

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТАКСОМОТОРНОГО ПАРКА С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Статья посвящена проблеме рационального ведения хозяйственной деятельности предпринимателя экономии эксплуатационных затрат при условии обеспечения надлежащего качества и безопасности оказываемых услуг. Одним из направлений работы транспортных предприятий является оптимизация структуры парка посредством управления модельным рядом используемого подвижного состава и его возрастной структурой. От этих факторов в значительной степени зависит способность перевозчика своевременно удовлетворять потребности рынка, а также транспортные издержки. Парк легковых автомобилей является наиболее массовым и используется как для удовлетворения личных потребностей граждан, так и для таксомоторных перевозок пассажиров. Авторами разработана методика оптимизации структуры парка легковых автомобилей, которая является первым этапом в создании общей универсальной методики оптимизации парка автотранспортных средств. Данную методику можно рассматривать, как составную часть комплексной системы снижения эксплуатационных затрат на автомобильном транспорте.

Ключевые слова: хозяйственная деятельность, эксплуатационные затраты, оптимизация парка автотранспортных средств, таксомоторные перевозки.

Анализ факторов, характеризующих эксплуатационный цикл легковых автомобилей, позволил выделить два показателя, оказывающих наибольшее влияние на формирование модельного ряда АТП, выполняющего таксомоторные перевозки, это удельные затраты на выполнение единицы транспортной работы и условный показатель, характеризующий соотношение цены и качества автомобиля. Использование данных факторов в качестве параметров оптимизации позволит в значительной степени сократить эксплуатационные затраты при максимально возможном качестве транспортной деятельности.

Общие суммарные затраты за эксплуатационный цикл (Z_{Σ}) можно представить следующей зависимостью:

$$Z_{\Sigma} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{экс}} - D_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{пр}}$ – затраты на приобретение автомобиля;
 $Z_{\text{экс}}$ – затраты на эксплуатацию автомобиля;
 $D_{\text{пр}}$ – доход от продажи автомобиля.

Стоимость одного километра пробега в общем виде может быть определена по формуле:

$$q = Z_{\Sigma} / L_{\text{ава}}, \quad (2)$$

где $L_{\text{ава}}$ – общий пробег за период использования автомобиля на предприятии.

Детальный анализ выражения 2, проведенный с использованием методов, изложенных в работах Ю.В. Андрианова и Г.М. Напольского [1, 2] позволил вывести формулу для определения стоимости одного километра пробега:

$$q = (C_{\text{автонов}} \cdot e^{-(a \cdot T_{\text{приобр}} + b \cdot L_{\text{приобр}})} \cdot [1 - e^{-\Delta T(a + b \cdot L_{\text{год}})}] + Z_{\text{пост.год}} \cdot \Delta T + \sum_{i=1}^n \frac{(Z_{\text{ТО}i} \cdot L_{\text{год}} \cdot \Delta T)}{L_{\text{ТО}i}} + Z_{\text{рем.АВА}} + N_{\text{РТ}} \cdot L_{\text{год}} \cdot \Delta T) / (L_{\text{год}} \cdot \Delta T) \quad (3)$$

где $C_{\text{автонов}}$ – стоимость нового автомобиля, руб.;

$T_{\text{приобр.}}$ – возраста автомобиля с начала эксплуатации на момент приобретения, лет;

$L_{\text{приобр.}}$ – пробег автомобиля на момент приобретения, км.;

ΔT – продолжительность эксплуатации автомобиля у одного владельца, лет;

$L_{\text{год}}$ – годовой пробег автомобиля, км.;

a и b – параметрические коэффициенты, зависящие от вида транспортного средства; $Z_{\text{пост.год}}$ – постоянные годовые затраты (дорожный налог, затраты на тех. осмотр, страхование и т. д.);

$L_{\text{то}i}$ – периодичность проведения технического обслуживания i -го вида, км.;

$Z_{\text{то}i}$ – затраты на проведение технического обслуживания i -го вида, руб.;

n – количество видов профилактических воздействий.

