присвячено визначенню оптимального часу експлуатації автомобіля з урахуванням екологічної складової. Висвітлено проблему збільшення негативного впливу автомобіля на довкілля із зростанням його «віку». Збільшення викидів токсичних речовин від ДВЗ відбувається при зносі циліндро-поршневої групи, відкладенні нагару на стінках камери згоряння, у зв'язку зі збільшенням втрат у трансмісії й сил опору руху та інших несправностях, що обумовлені терміном експлуатації. Показано, що для точнішого визначення оптимального часу експлуатації з дотриманням вимог екологічного законодавства слід враховувати екологічні витрати  $Z_{еко}(t)$ , які виникають при експлуатації автомобіля, у тому числі еколого-економічний збиток. На підставі аналізу екологічного збитку встановлено, що оптимальний час експлуатації легкового автомобіля не повинен перевищувати 7–8 років.

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ТЕРМІН ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ЕКОЛОГІЧНИЙ ЗБИТОК, «СТАРІННЯ» АВТОМОБІЛЯ

*T. S. Bashevaya*

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka*

**Environmental and Economic Costs Occurred in Car Operation**

The analysis of ways and methods for determination of optimal time of car operation in Ukraine and in the world has been made. The factors which affect the specific operating costs change have been defined. It has been established that it is inefficient to consider the economic costs on the car operation as the main criterion. These costs are for combustive and lubricating materials and working liquids, maintenance and repair, rebasing technical equipment. For more precise determination of optimal time of operation and meeting the requirements of environmental legislation the  $Z_{eco}(t)$  ecological costs, namely, eco-economic damages occurred while operating the car should be considered. The formula for car operation specific consumption calculation due to the ecological aspect has been justified and given. While operating the car and running on the same fuel type the rate of ecological damage caused by this transport vehicle increases in 1,5-1,7 after 8 years and doubles after 10–12 years compared with the new transport vehicle. Due to the ecological damage analysis it has been possible to establish that the optimal time of car operation should not exceed 7–8 years.

AUTOMOBILE TRANSPORT, ATMOSPHERIC AIR, NOTION OF OPERATION, ECOLOGICAL COST, AUTOMOBILE OBSOLESCENCE