

# ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А. В. Базанов<sup>1</sup>, Н. О. Сапоженков<sup>1</sup>, Р. Б. Алыков<sup>2</sup>, А. И. Кожедеров<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

<sup>2</sup> ООО «Альянс-Моторс Тюмень», Тюмень, Россия

<sup>3</sup> Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия

## OPTIMIZATION OF THE ROLLING STOCK SERVICE LIFE AT TRANSPORT ENTERPRISES

Artyom V. Bazanov<sup>1</sup>, Nikolay O. Sapozhenkov<sup>1</sup>, Ruslan B. Alykov<sup>2</sup>, Alexander I. Kozhederov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

<sup>2</sup>Alliance Motor Tyumen LLC, Tyumen, Russia

<sup>3</sup>Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

**Аннотация.** Эксплуатация подвижного состава на автотранспортных предприятиях связана с воздействием множества факторов, учет которых позволяет определить оптимальные сроки его работы для повышения экономической эффективности транспортных процессов, что предопределяет актуальность данного исследования.

Научную новизну проведенных исследований представляют результаты статистической обработки экспериментальных данных, на основе которых установлены параметры моделей исследуемых закономерностей для различных автомобилей, а также эмпирические уравнения для прогнозирования эксплуатационных затрат на основе фактических данных.

Практическая значимость полученных результатов заключается в усовершенствовании

**Abstract.** The operation of the rolling stock at transport enterprises is connected with the influence of many factors, and due to their analysis, it is possible to determine the optimal service life of rolling stock to increase the economic efficiency of transport processes. The scientific novelty of the research is represented by the results of experimental data statistical processing that can be used to count the studied patterns models' parameters for various vehicles and for empirical equations for predicting operating costs based on actual data are established.

The practical significance of the obtained results lies in the improvement of technical and economic methods for optimizing the service life of rolling stock based on open information without carrying out resource tests and long-term observations. This makes it possible to assess the operating costs

---

технико-экономических методов оптимизации сроков эксплуатации подвижного состава на основе открытой информации без проведения ресурсных испытаний и долговременных наблюдений. Это позволяет проводить оценку затрат на эксплуатацию с высокой степенью достоверности, аргументированно формировать предпочтения при выборе комплектаций и разумно определять срок эффективного использования с учетом типа используемого топлива и динамики изменения остаточной стоимости автомобилей на вторичном рынке.

**Ключевые слова:** оптимизация, срок эксплуатации, подвижной состав, условия эксплуатации, автотранспортное предприятие, комплектация, динамика изменения остаточной стоимости, эффективность

with a high degree of reliability, reasonably form preferences in vehicle configuration and rationally determine the period of effective use, taking into account the type of fuel and the dynamics of changes in the secondary market residual value.

**Key words:** optimization, service life, rolling stock, operating conditions, transport enterprise, equipment, dynamics of change in residual value, efficiency

---

## Введение

Эксплуатация подвижного состава осуществляется под воздействием множества факторов, при этом методы их учета могут значительно различаться в зависимости от форм владения, установленных сроков полезного использования и специфики выполняемых транспортных работ. Анализ деятельности коммерческих фирм, автотранспортных предприятий и управлений технологического транспорта показывает, что горизонт планирования затрат на поддержание работоспособности автомобилей не может быть достоверно установлен с высокой степенью точности не только в связи с вариацией условий и интенсивности эксплуатации, но и по причине регулярного обновления действующего порядка организации перевозок, транспортных процессов и других видов применения автомобилей. Это обуславливает необходимость корректирования цен на рынке оказываемых транспортных услуг, изменения сроков обновления основных фондов при установленных нормах амортизационных отчислений и формирования новых источников внутреннего и внешнего финансирования. Кроме того, учет инфляционных ожиданий компаний-производителей автомобилей выражает-

ся в ежегодном индексировании отпускных цен, которые, безусловно, отражаются и на росте цен на вторичном рынке, но не могут быть в полной мере учтены при прогнозировании надежности и производительности вновь выпускаемых автомобилей. Указанные обстоятельства требуют решения ряда задач в сфере оптимизации себестоимости транспортных услуг, что предопределяет актуальность исследований, направленных на прогнозирование эксплуатационных затрат, и корректирования на этой основе сроков эффективного использования подвижного состава.

## Объект и методы исследования

Методология исследования основана на применении системного подхода, ряда частных методов экспериментально-теоретического уровня и апробированных методик обработки экспериментальных данных.

Объект исследований – методы оптимизации сроков эксплуатации подвижного состава. Предмет – оптимизация сроков эксплуатации автомобилей на автотранспортных предприятиях в зависимости от условий и интенсивности эксплуатации.

