

УДК 656.13

Южанин Игорь Николаевич

ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Россия, Санкт-Петербург¹

Аспирант кафедры организации перевозок и безопасности движения

E-Mail: iyrazer0@gmail.com

Обзор методов определения пробега до списания подвижного состава автомобильного транспорта

Аннотация: Проблема определения ресурса до списания автомобиля становится все более актуальной для России. Существующая на данный момент система технического обслуживания и ремонта устарела, она не отвечает современным условиям экономики, что не позволяет определить оптимальный ресурс автомобиля. Определение ресурса автомобиля в различных условиях эксплуатации имеет весьма важное практическое значение. Это создает предпосылки для более совершенного планирования транспортного процесса технического обслуживания и ремонта автомобилей. Для этого был проведен анализ методов определения пробега до списания автомобиля. Данная статья раскрывает суть существующих методов обоснования вывода автомобилей из эксплуатации и дает краткий анализ этих методов. Приведены пять основных групп методов, каждая из которых подразделяется еще на несколько методик расчета ресурса автомобиля. Существующие методы определения ресурса подвижного состава не позволяют установить пробег до списания автомобилей зарубежного производства в условиях эксплуатации транспортных средств в России. Поэтому для определения реального пробега до списания автомобиля необходимо проводить дополнительные исследования и, основываясь на полученной информации и проанализированных методах определения ресурса, выработать методику, которая будет удовлетворять современным требованиям экономики и общества к автомобилю.

Ключевые слова: Безотказная работа; индекс доходности; исходная сумма капиталовложений; наработка на отказ; система технического обслуживания и ремонта; технико-экономический метод; экономико-вероятностный метод; подвижной состав автомобильного транспорта.

Идентификационный номер статьи в журнале 82TVN214

¹ 192128, Санкт-Петербург, Новоизмайловский пр-т, д. 16К3, ком. 66

Существующая на данный момент в нашей стране система технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) сформировалась в основном в 50 – 60-е года и явилась для того времени прогрессивной формой поддержания работоспособности подвижного состава. Формирование ее структуры определялось установившимся уровнем надежности и качества изготовления автомобилей, условиями эксплуатации подвижного состава, целями, поставленными перед автомобильным транспортом и его подсистемой – технической эксплуатацией [1].

Но за прошедшие с этого времени 40 лет произошли существенные изменения в технологии изготовления и конструкции автомобилей: существенно повысился уровень надежности и качества автомобилей. Изменились и условия коммерческой эксплуатации подвижного состава, условия и методы организации перевозок грузов [1].

Определение ресурса автомобиля в различных условиях эксплуатации имеет весьма важное практическое значение. Оценивая изменения возрастной структуры парка, можно прогнозировать изменения во времени всех реализуемых показателей парка, а именно размера, возраста, уровня надежности, дохода, расходов и т.д. Это создает надежную информационную базу для принятия решения по необходимым размерам закупки и списания подвижного состава, планированию расходов, необходимости модернизации производственно-технической базы (ПТБ). Необходимо своевременно определить тот момент, когда использование грузовых автомобилей становится экономически менее выгодным, чем замена их более совершенными конструкциями или аналогичными, но новыми, и, постепенно снижая нагрузку, вывести устаревшие грузовые автомобили из эксплуатации, не допуская излишних затрат на поддержание их в работоспособном состоянии [6].

Периодичность ТО – это наработка (в километрах пробега или часах работы) между двумя последовательно проводимыми работами ТО. При проведении ТО применяются два основных метода доведения изделия до требуемого технического состояния [6]:

- по наработке, т.е. устанавливается определенная периодичность, при достижении которой состояние изделия восстанавливается до номинального или заданного технической документацией уровня;
- по параметру технического состояния, т.е. при заданной периодичности производится контроль технического состояния и принимается решение о проведении предупредительных технических воздействий с целью доведения технического состояния изделия до номинального или установленного технической документацией уровня.

В общем виде операция ТО состоит из двух частей – контрольной и исполнительной, что необходимо учитывать при определении трудоемкости t_n и стоимости операции ТО.

$$t_n = t_k + kt_u, \quad (1)$$

где t_k и t_u – трудоемкость контрольной и исполнительной частей операций ТО;

k – коэффициент повторяемости ($0 \leq k \leq 1$).

При этом коэффициент повторяемости для случая проведения ТО по наработке $k=1$, т.е. контрольная и исполнительная части практически сливаются.

Целесообразность использования того или иного способа проведения ТО (с контролем или без него) определяется соотношением затрат на устранение и предупреждение отказов, на

контрольную и исполнительную части операции, вариации случайных величин и другими факторами.

Стоимость проведения операций ТО:

$$C_n = C_k + kC_u, \quad (2)$$

где C_k и C_u – стоимость контрольной и исполнительной частей операций ТО.

В настоящее время существуют множество методов определения пробега до списания автомобилей. Их можно соотнести по группам:

1. По допустимому уровню безотказности.
2. По допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния.
3. Техничко-экономический метод.
4. Экономико-вероятностный метод определения периодичности ТО.
5. Группа методов основанных на учете затрат ТО и Р и прибыли.