$Z_{\text{рем.АВА}}$ – затраты на ремонт автомобиля за период его эксплуатации на предприятии, руб.;

$N_{\text{РТ}}$ – норма расхода топлива автомобилем, л/км

Для параметрической оценки качества нового автомобиля может быть использован относительный показатель конструкторско-тех-

нологического качества ($\Pi_{\text{окт}}$), который определяется как частное от деления значения комплексного показателя качества нового транспортного средства $\Pi_{\text{КТ}}$ и стоимости нового автомобиля $\Pi_{\text{Н}}$.

$$\Pi_{\text{окт}} = \Pi_{\text{КТ}} / \Pi_{\text{Н}}, \quad (4)$$

Комплексный показатель качества автомобиля $\Pi_{\text{КТ}}$, может быть определен по величине суммарных затрат на устранение конструктивных и технологических недостатков изделия, а так же затрат на поддержание его в исправном состоянии за время с момента начала эксплуатации автомобиля t_0 до момента ее завершения t_3 в рамках предприятия.

$$\Pi_{\text{КТ}} = \int_{t_0}^{t_3} z_{\text{ТО,Р}} dt, \quad (5)$$

За время эксплуатации комплексный показатель качества нового транспортного средства $\Pi_{\text{КТ}}$ уменьшается на величину $\Delta\Pi_{\text{КТ}}$:

$$\Pi_{\text{Э}} = \Pi_{\text{КТ}} - \Delta\Pi_{\text{КТ}}, \quad (6)$$

Как следствие, цена автомобиля, бывшего в эксплуатации $\Pi_{\text{Э}}$, уменьшается по сравнению с ценой нового автомобиля $\Pi_{\text{Н}}$ на величину $\Delta\Pi$:

$$\Pi_{\text{Э}} = \Pi_{\text{Н}} - \Delta\Pi, \quad (7)$$

При этом параметр $\Pi_{\text{Э}}$, отражающий качество автомобиля во время эксплуатации, будет иметь значения, отличающиеся от значения параметра $\Pi_{\text{КТ}}$ нового автомобиля, и выражаться по обобщенной зависимости, аналогичной зависимости (5):

$$\Pi_{\text{Э}} = \int_{t_1}^{t_3} z_{\text{ТО,Р}} dt, \quad (8)$$

где t_1 – наработка, при которой начата эксплуатация автомобиля на предприятии.

Относительный показатель эксплуатационного качества автомобиля $\Pi_{\text{оэ}}$ может выражаться как отношение значений параметра $\Pi_{\text{Э}}$ и цены автомобиля, бывшего в эксплуатации $\Pi_{\text{Э}}$.

$$\Pi_{\text{оэ}} = \Pi_{\text{Э}} / \Pi_{\text{Э}}, \quad (9)$$

Или

$$\Pi_{\text{оэ}} = \frac{\int_{t_1}^{t_3} z_{\text{ТО,Р}} dt}{(\Pi_{\text{Н}} - \Delta\Pi)}, \quad (10)$$

Полученная зависимость является наиболее общим случаем и может быть применена как для оценки конструкторско-технологического качества нового автомобиля (при $t_1 = t_0$), для которого $\Delta\Pi = 0$, так и находящегося в эксплуатации.

Очевидно, что конструкторско-технологические качества выше у того автомобиля, для которого значение параметра $\Pi_{\text{оэ}}$ будет наименьшее. При этом важным является ограничение цены нового автомобиля, которая в расчете на массового потребителя не должна значительно превышать среднюю цену новых автомобилей аналогичного класса.

$$\begin{cases} \Pi_{\text{оэ}} \rightarrow \min, \\ \Pi_{\text{Н}} \approx \Pi_{\text{Н,СР}} + \Delta\Pi_{\text{Н,СР}}, \end{cases} \quad (11)$$

Система (11) является целевой функцией и имеет вполне логичное обоснование. Второе условие системы указывает на примерное равенство значений знаменателя в выражении 10. В этом случае, очевидно, что тот автомобиль будет иметь сравнительно высокое качество, который потребует меньше средств на поддержание его в работоспособном состоянии.