Исследованиям оптимизации сроков эксплуатации подвижного состава посвящено много

трудов известных авторов. Так, на основе анализа российского и зарубежного опыта в работах Е. С. Кузнецова установлено [1], что показатели, характеризующие производительность и работоспособность автомобилей, изменяются по времени экспоненциально, при этом по мере старения автопарка увеличивается расход запасных частей, топлива и других эксплуатационных жидкостей, повышается время простоев и трудоемкость устранения отказов, а также прогрессируют процессы изнашивания и усталостных разрушений, что в совокупности приводит к ухудшению технического состояния и, как следствие, снижению среднегодового пробега и производительности автомобилей. Согласно концепции Н. С. Захарова о формировании качества [2–4], показатели эксплуатационных свойств автомобилей подвержены неравномерности воздействия сезонных факторов и с достаточной точностью описываются гармоническими моделями, в связи с чем в расчетах оптимальных сроков использования ав-

томобилей необходимо принимать во внимание интенсивность эксплуатации, а именно – характер и скорость приращения наработки. В работах А. А. Эммуса [5] указанные положения подтверждаются и рассматриваются на основе стратегий замены подвижного состава, которые для управления техническим состоянием и затратами на эксплуатацию предполагают использование разветвленной системы формирования жизненных циклов автомобилей на основе последовательности стадий, оптимальное соотношение которых соответствует наиболее эффективному регулированию возрастной структуры парка (рис. 1).

Наиболее подходящим методом учета обозначенных критериев является технико-экономический, применение которого позволяет на основе минимума удельных затрат в течение рассматриваемых периодов устанавливать сроки рационального использования подвижного состава в зависимости от комплексного влияния совокупности обозначенных факторов [6, 7].



Рис. 1. Схема формирования стратегий регулирования сроков службы подвижного состава [5]

### Экспериментальная часть

В соответствии с обозначенными положениями оптимизация сроков эксплуатации осуществляется путем расчета удельных эксплуатационных затрат на основе общедоступной информации и проводится в три этапа:

- выбор автомобиля, соответствующего деятельности предприятия, на основе анализа статистики по продажам;
- анализ комплектаций и технических характеристик;
- расчет эксплуатационных затрат.

Для учета влияния темпов сокращения жизненных циклов и высокой трудоемкости капитальных ремонтов вновь выпускаемых автомобилей отбор данных проводился при следующих допущениях:

- модель выпускается без фундаментальных изменений в конструкции не менее пяти лет;
- ТО без проведения капитального ремонта;
- реализация на вторичном рынке без предпродажной подготовки.

Расход топлива для легковых автомобилей рассчитывается на основе базовой нормы [1]:

$$Q_H = 0,01 \cdot H_S \cdot L \cdot (1 + 0,01 \cdot D),$$

где  $Q_H$  – нормативный расход топлива, л;  
 $H_S$  – норма расхода топлива на пробег автомобиля, л/100 км;  
 $L$  – пробег автомобиля, км;  
 $D$  – поправочный коэффициент к норме в процентах.

Если применять методику для автомобилей, регулярно задействованных в выполнении транспортной работы, то, ввиду высокой интенсивности и регулярности использования, затраты на топливо при фиксированном среднесуточном пробеге могут быть рассчитаны на основе данных потребления за один год:

$$C_T = ((Q_{HF} / (12 \cdot L_M)) \cdot L,$$

где  $Q_{HF}$  – нормативный расход топлива за год, л;  
 $L$  – наработка автомобиля, км;  
 $L_M$  – наработка автомобиля за месяц, км.

Средняя стоимость автомобиля на вторичном рынке рассчитывается на основе статистических данных с обязательной привязкой к типу ДВС, году выпуска и комплектации модели с учетом предложения на рынке и корректной сортировки выборки данных:

$$C_p = (C_{pmin} + C_{pmax}) \cdot 0,5,$$

где  $C_p$  – средняя стоимость автомобиля на вторичном рынке, руб.;

$C_{pmin}$  – минимальная стоимость автомобиля на вторичном рынке, руб.;

$C_{pmax}$  – максимальная стоимость автомобиля на вторичном рынке, руб.

Изменение стоимости автомобиля на вторичном рынке в зависимости от продолжительности эксплуатации или наработки предложено аппроксимировать с помощью экспоненциальной модели следующего вида:

$$C_p = a \cdot e^{-bL},$$

где  $C_p$  – средняя стоимость автомобиля на вторичном рынке, руб.;

$a$  – стоимость нового автомобиля, руб.;

$b$  – коэффициент динамики изменения стоимости автомобиля на вторичном рынке, руб.;

$L$  – наработка автомобиля, км.

Для оценки стоимости затрат на техническое обслуживание могут быть использованы данные о средней стоимости регламентных работ официальных дилеров по продаже и обслуживанию автомобилей в регионе исследования:

$$C_{\Sigma TO} = \sum C_{TOi},$$

где  $C_{\Sigma TO}$  – суммарная стоимость цикла ТО, руб.;

$C_{TOi}$  – стоимость  $i$ -го ТО, руб.