По допустимому уровню безотказности

Метод основан на выборе такой рациональной периодичности, при которой вероятность отказа элемента F не превышает заранее заданной величины, называемой риском (рис. 1) [7].

Вероятность безотказной работы определяется

$$P_d(x_i \geq l_0) \geq R_d = \gamma, \text{ т. е. } l_0 = x_\gamma, \quad (3)$$

где P_d – допустимая вероятность безотказной работы,

x_i – наработка на отказ,

$F=1-\gamma$ – риск,

l_0 – периодичность ТО,

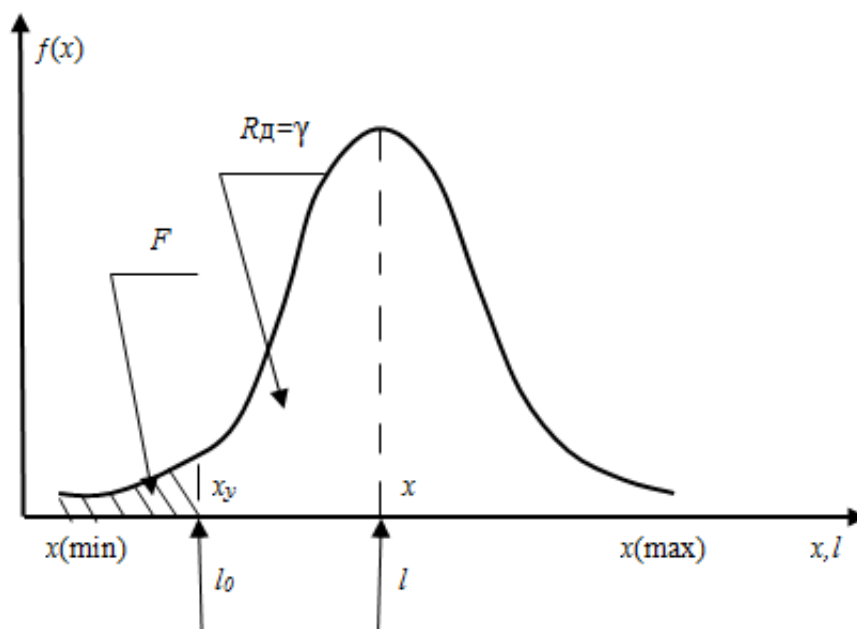
x_γ – гамма-процентный ресурс.

Для агрегатов и механизмов, обеспечивающих безопасность $R_d=0,9\dots0,98$ (90...98%), для прочих узлов и агрегатов $R_d=0,85\dots0,9$.

В этом случае периодичность значительно меньше средней наработки на отказ (рис. 1) и связана с ним следующим образом

$$l_0 = \beta \bar{l} = \beta \bar{x}_1, \quad (4)$$

где β – коэффициент рациональной периодичности, учитывающий величину и характер вариации наработки на отказ, а также принятую допустимую вероятность безотказной работы



R_d — допустимая вероятность безотказной работы;

x_i — наработка на отказ;

F — риск;

l_0 — периодичность ТО.

Рис. 1. Метод определения периодичности ТО по допустимому уровню безотказности

Определенная таким образом периодичность ТО значительно меньше средней наработки на отказ.

Данный метод нецелесообразен, т.к. необходимо большое количество вычислений из-за проведения большого числа испытаний деталей и агрегатов автомобилей.

По допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния

Изменение параметра Y у группы автомобилей происходит по-разному (рис. 2). В среднем для этой группы тенденция изменения параметра характеризуется кривой Y . По этой кривой и допустимому значению параметра Y_g можно определить среднюю наработку, когда в среднем вся совокупность изделий достигает допустимого значения параметра технологического состояния [5].

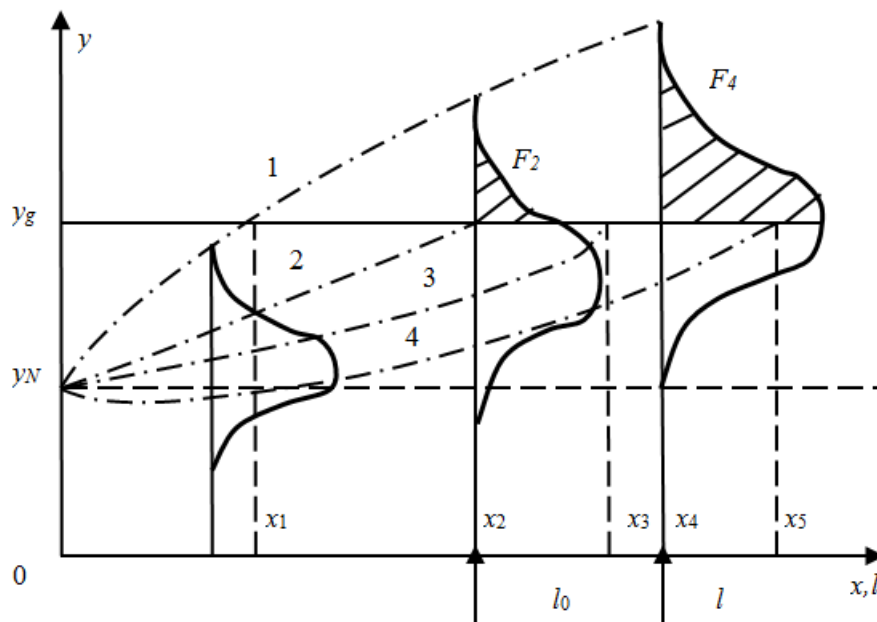


Рис. 2. Метод определения периодичности ТО по допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния

Этой средней наработке соответствует средняя интенсивность изменения параметра технического состояния. При этом те изделия, у которых интенсивность изменения параметра выше средней (1, 2, 3), достигают предельного состояния значительно раньше. Следовательно, для этих изделий при назначенной периодичности с заданной вероятностью будет зафиксирован отказ.