Таким образом, в качестве технико-экономических показателей, используемых для сравнительной оценки автомобилей при приобретении, может использоваться показатель затрат на один километр пробега автомобиля q . При этом автомобиль, имеющий наименьшее значение этого показателя, имеет преимущественную аргументацию при выборе. В случае равенства значений этих показателей для выбираемых автомобилей необходимо обратиться ко второму этапу сравнения – оценке значений относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля. Изложенное позволяет сделать заключение о достаточном наборе обоснованных критериев, которые могут быть использованы при оценке технико-экономических показателей автомобилей, эксплуатируемых в качестве городских такси.

Разработанные показатели могут явиться основой при формировании модельного ряда и возрастной структуры парка пассажирского предприятия, выполняющего таксомоторные перевозки.

Для проведения дальнейших экспериментальных исследований были выбраны две модели автомобилей: ВАЗ-2110 (двигатель ВАЗ-21083, рабочий объем 1500 см³, мощность 80 л.с.) и ГАЗ-3110 (двигатель ЗМЗ-402, рабочий объем 2300 см³, мощность 90 л.с.).

Для определения стоимости одного километра пробега были составлены зависимости затрат на приобретение транспортных средств,

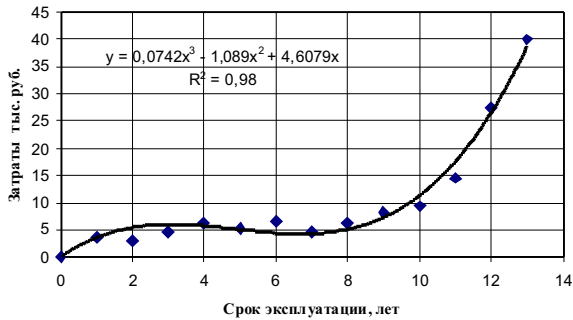


Рисунок 1. Зависимость затрат на техническое обслуживание и ремонт автомобиля ВАЗ-2110 от срока эксплуатации

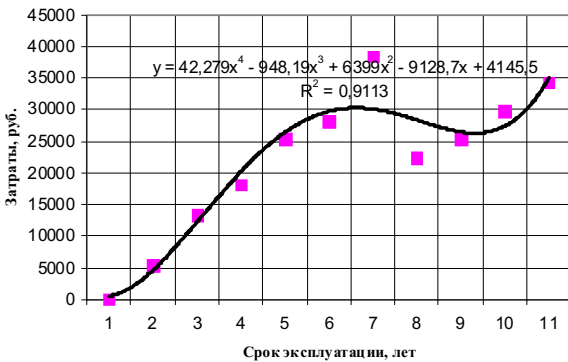


Рисунок 2. Зависимость затрат на техническое обслуживание и ремонт автомобиля ГАЗ-3110 от срока эксплуатации

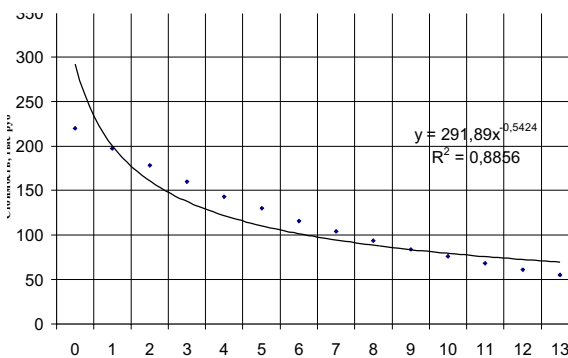


Рисунок 3. Изменение стоимости автомобиля ВАЗ-2110 от срока эксплуатации

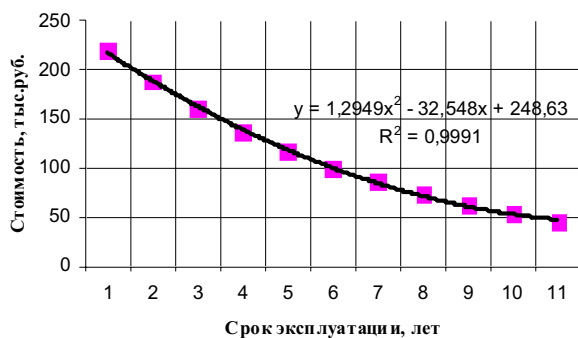


Рисунок 4. Изменение стоимости автомобиля ГАЗ-3110 от срока эксплуатации

дохода от последующей их продажи, а так же затрат на проведение технического обслуживания и ремонта транспортных средств от возраста автомобиля. Эти зависимости представлены в виде графиков на рисунках 1, 2, 3 и 4.