Для учета стоимости нормативных тарифов дилеров и других форм обслуживающих организаций процессы по ТО структурировались по циклам, операции в содержании которых повторяются по мере приращения наработки:

$$C_{TO} = C_{\Sigma TO} \cdot (L/L_u) \cdot (1 + 0,1 \cdot L/L_u),$$

где  $C_{ТО}$  – затраты на ТО, руб.;

$C_{\Sigma ТО}$  – суммарная стоимость цикла ТО, руб.;

$L$  – наработка автомобиля, км;

$L_u$  – длительность цикла неповторяющихся ТО, км.

Ввиду наибольшей распространенности и простоты применения в качестве метода расчета затрат на амортизацию может быть использован метод ускоренных отчислений [8]:

$$C_{ay} = C_0 \cdot H_{ay}^{L_{\phi} / L_z},$$

где  $C_{ay}$  – затраты на амортизацию, руб.;

$C_0$  – исходная стоимость автомобиля, руб.;

$H_{ay}$  – норма ускоренной амортизации;

$L_{\phi}$  – фактическая наработка автомобиля, км;

$L_z$  – годовая наработка автомобиля, км.

Таким образом, анализ полученных данных на основе технико-экономического метода позволяет принимать взвешенное решение о выборе наиболее подходящих комплектаций и рекомендуемых сроках эксплуатации по критерию минимума удельных затрат.

### Результаты

Для исследования были выбраны автомобили концерна Toyota ввиду стабильных высоких объемов продаж, традиционно высоких позиций в рейтингах по оценке совокупности эксплуата-

ционных качеств и распространенности дилерской сети во всех регионах России (табл. 1).

Toyota Land Cruiser Prado входит в тройку самых популярных автомобилей бренда Toyota в России [9] и отличается повышенной комфортностью при развитых внедорожных качествах, что особо ценится и предопределяет высокий спрос на эту модель в регионах с нестабильным качеством дорожных покрытий (рис. 2).

Таким образом, данная модель может быть рассмотрена в качестве объекта для анализа и определения оптимального срока эксплуатации при выполнении задач коммерческих фирм, УТТ и АТП нефтегазодобывающего комплекса. В результате анализа конструкции Toyota Land Cruiser Prado определены ключевые технические характеристики и данные для расчета (табл. 2).

Стоит отметить, что задача по расчету фактического расхода топлива в зависимости от исследуемых факторов выходит за рамки исследования, так как данные о расходах могут формироваться на предприятиях с использованием различных методик и допущений, поэтому в качестве исходных данных на этом этапе используется информация завода-изготовителя, указанная в сервисных книжках. Результаты расчетов с учетом корректирующих коэффициентов позволили установить, что разница в расходе обусловлена исходным объемом ДВС и видом используемого топлива (рис. 3).

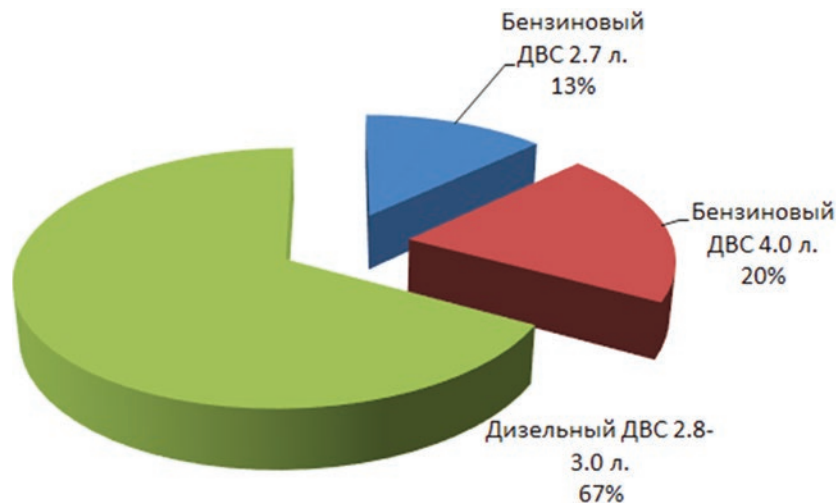


Рис. 2. Статистика продаж Toyota Land Cruiser Prado по типам ДВС

Таблица 1

## Совокупные продажи автомобилей Toyota в России за четыре года [10]

Модель	Календарный год			
	2017	2018	2019	2020
Camry	28 199	33 700	30 627	27 373
RAV4	32 931	31 155	30 627	36 433
<b>Land Cruiser Prado</b>	<b>13 755</b>	<b>17 580</b>	<b>15 146</b>	<b>11 271</b>
Land Cruiser	8 376	8 400	4 776	4 907
Fortuner	1 270	5 884	4 684	2 678
Corolla	4 380	5 199	3 180	2 696
Hilux	3 495	3 190	2 361	2 580
C-HR	–	1 287	1 035	1 721
Highlander	803	1 148	744	794
Alphard	744	926	76	828
HiAce	73	–	10	302
Supra	–	–	1	15
Prius	208	23	–	–