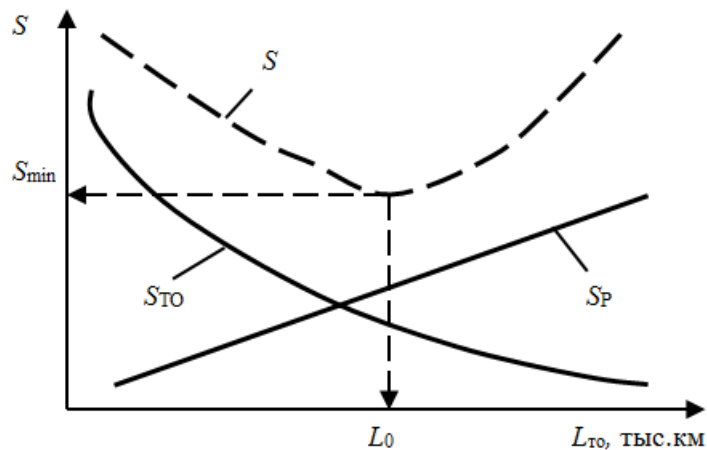
Подобная система обслуживания нерациональна, поэтому назначают такую периодичность, при которой вероятность отказа не будет превышать заданной величины риска. Этот случай соответствует большей, чем средняя, интенсивности изменения параметра технического состояния, называемой максимально допустимой.

Этот метод применяется для объектов с явно фиксируемым изменением параметра технического состояния. Это большинство изнашиваемых узлов, механизмов, соединений, техническое состояние которых поддерживается с помощью регулировочных работ (тормоза, клапанный механизм и др.).

Данный метод не учитывает экономический аспект, а также не дает полного представления об автомобиле, т.к. он учитывает только объекты с явно фиксируемым изменением параметра технического состояния.

Технико-экономический метод

Метод сводится к определению суммарных затрат на ТО и ремонт и их минимизации. Минимальным затратам соответствует оптимальная периодичность технического обслуживания (рис. 3) [6].



$S_{ТО}$ — стоимость выполнения операций ТО;

S_{P} — стоимость выполнения операций P;

L_0 — периодичность ТО.

Рис. 3. Техничко-экономический метод определения периодичности ТО

При увеличении периодичности разовые затраты на ТО или остаются постоянными или незначительно возрастают, а удельные затраты значительно сокращаются.

В данном случае оптимальное решение соответствует минимуму удельных затрат.

Определение минимума целевой функции и оптимальной периодичности ТО производится графически или аналитически.

Если при назначении уровня риска учитывать потери, связанные с дорожными происшествиями, то технико-экономический метод применим для определения оптимальных периодичностей операций, влияющих на безопасность движения.

Экономико-вероятностный метод определения периодичности ТО [2]

Этот метод обобщает предыдущие и учитывает экономические и вероятностные факторы, а также позволяет сравнивать различные стратегии и тактики поддержания и восстановления работоспособности автомобиля (рис.4).

Экономико-вероятностный метод определяет и рациональные пути совершенствования организации ТО. Действительно, при периодичности l_0 фактически требуют предупредительного воздействия те изделия (первая группа), потенциальный отказ которых может возникнуть с некоторой вероятностью P_1 (рис. 5) при наработке $l_0 < x_i < 2l_0$ (без учета вариации самой оптимальной периодичности). Изделия с потенциальной наработкой на отказ $x_i > 2l_0$ (вторая группа) могут обслуживаться не при данном обслуживании, а при последующих обслуживаниях и т.д. Вероятность этого события $P_2 = P - P_1$, поэтому при втором способе реализации предупредительной стратегии (I-2) необходимо разделение изделий первой и второй групп, которое осуществляется с помощью контроля (диагностирования), требующего дополнительных затрат.

Следовательно, профилактическая операция в контрольной своей части будет выполняться для всех изделий регулярно с оптимальной периодичностью, а в исполнительской части – по потребности с учетом результатов контроля. Вторым условием применения предварительного контроля является обеспечение достоверного разделения

(прогнозирования) с помощью диагностирования изделий, требующих обслуживания при очередном воздействии или последующих профилактических воздействиях.