По описанной выше методике определена стоимость одного километра пробега для исследуемых моделей автомобилей, результаты моделирования, представлены в таблицах 1 и 2.

Как видно из представленных данных, для каждой модели можно определить оптимальные параметры, при которых достигается минимальная стоимость километра пробега. К таким параметрам относятся: возраст автомобиля на момент приобретения, период эксплуатации автомобиля одним владельцем и средний годовой пробег. Кроме того, удельная стоимость километра пробега, может быть параметром сравнения различных моделей автомобилей. Опираясь на полученные данные, составлены уравнения множественной регрессии для исследуемых моделей.

Уравнение множественной регрессии для автомобиля ГАЗ-3110:

$$q = 2,545 - 0,064 \cdot \Delta T - 0,015 \cdot L_{\text{год}} - 0,031 \cdot T_{\text{приобр}} + 0,003 \cdot \Delta T^2 + 0,0001 \cdot L_{\text{год}}^2 + 0,001 \cdot T_{\text{приобр}}^2 + 0,001 \cdot \Delta T \cdot L_{\text{год}} + 0,002 \cdot \Delta T \cdot T_{\text{приобр}} + 0,0004 \cdot L_{\text{год}} \cdot T_{\text{приобр}} - 0,00005 \cdot \Delta T \cdot L_{\text{год}} \cdot T_{\text{приобр}} \quad (12)$$

где q – удельная себестоимость километра пробега;
 ΔT – период эксплуатации автомобиля одним владельцем;
 $L_{\text{год}}$ – средний годовой пробег;
 $T_{\text{приобр}}$ – возраст автомобиля.

Уравнение множественной регрессии для автомобиля ВАЗ 2110:

$$q = 2,347 - 0,141 \cdot \Delta T - 0,027 \cdot L_{\text{год}} - 0,083 \cdot T_{\text{приобр}} + 0,004 \cdot \Delta T^2 + 0,0001 \cdot L_{\text{год}}^2 + 0,001 \cdot T_{\text{приобр}}^2 + 0,002 \cdot \Delta T \cdot L_{\text{год}} + 0,006 \cdot \Delta T \cdot T_{\text{приобр}} + 0,001 \cdot L_{\text{год}} \cdot T_{\text{приобр}} - 0,00007 \cdot \Delta T \cdot L_{\text{год}} \cdot T_{\text{приобр}} \quad (13)$$

Множественный коэффициент корреляции (показывает связь между факторами, включенными в модель), определенный для

Таблица 1. Сводная таблица результатов моделирования стоимости одного километра пробега автомобиля ВАЗ-2110 (отношения фактических значений к наименьшему)

Период эксплуатации автомобиля одним владельцем, лет	Средний годовой пробег, тыс. км	Возраст автомобиля, лет									
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
1	25	1,531	1,432	1,371	1,314	1,197	1,15	1,167	1,209	1,047	1,058
	50	1,278	1,216	1,094	1,142	1,02	1,061	1=1,902р уб/км	1,098	1,052	1,111
	75	1,198	1,094	1,077	1,014	1,026	1,058	1,103	н.д.	н.д.	н.д.
	100	1,157	1,077	1,021	1,037	1,072	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
2	25	1,556		1,337		1,183		1,188		1,041	
	50	1,257		1,12		1,036		1,046		1,078	
	75	1,141		1,046		1,046		1,151		н.д.	
	100	1,104		1,057		н.д.		н.д.		н.д.	
3	25	1,446			1,22			1,141			н.д.
	50	1,193			1,073			1,046			н.д.
	75	1,125			1,03			н.д.			н.д.
	100	1,073			н.д.			н.д.			н.д.
5	25	1,367					1,125				
	50	1,151					1,062				
	75	1,083					н.д.				
	100	1,073					н.д.				
10	25	1,246									
	50	1,109									
	75	н.д.									
	100	н.д.									