Таблица 2

## Сравнение характеристик ДВС Toyota Land Cruiser Prado

Тип двигателя	Бензиновый	Бензиновый	Дизельный
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	2 694	3 956	2 755
Количество и тип расположения цилиндров	4, рядное	6, V-образное	4, рядное
Вид топлива	Бензин АИ 91 и выше	Бензин АИ 95 и выше	Дизель с ЦЧ не менее 48
Максимальная мощность двигателя в л. с. (кВт) / при об/мин	163 (120) / 5 200	249 (183) / 5 600	200 (147) / 3 400
Максимальный крутящий момент, Нм / при об/мин	246 / 3 900	381 / 4 400	500 / 1 600–2 800
Диаметр цилиндра / ход поршня, мм	95 × 95	94 × 95	92 × 103,6
Степень сжатия	10,2:1	10,4:1	15,6:1
Расход топлива (данные производителя), л/100 км	12,5	14,7	9,7
Стоимость топлива, руб./л	42,7	46,3	49
Стоимость нового автомобиля (базовая комплектация), тыс. руб.	3 410	4 028	3 974



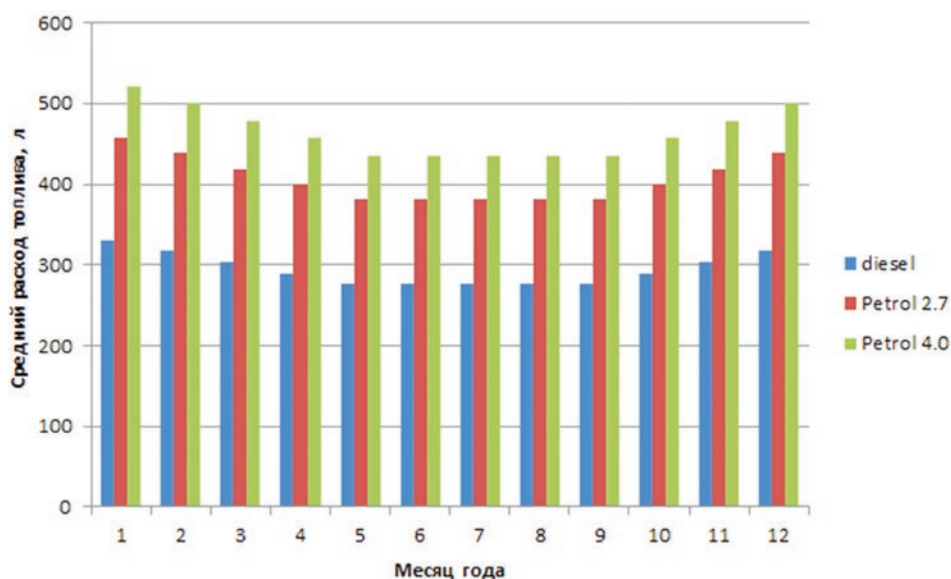


Рис. 3. Изменение расхода топлива Toyota Land Cruiser Prado в холодных климатических условиях

Данные о стоимости проведения, периодичности и составе перечня регламентных работ по проведению ТО и ТР на основе информации, собранной у официальных дилеров марки Toyota в регионе, указаны в табл. 3.

Из полученных данных следует, что автомобиль Toyota Land Cruiser Prado с бензиновым ДВС

2.7 дешевле в обслуживании, ТО дизельных комплектаций обходится в среднем на 20 % дороже.

Анализ предложений на вторичном рынке на основе популярных интернет-сайтов позволил установить параметры модели изменения стоимости в процессе эксплуатации автомобиля (рис. 4).

Таблица 3

### Стоимость проведения регламентных ТО для Toyota Land Cruiser Prado

Пробег, ткм	Стоимость ТО для бензинового ДВС 2.7 л, руб.	Стоимость ТО для бензинового ДВС 4.0 л, руб.	Стоимость ТО для дизельного ДВС, руб.
10	10 000	10 000	13 900
20	13 600	12 600	17 000
30	12 500	12 600	34 500
40	26 800	28 800	26 800
50	12 500	12 600	15 900
60	13 800	14 500	19 900
70	12 500	12 600	15 900
80	35 000	36 000	34 500
90	12 500	12 600	19 500
100	23 000	23 800	17 000
Σ	172 200	176 100	214 900