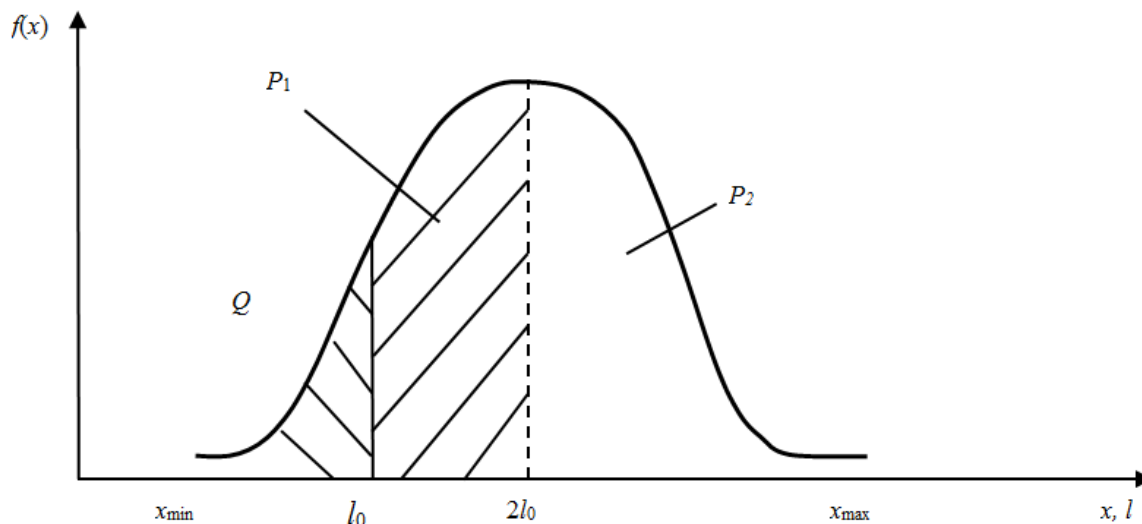


Рис. 4. Схема определения периодичности ТО экономико-вероятностным методом

Преимуществом этой стратегии является простота - ожидание отказа и его устранение. Основным недостатком - неопределенность состояния изделия, которое может отказать в любое время. Кроме того, затрудняются планирование и организация ТО и ремонта.

Группа методов основанных на учете затрат на ТО и Р и прибыли

В рыночных условиях при определении времени замены (ресурса) автомобилей применяется ряд методов [3].

Метод сравнения годовых затрат (годовой экономии) основан на сопоставлении издержек при существующем и предполагаемом к замене оборудовании. При этом годовые затраты складываются из возмещения определенного процента на вложенный капитал и текущих эксплуатационных расходов. Если замена связана с продажей старого автомобиля, то процент, который мог бы быть получен с суммы, вырученной при продаже, если бы она могла быть использована по иному назначению, также включается в сумму затрат.

Метод исходной суммы капиталовложений состоит в приведении поступлений и затрат при каждом варианте замены автомобилей к исходной сумме капиталовложений, определенной в настоящий момент. Лучшим считается вариант с наиболее низкой приведенной исходной суммой капиталовложений.

Метод индекса доходности (дисконта затрат) основывается на определении процентной ставки, по которой должен быть инвестирован капитал, необходимый для закупки нового автомобиля, чтобы обеспечить эффективность, равную доходу от приобретенного автомобиля.

Группа методов основанных на учете затрат на ТО и Р и прибыли не дают полной картины состояния автомобиля, т.к. не учитывают техническое состояние автомобиля.

Вывод:

Для определения реального пробега до списания автомобиля необходимо проводить дополнительные исследования и, основываясь на полученной информации и проанализированных методах определения ресурса, выработать методику, которая будет удовлетворять современным требованиям экономики и общества к автомобилю.

Решение данной задачи возможно с применением метода оперативного анализа технического состояния автомобиля

На сегодняшний день определение показателя нормативной трудоёмкости текущего ремонта автомобиля (ТР) осуществляется по формуле [5]

$$t_{\text{н}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{тп}i}}{L_{\text{кр}}} \cdot 1000, \text{ чел}\cdot\text{час}/1000 \text{ км}, \quad (5)$$

где $t_{\text{тп}i}$ - трудоёмкость устранения i -го отказа в пределах расчётного цикла, как правило, это пробег до капитального ремонта (КР), чел.час;

$L_{\text{кр}}$ – пробег АТС от начала эксплуатации до КР, км;

n – количество отказов.

В дальнейшем, производится корректирование показателя нормативной трудоёмкости ТР в соответствии с [4]: в зависимости от условий эксплуатации подвижного состава АТС, пробега с начала эксплуатации АТС и т.д. Применение такого метода в настоящее время затруднено по следующим причинам:

- 1) полнокомплектный капитальный ремонт (КР) практически не производится из-за отсутствия специализированных предприятий и в большинстве случаев его экономической нецелесообразности;
- 2) для АТС, конструкция которых разработана за рубежом, норматив удельная трудоёмкость ТР или КР не регламентируется;
- 3) система ТЭА большинства производителей подвижного состава предполагает учитывать условия эксплуатации, модификацию подвижного состава, пробег с начала эксплуатации и т.д., для каждой модели АТС величиной цикла ТО и регламентом проводимых работ по ТО.