Таблица 2. Сводная таблица результатов моделирования стоимости одного километра пробега автомобиля ГАЗ-3110 (отношения фактических к наименьшему значению для ВАЗ 2110)

Период эксплуатации автомобиля одним владельцем, лет	Средний годовой пробег, тыс. км	Возраст автомобиля, лет									
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
1	25	2,176	2,098	2,093	2,061	2,05	2,014	2,04	2,05	1,977	2,098
	50	1,961	1,961	1,951	1,987	1,993	2,093	1,909	1,945	2,008	2,071
	75	1,904	1,919	1,945	2,108	1,909	1,972	2,056	н.д.	н.д.	н.д.
	100	1,887	1,935	2,024	1,914	2,03	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
2	25	2,129		2,072		2,024		2,04		2,29	
	50	1,961		1,972		2,045		1,93		2,04	
	75	1,893		1,972		1,925		2,019		н.д.	
	100	1,909		1,966		н.д.		н.д.		н.д.	
3	25	2,108			2,029			2,008			н.д.
	50	1,951			2,019			1,945			н.д.
	75	1,919			1,982			н.д.			н.д.
	100	1,945			н.д.			н.д.			н.д.
5	25	2,093					2,04				
	50	1,972					2,008				
	75	1,945					н.д.				
	100	1,956					н.д.				
10	25	2,066									
	50	1,987									
	75	н.д.									
	100	н.д.									

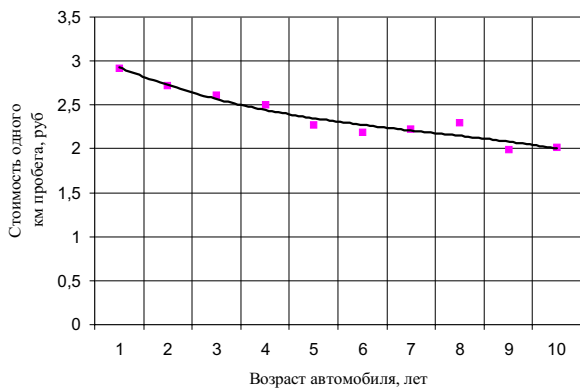


Рисунок 5. Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от возраста автомобиля ВАЗ-2110 с начала эксплуатации при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и продолжительности эксплуатации на предприятии один год.

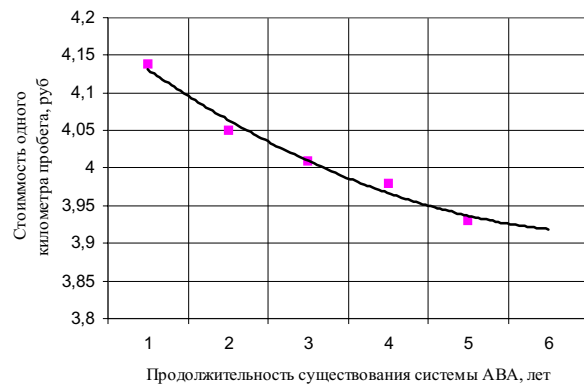


Рисунок 8. Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от продолжительности эксплуатации на предприятии автомобиля ГАЗ-3110 при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и возрасте автомобиля один год

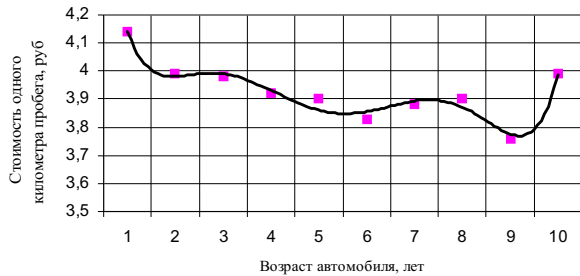


Рисунок 6. Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от возраста автомобиля ГАЗ-3110 при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и продолжительности эксплуатации на предприятии один год