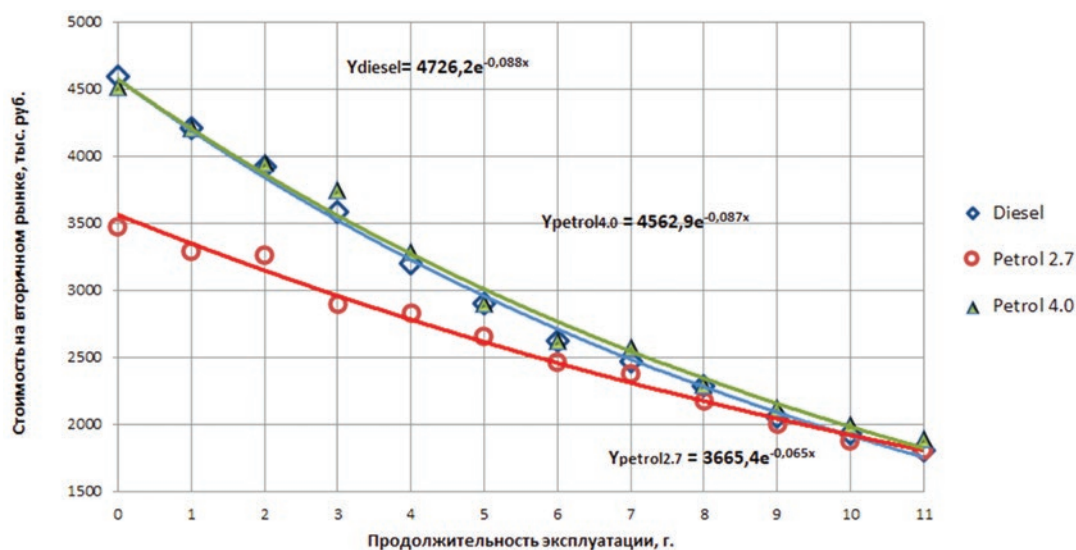


Рис. 4. Влияние продолжительности эксплуатации Toyota Land Cruiser Prado на стоимость на вторичном рынке

Для установления параметров модели изменения удельных затрат на ТР были проанализированы данные корпоративных баз предприятий нефтегазодобывающего сектора по ТР подвижного состава за 10 лет (рис. 5).

Из полученных данных следует, что наибольшие коэффициенты модели изменения остаточной стоимости автомобиля в зависимости от продолжительности эксплуатации характерны для дизельного ДВС и бензинового с рабочим объемом 4.0 л Toyota Land Cruiser Prado, что мо-

жет быть вызвано как изначально более разнообразным набором комплектаций, так и большим количеством предложений на вторичном рынке. Наименьший коэффициент модели соответствует Toyota Land Cruiser Prado с рабочим объемом ДВС 2.7 л, причиной чего является изначально минимальная стоимость в сегменте сравниваемых автомобилей, а также небольшое предложение на рынке.

Таким образом, установлено, что Toyota Land Cruiser Prado с дизельными ДВС и бензиновыми