Чтобы устранить существующее расхождение между теоретическими основами и практическим уровнем развития системы ТЭА авторами данного материала предлагается оценивать показатель трудоёмкости ТР для каждого интервала ТО, принимая его за расчётный цикл. Проиллюстрируем предположение условным графиком зависимости значений трудоёмкости ТР от пробега АТС (рис. 5) (составлено автором).

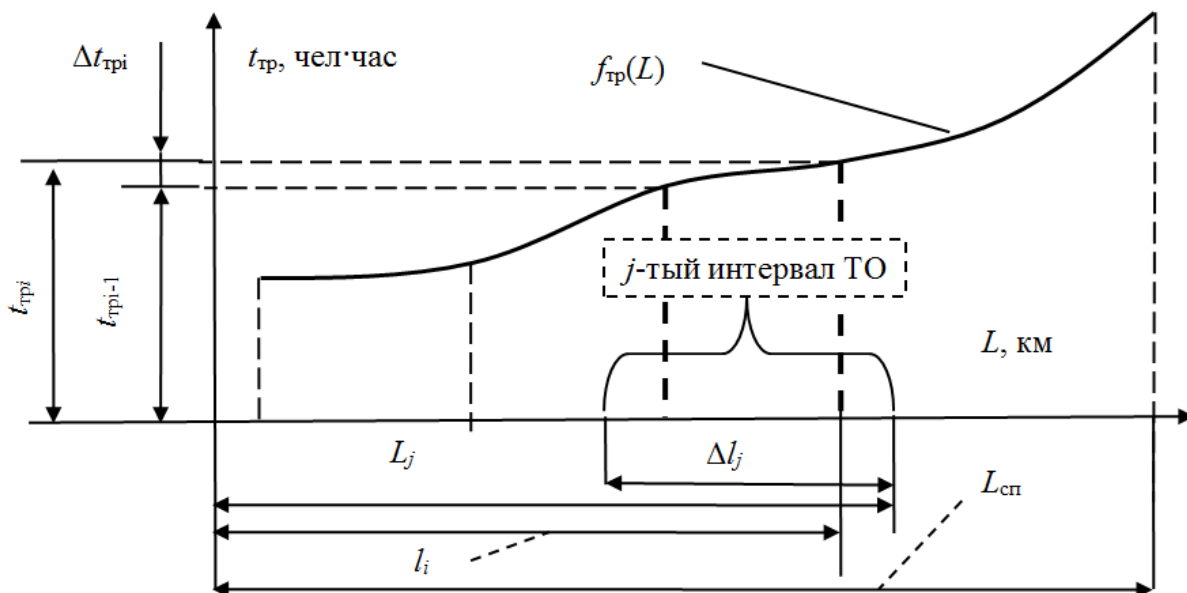


Рис. 5 - График зависимости значений трудоёмкости ТР от пробега АТС

Применяемый сегодня метод расчёта показателя трудоёмкости ТР (формула 5) в общем виде, принимает следующий вид (составлено автором)

$$T_{\text{ТР}} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t_{\text{ТР}ij}}{L_j} \cdot 1000, \text{ чел·час}/1000, \quad (6)$$

где $t_{\text{ТР}ij}$ - трудоёмкость устранения i -го отказа в пределах j -го интервала ТО, чел.час;

L_j – пробег АТС от начала эксплуатации до j -го интервала ТО, км;

m – количество интервалов ТО;

n – количество отказов.

Предлагается оценивать показатель трудоёмкости ТР для каждого интервала между двумя последовательно проводимыми ТО (Метод оперативного определения показателя трудоёмкости ТР). Тогда формула для определения показателя трудоёмкости ТР примет вид (составлено автором)

$$T_{\text{ТР}j} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{ТР}ij}}{\Delta l_j} \cdot 1000, \text{ чел·час}/1000; \quad (7)$$

где $T_{\text{ТР}j}$ – трудоёмкость ТР на j -м интервале пробега АТС;

Δl_j – пробег, соответствующий регламенту ТО, рекомендуемого производителем АТС, км.

Были проведены экспериментальные исследования для четырёх групп автомобилей. В результате удалось получить аналитические (таблица 1) и графические зависимости (рисунок 6 и 7), позволяющие определять тенденции и интенсивность изменения технического состояния автомобилей по показателю трудоёмкости ТР (составлены автором).

В результате проведенных исследований (таблица 1) для всех четырёх групп подвижного состава, получены зависимости показывающие, что изменение показателя

трудоемкость ТР происходит по полиномиальному закону. Применение предлагаемого метода оперативного определения показателя трудоемкости ТР, позволяет более точно определить изменение интенсивности приращения исследуемого параметра. Приведёнными исследованиями получены зависимости изменения функций трудоемкости ТР (предлагаемый метод), значения которых представлены в таблице 2 (составлено автором).