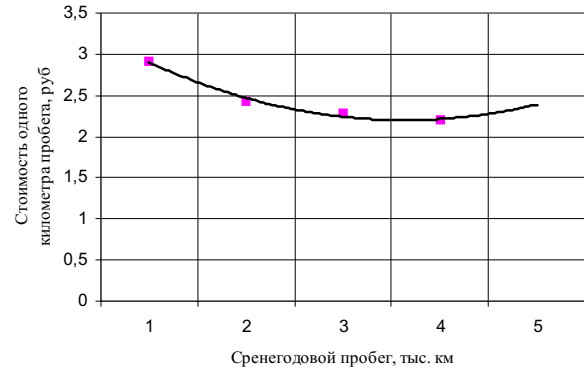


Рисунок 9. Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от среднегодового пробега автомобиля ВАЗ-2110 при продолжительности эксплуатации на предприятии один год и возрасте автомобиля один год

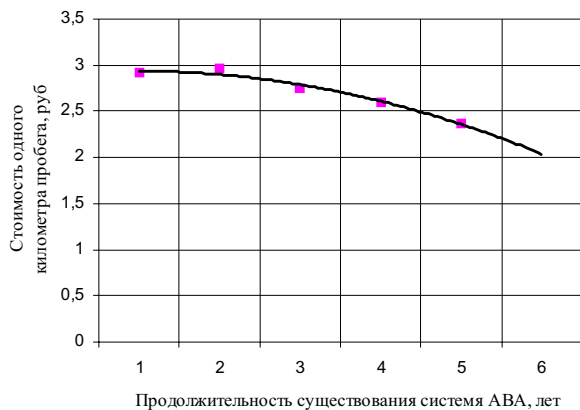


Рисунок 7. Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от продолжительности эксплуатации на предприятии автомобиля ВАЗ-2110 при среднегодовом пробеге 25 тыс. км возрасте автомобиля один год

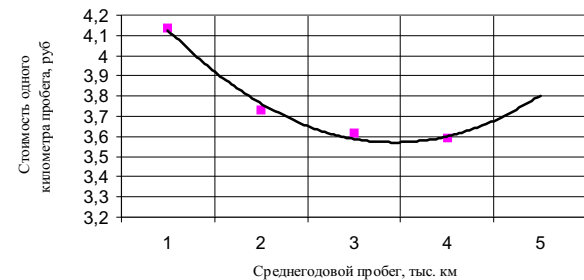


Рисунок 10. Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от среднегодового пробега автомобиля ГАЗ-3110 при продолжительности эксплуатации на предприятии один год и возрасте автомобиля один год

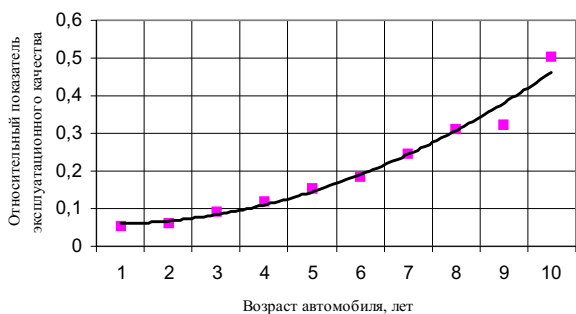


Рисунок 11. Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ГАЗ-3110 от возраста при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и продолжительности эксплуатации на предприятии один год

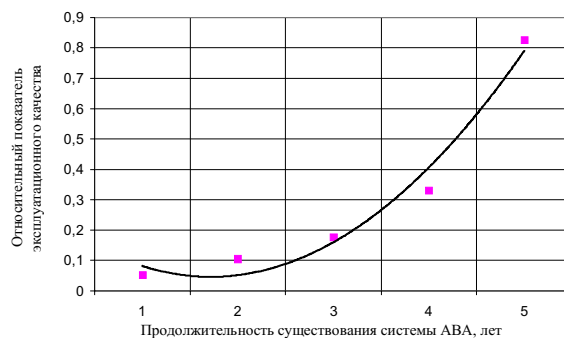


Рисунок 14. Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ГАЗ-3110 от продолжительности эксплуатации на предприятии при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и возрасте автомобиля один год