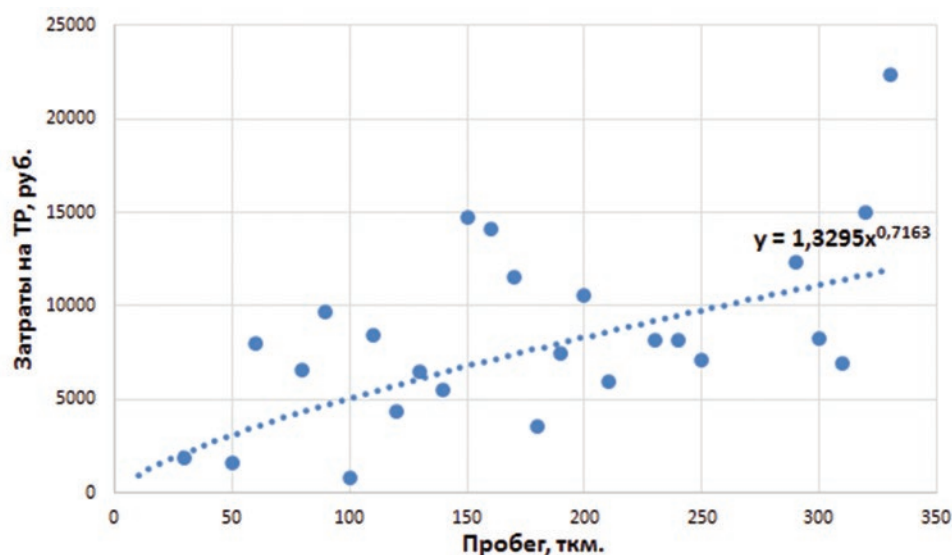


Рис. 5. Изменение удельных затрат на ТР Toyota Land Cruiser Prado



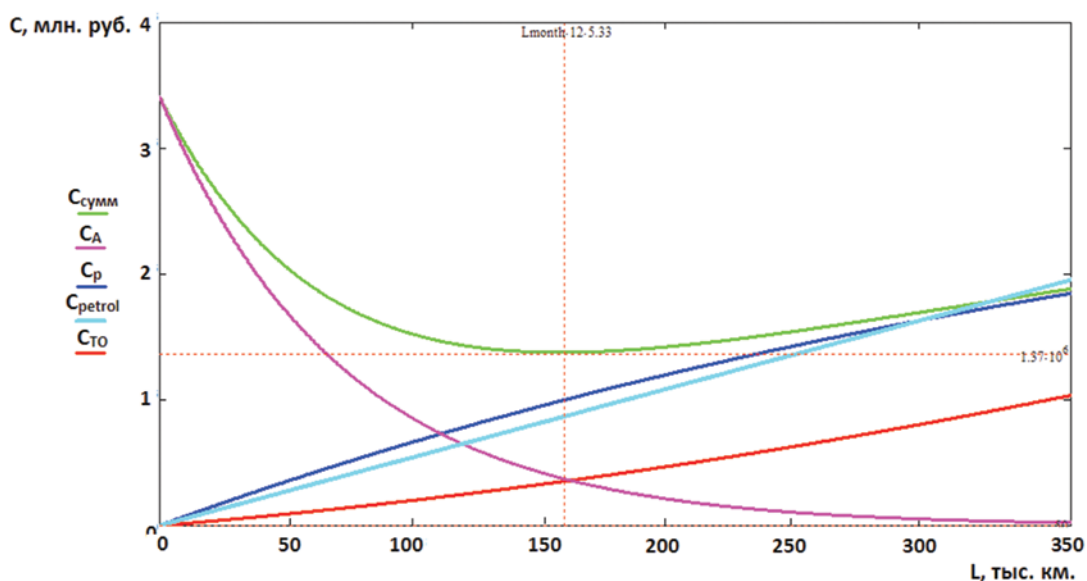


Рис. 6. Определение суммарных затрат на эксплуатацию Toyota Land Cruiser Prado с бензиновым ДВС 1GR-FE 2.7 л

с рабочим объемом 4.0 л теряют в цене на вторичном рынке практически одинаково, поскольку коэффициенты экспоненциальной модели составляют  $-0,088$  и  $-0,087$  соответственно, в то время как коэффициент Toyota Land Cruiser Prado с рабочим объемом ДВС 2.7 л составляет  $-0,065$ , что свидетельствует о наименьшей динамике снижения стоимости в зависимости от времени использования и является фактором снижения удельных затрат на эксплуатацию.

В результате обработки полученных данных рассчитаны удельные суммарные затраты на эксплуатацию Toyota Land Cruiser Prado для каждого типа ДВС на основе технико-экономического метода (рис. 6).

### Обсуждение

В ходе сравнительной оценки численных значений показателей эксплуатации установлено, что экономический эффект от использования автомобиля Toyota Land Cruiser Prado с бензиновым ДВС 1GR-FE 2.7 л может быть получен за счет снижения стоимости эксплуатации на 195 103 руб. в год, что в большей мере объясняется не столько значительными отличиями по стоимости ТО и расходу топлива по сравнению с бензиновым ДВС 2TR-FE 4.0 л и дизельным 1(K-G)D-FTV

3.0-2.7 л, сколько относительно невысокой изначальной стоимостью и медленной динамикой снижения востребованности на вторичном рынке. В то же время минимальная удельная стоимость эксплуатации соответствует автомобилям с дизельными 1(K-G)D-FTV 3.0-2.7 л, где относительная дороговизна ТО компенсируется топливной экономичностью. Эксплуатация Toyota Land Cruiser Prado с бензиновым ДВС 2TR-FE обходится дороже всех по причине повышенного расхода топлива при сопоставимой динамике снижения стоимости на вторичном рынке относительно модели с дизельным ДВС. В таблице 4 представлены расчетные значения показателей эксплуатации автомобилей с тремя типами ДВС, а также разница  $\Delta$  при сопоставлении ДВС 1GR-FE 2.7 л с бензиновым 2TR-FE 4.0 л и дизельным (K-G)D-FTV 3.0-2.7 л.