Таблица 1

Изменение параметра трудоемкость ТР

Группа подвижного состава		Аналитическая зависимость	R ²
Легковой автомобиль	Используемый метод	$y = 7E-08x^3 - 2E-05x^2 + 0,003x + 0,0011$	0,9816
Легковой автомобиль-такси		$y = -1E-05x^2 + 0,0051x + 0,0047$	0,9983
Грузовой автомобиль - самосвал		$y = 4E-10x^3 - 7E-07x^2 + 0,0005x + 0,0404$	0,9830
Грузовой автомобиль седельный тягач		$y = 6E-10x^3 - 1E-06x^2 + 0,001x + 0,0311$	0,9916
Легковой автомобиль	Предлагаемый метод	$y = 1E-08x^4 - 4E-06x^3 + 0,0003x^2 + 0,0011x + 0,0069$	0,9629
Легковой автомобиль-такси		$y = 3E-09x^4 - 8E-07x^3 + 5E-05x^2 + 0,0027x - 0,0082$	0,9363
Грузовой автомобиль - самосвал		$y = -2E-12x^4 + 5E-09x^3 - 5E-06x^2 + 0,0023x - 0,0166$	0,9806
Грузовой автомобиль седельный тягач		$y = -9E-13x^4 + 3E-09x^3 - 2E-06x^2 + 0,001x + 0,0246$	0,9730

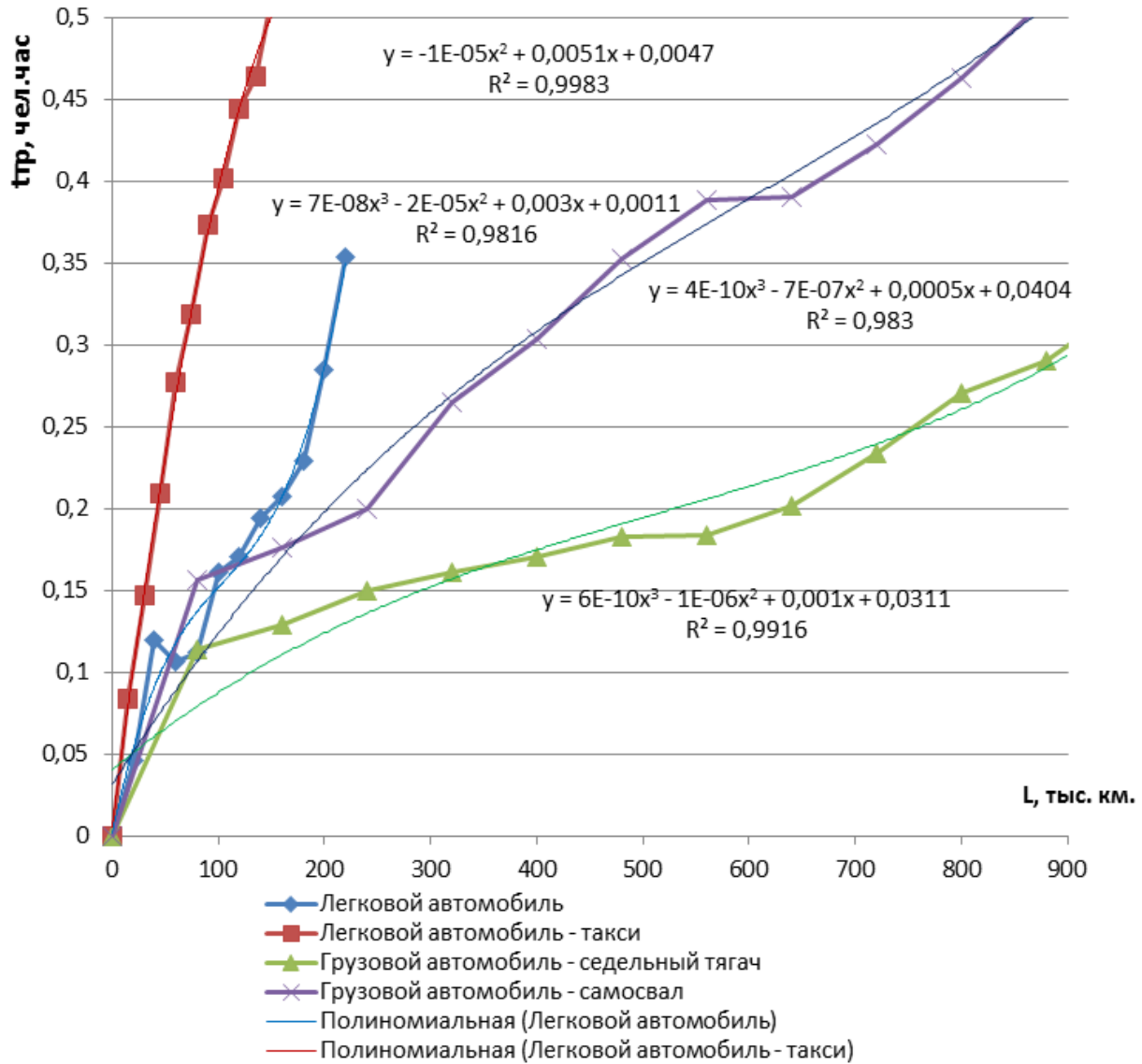


Рис. 6. Теоретические линии регрессии при пробеге подвижного состава 0...900 тыс. км.