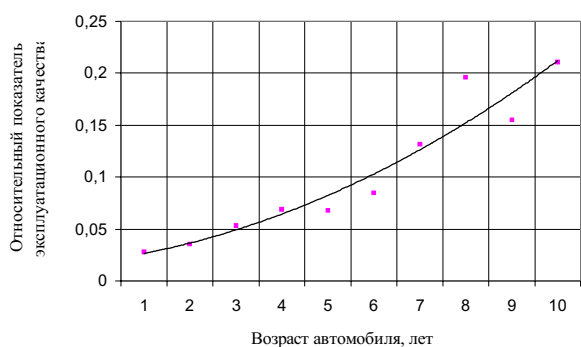


Рисунок 12. Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ВАЗ-2110 от возраста при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и продолжительности эксплуатации на предприятии один год

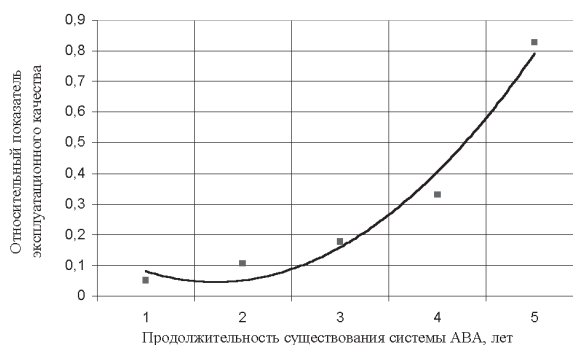


Рисунок 15. Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ГАЗ-3110 от среднегодового пробега при продолжительности эксплуатации на предприятии один год и возрасте автомобиля один год

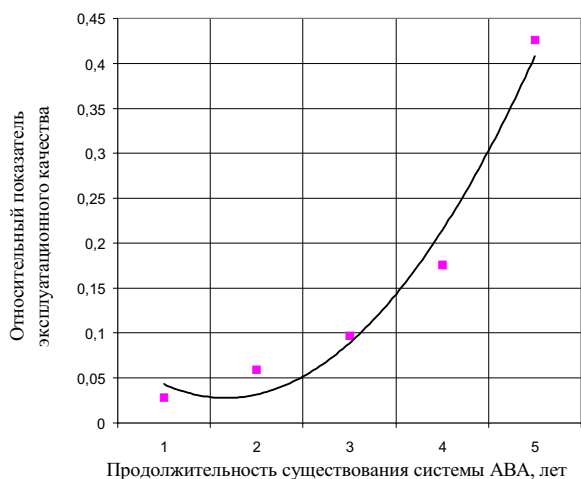


Рисунок 13. Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ВАЗ-2110 от продолжительности эксплуатации на предприятии при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и возрасте автомобиля один год

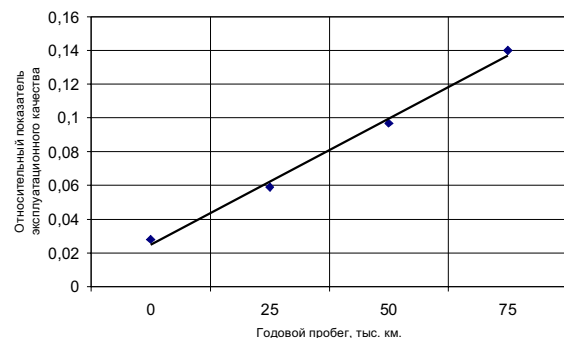


Рисунок 16. Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ВАЗ-2110 от среднегодового пробега при продолжительности эксплуатации на предприятии один год и возрасте автомобиля один год

Таблица 3. Сводная таблица результатов расчета относительного показателя эксплуатационного качества $\Pi_{\text{от}}$ автомобилей ВАЗ 2110 и ГАЗ-3110