### Выводы

Таким образом, определение экономически целесообразных сроков эксплуатации подвижного состава с применением технико-экономического метода и расчетом удельных суммарных затрат позволяет осуществлять корректную сравнительную оценку с учетом вариации заводских комплектаций, типа используемого топлива

## Оценка численных значений показателей эксплуатации Toyota Land Cruiser Prado

Тип ДВС	Petrol, 2.7	Petrol, 4.0	Diesel, 3.0	Δ Petrol, 4.0, %	Δ Diesel, 3.0, %
Экономически целесообразный срок эксплуатации, г.	5,3	4,6	5	-14,3	-6,7
Пробег, ткм	160	140	150	-14,3	-6,7
Суммарные удельные затраты, тыс. руб.	1 370,8	1 923,4	1 910,1	28,7	28,2
Затраты на топливо, тыс. руб.	867,6	939,8	676,2	7,7	-28,3
Затраты на ТО, тыс. руб.	275,2	246,4	322,5	-11,7	14,7
Затраты на ТР, тыс. руб.	5,04	4,58	4,81	-10,0	-4,7
Амортизация, тыс. руб.	371,81	579,37	497,67	35,8	25,3
Потеря в стоимости при продаже, тыс. руб.	998,9	1344,1	1414,6	25,7	29,4
Стоимость годовой эксплуатации, тыс. руб.	472,3	667,4	582,7	29,2	19,0
Удельные затраты на ТР, руб./км	0,0315	0,0327	0,0321	3,7	1,8
Удельные затраты на ТО, руб./км	1,72	1,76	2,15	2,3	20,0
Удельные затраты на топливо, руб./км	5,42	6,71	4,51	19,2	-20,3
Удельные затраты на амортизацию, тыс. руб.	8,57	13,74	12,73	37,6	32,7
Удельная стоимость эксплуатации, руб./км	15,74	22,24	19,42	29,2	19,0
Экономический эффект, тыс. руб.	195,1	0	84,65	0	56,6

и динамики изменения остаточной стоимости на вторичном рынке. В ходе исследований рассмотрены факторы, влияющие на срок эффективной эксплуатации подвижного состава, а также установлена закономерность изменения стоимости автомобиля на вторичном рынке в процессе приращения наработки и времени использования. Экспериментально определены затраты на ТО, стоимость реализации на вторичном рынке и объемы топливного потребления.

Полученные данные позволили произвести анализ экономически целесообразных сроков эксплуатации и удельные суммарные затраты на основе технико-экономического метода для сравнительной оценки затрат на эксплуатацию автомобилей с дизельными и бензиновыми ДВС. Экономический эффект от использования моделей автомобилей с дизельными ДВС увеличи-

вается по мере увеличения пробега из-за сравнительно низкого расхода топлива, при этом стоимость нового автомобиля с учетом последующей перепродажи может компенсировать эти преимущества.

Оценка вклада инфляционных ожиданий компаний-производителей в формирование остаточной стоимости позволяет более точно корректировать сроки эффективной эксплуатации подвижного состава, поэтому дальнейшие исследования сосредоточены на сборе, анализе и систематизации данных для установления параметров математических моделей наиболее популярных моделей автомобилей, что позволит масштабировать методику оптимизации сроков эксплуатации подвижного состава и адаптировать ее для автотранспортных комплексов различной направленности и специализации.

### **Библиографический список**

1. Кузнецов, Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Е. С. Кузнецов. – Москва : Транспорт, 1990. – 272 с. – Текст : непосредственный.
2. Захаров, Н. С. Моделирование процессов изменения качества автомобилей / Н. С. Захаров. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. – 127 с. – Текст : непосредственный.
3. Захаров, Н. С. Изменение зарядного тока автомобильных аккумуляторных батарей в зимний период / Н. С. Захаров, Н. О. Сапоженков. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья. – Казань, 2014. – № 5. – С. 196–198.
4. Захаров, Н. С. Моделирование процессов формирования уровня заряженности автомобильных аккумуляторных батарей в зимний период / Н. С. Захаров, Н. О. Сапоженков – Текст : непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск, 2016. – № 3 (51). – С. 232–237.
5. Эммус, А. А. Выбор экономически обоснованной стратегии замены подвижного состава в автотранспортном предприятии : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Эммус Альберт Альбертович ; Санкт-Петербургская государственная инженерно-экономическая академия – Санкт-Петербург, 1995. – 19 с. – Место защиты : Санкт-Петербургская государственная инженерно-экономическая академия. – Текст : непосредственный.
6. Смирнов, П. И. Конкурентоспособность легковых автомобилей : теория и практика оценки : монография / П. И. Смирнов; М-во образ. и науки РФ, Вологод. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2018 – 71 с. – Текст : непосредственный.
7. Макарова, А. Н. Методика оперативного корректирования нормативов периодичности технического обслуживания с учетом фактических условий эксплуатации автомобилей : специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Макарова Анна Николаевна ; Тюменский государственный нефтегазовый университет – Оренбург, 2016. – 16 с. – Место защиты : Оренбургский государственный университет. – Текст : непосредственный.
8. Юркова, Т. И. Экономика предприятия / Т. И. Юркова, С. В. Юрков. – URL: <http://scipro.ru/conf/enterpriseeconomy.pdf> (дата обращения : 04.06.2020). – Текст : электронный.
9. Toyota Land Cruiser Prado в марте вошел в ТОП-25 российских бестселлеров / «Автостат». – URL: <https://www.autostat.ru/news/48066/> (дата обращения : 01.08.2021). – Текст : электронный.
10. Данные о продажах автомобилей Toyota в России / Auto Vercity. – URL: <https://auto.vercity.ru/statistics/sales/europe/2020/russia/toyota/> (дата обращения: 01.08.2021). – Текст : электронный.