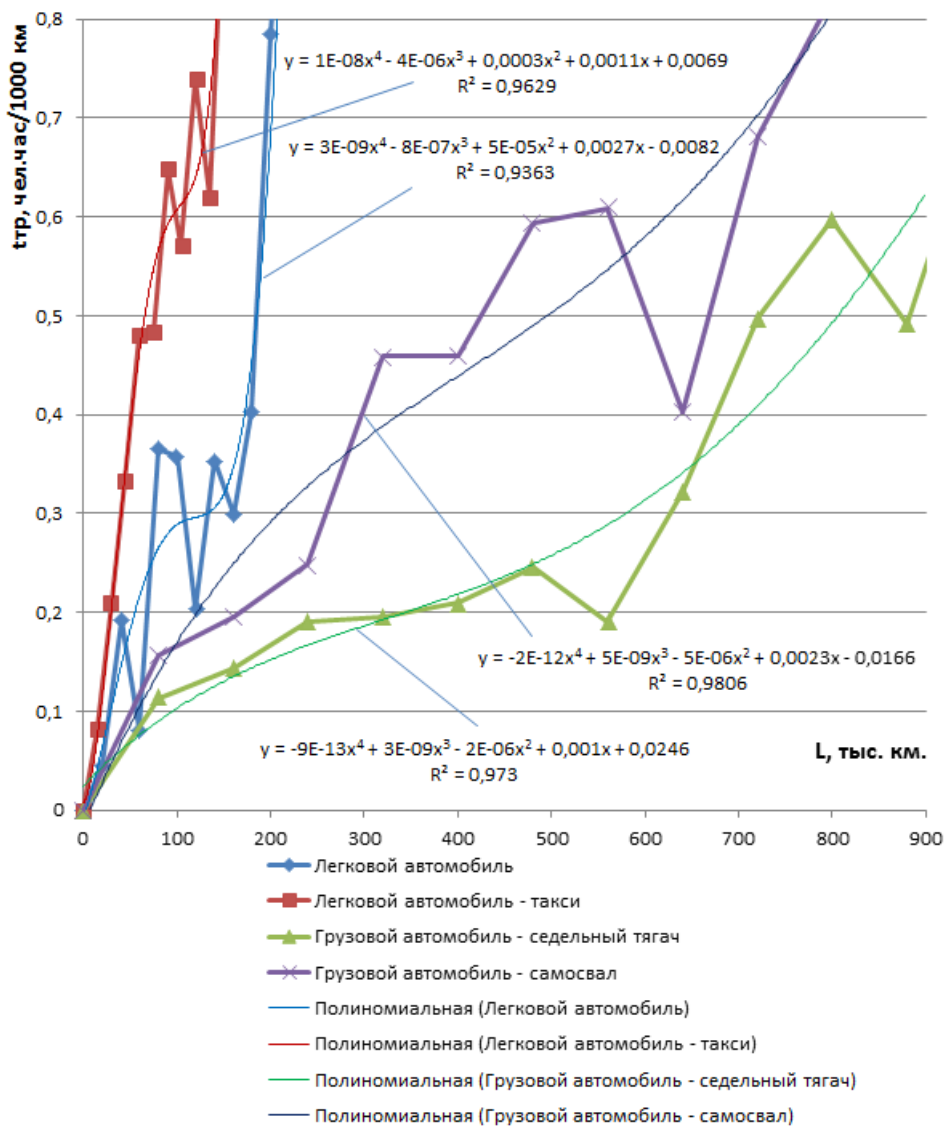


Рис. 7. Теоретические линии регрессии при пробеге подвижного состава 0...900 тыс. км.

Таблица 2

Результаты исследования полученных функциональных зависимостей

Тип подвижного состава	Коэф-ты	Значения коэффициентов при			L при $f''(L)=0$
		$f(L)$	$f'(L)$	$f''(L)$	
Легковой автомобиль	a_4	1,00E-08	4E-08	1,2E-07	170,71
	a_3	-4,00E-06	-1,2E-05	-2,4E-05	
	a_2	0,0003	0,0006	0,0006	
	a_1	0,0011	0,0061		
	a_0	0,0069			
Легковой автомобиль-такси	a_4	3E-09	1,2E-08	3,6E-08	107,49
	a_3	-8,00E-07	-2,4E-06	-4,8E-06	
	a_2	5,00E-05	0,0001	0,0001	
	a_1	0,0027	0,0061		
	a_0	0,0082			
Грузовой автомобиль - самосвал	a_4	-3,00E-12	-1,2E-11	-3,6E-11	500,00
	a_3	7,00E-09	2,1E-08	4,2E-08	
	a_2	-6,00E-06	-1,2E-05	-1,2E-05	
	a_1	0,0022	0,0061		
	a_0	0,0065			
Грузовой автомобиль – седельный тягач	a_4	-3E-14	-1,2E-13	-3,6E-13	695,70
	a_3	1,00E-09	3E-09	6E-09	
	a_2	-2,00E-06	-4E-06	-4E-06	
	a_1	0,001	0,0061		
	a_0	0,0128			

При $f''(L)=0$ (таблица 2), получаем значение пробега АТС с начала эксплуатации, при наращивании которого:

1. Увеличиваются сроки простоя автомобилей на СТО или в зонах ТО и ТР на АТП.
2. Происходит увеличение сложности проводимых работ, выходят из строя и требуют замены сложные, дорогостоящие узлы и агрегаты.
3. Комплекс работ ТО не способен обеспечить необходимые требования обеспечения работоспособности автомобиля и обеспечивать безопасность его эксплуатации.