Период эксплуатации автомобиля одним владельцем, лет	Средний годовой пробег, тыс. км	Марка автомобиля	Возраст автомобиля, лет									
			0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
1	25	ВАЗ 2110	0,028	0,036	0,053	0,069	0,068	0,085	0,132	0,196	0,155	0,211
	50		0,059	0,104	0,122	0,243	0,253	0,419	0,494	0,857	1,025	1,518
	75		0,097	0,164	0,312	0,44	0,721	1,168	1,848	н/д	н/д	н/д
	100		0,14	0,291	0,505	0,944	1,672	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
	25	ГАЗ 3110	0,052	0,062	0,093	0,12	0,154	0,183	0,248	0,311	0,325	0,502
	50		0,106	0,182	0,27	0,416	0,57	0,896	0,814	1,126	1,603	2,247
	75		0,174	0,334	0,568	1,044	1,091	1,727	2,739	н/д	н/д	н/д
	100		0,248	0,555	1,105	1,375	2,544	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2	25	ВАЗ 2110	0,059	0,116	0,15	0,335	0,386					
	50		0,14	0,316	0,59	1,2	2,303					
	75		0,215	0,618	1,512	3,847	н/д					
	100		0,331	1,159	н/д	н/д	н/д					
	25	ГАЗ 3110	0,106	0,195	0,31	0,513	0,754					
	50		0,248	0,595	1,271	1,696	3,365					
	75		0,413	1,283	2,37	5,232	н/д					
	100		0,613	2,008	н/д	н/д	н/д					
3	25	ВАЗ 2110	0,097	0,189	0,413	н/д						
	50		0,215	0,698	1,792	н/д						
	75		0,375	1,558	н/д	н/д						
	100		0,55	н/д	н/д	н/д						
	25	ГАЗ 3110	0,177	0,384	0,751	н/д						
	50		0,413	1,411	2,678	н/д						
	75		0,705	2,715	н/д	н/д						
	100		1,09	н/д	н/д	н/д						
5	25	ВАЗ 2110	0,176	0,549								
	50		0,426	2,391								
	75		0,729	н/д								
	100		1,126	н/д								
	25	ГАЗ 3110	0,33	1,082								
	50		0,827	3,839								
	75		1,379	н/д								
	100		1,954	н/д								
10	25	ВАЗ 2110	0,426									
	50		1,129									
	75		н.д.									
	100		н.д.									
	25	ГАЗ 3110	0,827									
	50		1,954									
	75		н.д.									
	100		н.д.									

этих уравнений равен 0,7 и 0,8 т. е. связь прямая, высокая. Коэффициент детерминации равен 0,5 и 0,6, т. е. 50% и 60% изменений удельной себестоимости объясняется изменениями включенных в модель факторов. Критерий Фишера (отражает значимость уравнения регрессии) составил 15 и 30, что говорит о хорошем качестве модели.

Ниже, на рисунках 5, 6, 7, 8, 9 и 10 представлены наиболее характерные зависимости, отражающие характер изменения стоимости одного километра пробега от возраста автомоби-

ля, от продолжительности эксплуатации одним владельцем и от среднегодового пробега.

Кроме определения удельной стоимости километра пробега, выполнен расчет относительного показателя качества исследуемых моделей автомобилей. В таблице 3, отражены результаты расчета.

На рисунках 11, 12, 13, 14, 15 и 16 представлены наиболее характерные зависимости, отражающие характер изменения стоимости одного километра пробега от возраста автомобиля, от продолжительности эксплуата-

ции одним владельцем и от среднегодового пробега.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что такие параметры, как стоимость одного километра пробега и относительный показатель эксплуатационного качества, в зависимости от основных характеристик эксплуатационного цикла, имеют области минимальных значений. Следовательно, для каждого конкретного случая можно определить

оптимальные параметры эксплуатационного цикла каждой исследуемой модели автомобиля. Кроме того, данные, полученные при помощи разработанной методики, позволяют сравнить различные модели автомобилей по технико-экономическим параметрам эксплуатации. Эти результаты могут быть использованы транспортными предприятиями, выполняющими таксомоторные перевозки, для формирования парка эксплуатируемых автомобилей.

Список использованной литературы:

- 1 Андрианов Ю.В. Оценка стоимости подвижного состава автомобильного транспорта [Текст] / Ю.В. Андрианов – Учебное пособие. М.: Международная академия оценки и консалтинга. 2003.-244 с.
- 2 Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания [Текст] / Г.М. Напольский. – Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1993. – 231с.