### **References**

1. Kuznetsov, E. S. (1990). Upravlenie tekhnicheskoy ekspluatatsiey avtomobiley. Moscow, Transport Publ., 272 p. (In Russian).
2. Zakharov, N. S. (1999). Modelirovanie protsessov izmeneniya kachestva avtomobiley. Tyumen, TyumGNGU Publ., 127 p. (In Russian).
3. Zakharov, N. S., & Sapozhenkov, N. O. (2014). Charging current changes of automotive lead - acid batteries in winter. Scientific and Technical Volga region Bulletin, (5), pp. 196-198. (In Russian).
4. Zakharov, N. S., & Sapozhenkov, N. O. (2016). Modelling of formation car batteries level of charge in winter. Modern technologies. System analysis. Modeling, 3(51), pp. 232-237. (In Russian).
5. Emmus, A. A. (1995). Vybora ekonomicheskoy obosnovannoy strategii zameny podvizhnogo sostava v avtotransportnom predpriyatii. Avtoref. dis. ... kand. ekonom. nauk. Saint Petersburg, 19 p. (In Russian).

- 
6. Smirnov, P. I. (2018). Konkurentosposobnost' legkovykh avtomobiley: teoriya i praktika otsenki. Vologda, VoGU Publ., 71 p. (In Russian).
  7. Makarova, A. N. (2016). Metodika operativnogo korrektirovaniya normativov periodichnosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya s uchetom fakticheskikh usloviy ekspluatatsii avtomobiley. Avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Orenburg, 16 p. (In Russian).
  8. Yurkova, T. I., & Yurkov, S. V. Ekonomika predpriyatiya. (In Russian). Available at: <http://scipro.ru/conf/enterpriseconomy.pdf> (date of the application: 04.06.2020).
  9. Toyota Land Cruiser Prado v marte voshel v TOP-25 rossiyskikh bestsellerov. Autostat. (In Russian). Available at: <https://www.autostat.ru/news/48066/> (date of the application: 01.08.2021).
  10. Dannye o prodazhakh avtomobiley Toyota v Rossii. Auto Vercity. (In Russian). Available at: <https://auto.vercity.ru/statistics/sales/europe/2020/russia/toyota/> (date of the application: 01.08.2021).

#### **Сведения об авторах**

Базанов Артем Владимирович, к. т. н., доцент кафедры сервиса автомобилей и технологических машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: [bazanovav@tyuiu.ru](mailto:bazanovav@tyuiu.ru)

Сапоженков Николай Олегович, к. т. н., доцент кафедры сервиса автомобилей и технологических машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: [sapozhenkovno@tyuiu.ru](mailto:sapozhenkovno@tyuiu.ru)

Алыков Руслан Булатович, тренер по техническому обслуживанию ООО «Альянс Мотор Тюмень», e-mail: [r.alykov@amt72.ru](mailto:r.alykov@amt72.ru)

Кожедеров Александр Игоревич, старший преподаватель кафедры строительных и транспортных комплексов, Югорский государственный университет, e-mail: [A\\_Kozhederov@ugrasu.ru](mailto:A_Kozhederov@ugrasu.ru)

#### **Information about the authors**

Artyom V. Bazanov, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Automotive and Technological Machinery Service, Industrial University of Tyumen, e-mail: [bazanovav@tyuiu.ru](mailto:bazanovav@tyuiu.ru)

Nikolay O. Sapozhenkov, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Automotive and Technological Machinery Service, Industrial University of Tyumen, e-mail: [sapozhenkovno@tyuiu.ru](mailto:sapozhenkovno@tyuiu.ru)

Ruslan B. Alykov, Maintenance Trainer, Alliance Motors Tyumen LLC, e-mail: [r.alykov@amt72.ru](mailto:r.alykov@amt72.ru)

Alexander I. Kozhederov, Senior Lecturer at the Department of Construction and Transport Complexes, Ugra State University, e-mail: [A\\_Kozhederov@ugrasu.ru](mailto:A_Kozhederov@ugrasu.ru)

**Для цитирования:** Оптимизация сроков эксплуатации подвижного состава на автотранспортных предприятиях / А. В. Базанов, Н. О. Сапоженков, Р. Б. Алыков, А. И. Кожедеров. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-3-68-79. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 3. – С. 68–79.

**For citation:** Bazanov, A. V., Sapozhenkov, N. O., Alykov, R. B., & Kozhederov, A. I. (2021). Optimization of the rolling stock service life at transport enterprises. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (3), pp. 68-79. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-3-68-79.