Всё перечисленные ситуации приводят к значительному удорожанию эксплуатации АТС.

Поэтому авторы данного материала считают, что в современных условиях предлагаемый метод позволяет определять пробег эффективной эксплуатации АТС по следующему алгоритму:

1. Накопление первичной информации о величине трудоёмкости работ по ТР индивидуально по каждому АТС.
2. Обработка полученных данных с использованием метода, приведённого в работе и получение функциональных зависимостей изменения трудоёмкости ТР.

3. Определение точки изменения интенсивности приращения исследуемого показателя для каждого автомобиля индивидуально.

4. Сопоставление данных в пределах отдельной марки автомобилей и

разработка рекомендаций по значению показателя эффективной эксплуатации автомобилей.

Заключение

Задача нашего исследования состоит в том, чтобы доказать, что решать задачу адаптацию системы ТЭО к современным условиям необходимо не в направлении обеспечения максимального продолжительного срока эксплуатации автомобиля, но в направлении достижения заданного нормативно-технической документацией уровня надежности и эффективности автомобилей в течение определённого пробега. По достижении, которого автомобиль должен выводиться из эксплуатации даже если он не выработал свой ресурс. Предлагаемый Метод оперативного определения показателя трудоёмкость ТР, позволяет определять планируемый срок эффективной эксплуатации автомобиля, а в завершении жизненного цикла, позволит с достаточной точностью определять объёмы автомобилей подлежащих списанию, с дальнейшей их утилизацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, Е.С. Состояние и тенденции развития технической эксплуатации и сервиса автомобилей в России / Е.С. Кузнецов. - М.: Ин- формавтотранс, 2000. - 46 с.
2. Лейфер Л.А., Кашникова П.М. Определение остаточного срока службы машин и оборудования на основе вероятностных моделей. – М.: журнал "Имущественные отношения в Российской федерации" N76, 2008. - 15 с.
3. Оценка рыночной стоимости машин и оборудования: Учеб.-практ. пособие /Отв. ред В. Рутгайзер. - М.: Дело, 1998. - 167 с.
4. Прудовский, Б.Д. Управление технической эксплуатацией автомобилей по нормативным показателям / Б.Д. Прудовский, В.Б. Ухарский. — М .: Транспорт, 1990. - 238 с.
5. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник для вузов, 4-е изд. перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. - М.: Наука. 2001 -535 с.
6. Хасанов Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие. / Хасанов Р.Х. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с.

Рецензент: Черняков Анатолий Андреевич, профессор кафедры организации перевозок и безопасности движения, доктор технических наук, ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный».

Igor Yuzhanin

National university of mineral resources «Mining»
Russia, St. Peterburg
E-Mail: iyrazer0@gmail.com

Review of methods for determining the mileage to retirement rolling stock of road transport

Abstract: The problem of determining the resource to retirement a vehicle is becoming increasingly relevant for Russia. The currently existing system maintenance and repair outdated, it does not meet the conditions of modern economy, which does not permit to determine the optimal resource of vehicle. Resource definition of a vehicle in different operating conditions has a highly important practical value. There are makes for a better planning of the transport process of maintenance and repair vehicles. There was analysis of methods for determining the mileage to retirement vehicle. This article reveals the heart of existing methods justification the withdrawal of car exploitation and provides a brief analysis of these methods. There are five main groups of methods, each of them is subdivided into several methods for calculating the resource vehicle. The existing methods of determining resource rolling stock do not allow a run to retirement foreign cars in conditions operation of vehicles in Russia. Therefore for definition the real mileage to retirement a vehicle is necessary conduct additional research and, based on information received and analyzed by methods of determining resource, to work out technique which will satisfy the requirements of modern economy and society to the car.

Keywords: No-failure operation; index of profitableness; original sum of capital; time to failure; system of maintenance and repair; technical and economic method; economic and probabilistic method; rolling stock of road transport.

Identification number of article 82TVN214

REFERENCES

1. Kuznetsov, ES Condition and development trends technical exploitation and service vehicles in Russia / ES Kuznetsov. - M.: Institute formavtotrans, 2000. - 46 p.
2. Leifer L.A., Kashnikova Z.A. The determination of residual service life of machines and equipment based on probabilistic models. – M.: magazine "Property relations in the Russian Federation" N76, 2008. - 15 p.
3. Estimation of market cost of machinery and equipment: Educational and practical guide/ Ex. Ed V. Rutgayzer. - M.: Case, 1998. - 167 p.
4. Prudovsky B.D. Management technical operation of the vehicle on normative parameters / B.D. Prudovsky, V.B. Rakish. - M.: Transport, 1990. - 238 p.
5. Technical exploitation of vehicles. Textbook for high schools, 4-th ed. rev. and enlarged. / E.S. Kuznetsov, A.P. Boldin, V.M. Vlasov and others – M.: Nauka. 2001 - 535 p.
6. Khasanov R.K. Basics of technical exploitation of cars: Study Guide. / R.K. Khasanov - Orenburg: SEI OSU, 2003. - 193 p.