

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

КАФЕДРА «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Утверждаю:
Зав. кафедрой

Ю.В. Родионов

(подпись, инициалы, фамилия)

число

месяц

год

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

«Исследование влияния сезонных условий эксплуатации на показатели
(наименование темы)

надежности автомобилей»

Автор ВКР

подпись

Е.А. Островская

инициалы, фамилия

Направление подготовки

23.04.03 – Эксплуатация транспортно-

(наименование)

технологических машин и комплексов

Группа ЭТМК-21м

Руководитель ВКР

подпись

дата

Ю.В. Родионов

инициалы, фамилия

Пенза, 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Автомобильно-дорожный институт
Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Согласовано:
Декан АДИ

Ю.В. Родионов

(подпись, инициалы, фамилия)

Утверждаю:
Зав. кафедрой

Ю.В. Родионов

(подпись, инициалы, фамилия)

число

месяц

год

число

месяц

год

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Студенту гр. ЭТМК-21м Островской Елене Александровне

Тема ВКР «Исследование влияния сезонных условий эксплуатации на показатели надежности автомобилей»

утверждена приказом по ПГУАС № _____ от _____ декабря 2016 г.

число месяц год

ВКР представляется к защите _____ июня 2017 года

число месяц год

Научный руководитель ВКР _____

подпись

дата

Ю.В. Родионов

инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению Островская Елена Александровна

(Ф.И.О. студента)

АННОТАЦИЯ

выпускной квалификационной работы на тему:

«Исследование влияния сезонных условий эксплуатации на показатели надежности автомобилей», выполненной на 99 с., в том числе 36 ил., 24 таблицы, 2 приложения.

При изменении сезона года меняется интенсивность и условия эксплуатации, появляется ряд дополнительных факторов, влияющих на характер изменения параметров технического состояния автомобилей и показатели надежности.

Под сезонными условиями понимаются колебания параметров окружающей среды, характеризующих внешнее воздействие на автомобиль и дорожные условия по времени года. Сезонные условия оказывают наибольшее влияние на показатели надежности и эффективность работы подвижного состава, что ведет к необходимости их учета при экономических расчетах и планировании работы АТП.

Целью выпускной квалификационной работы является повышение эффективности эксплуатации грузовых автомобилей путем рационального прогнозирования удельных затрат с учетом влияния сезонных условий.

Поэтому тема работы, направленная на изучение влияния сезонных условий на удельные затраты по эксплуатационным материалам и основным агрегатам, является актуальной и имеет важное значение в сфере технической эксплуатации автомобилей.

Указанные цели автором достигнуты полностью.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>ВВЕДЕНИЕ</i>	<i>5</i>
<i>1. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ</i>	<i>6</i>
<i>1.1 Влияние условий эксплуатации автомобильного транспорта на комплексные показатели надежности</i>	<i>6</i>
<i>1.2 Условия эксплуатации и их классификация</i>	<i>10</i>
<i>1.3 Транспортные условия</i>	<i>12</i>
<i>1.4 Дорожные условия</i>	<i>16</i>
<i>1.5 Климатические условия</i>	<i>21</i>
<i>1.6 Сезонные условия</i>	<i>24</i>
<i>1.7 Выводы. Цели и задачи исследований</i>	<i>29</i>
<i>2. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ИССЛЕДУЕМОГО ПАРКА</i>	<i>31</i>
<i>2.1 Структура подвижного состава и характеристика грузовых автомобилей рассматриваемого парка АТП</i>	<i>31</i>
<i>2.2 Анализ эксплуатационных показателей, рассматриваемого автопарка и влияния квалификации водителей на эффективность использования автомобилей</i>	<i>37</i>
<i>2.3 Выводы</i>	<i>44</i>
<i>3. АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СЕЗОННЫХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ</i>	<i>45</i>
<i>3.1 Оценка удельных затрат на эксплуатацию автомобилей исследуемого парка</i>	<i>45</i>
<i>3.2 Анализ влияния сезонных условий эксплуатации автомобилей на эксплуатационные затраты</i>	<i>48</i>
<i>3.3 Расчет затрат на эксплуатацию автомобилей по сезонам года</i>	<i>61</i>
<i>4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЧЕТА СЕЗОННЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ ПАРКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ</i>	<i>81</i>
<i>Заключение</i>	<i>90</i>
<i>Список литературы</i>	<i>91</i>
<i>Приложения</i>	<i>93</i>

ВВЕДЕНИЕ

Изменения в технической, технологической, управленческой, экономической и организационной сферах национального хозяйства Российской Федерации изменили условия работы предприятий транспортного комплекса. К настоящему времени появилось достаточно большое число коммерческих предприятий, осуществляющих грузовые перевозки автомобильным транспортом. В то же время структура подвижного состава автомобильного транспорта в современной России складывается стихийно и во многом не оптимальна.

В настоящее время в России парк грузовых автомобилей коммерческого назначения интенсивно обновляется. Владельцы транспортных предприятий осуществляют выбор автомобилей, зачастую ориентируясь на престиж марки, наличие тех или иных моделей на рынке, стоимость и т.п., не учитывая условия, в которых будут эксплуатироваться данные автомобили. Следовательно, в процессе эксплуатации часто оказывается так, что приобретенный автомобиль имеет большие по сравнению с конкурентами эксплуатационные затраты. В большинстве случаев это связано с частыми отказами автомобилей или высокой стоимостью запасных частей, расходных и смазочных материалов.

В связи с этим, появилась необходимость изучения влияния отдельных условий эксплуатации на эксплуатационные затраты автомобилей. Некоторые зависимости эксплуатационных затрат автомобилей от отдельных условий эксплуатации являются очевидными и общеизвестными, например, зависимость затрат на топливо от условий движения, от дорожного покрытия и др. В то время как, влияние сезонных условий на настоящее время в полной мере не изучено.

Начало изучения условий эксплуатации автомобилей было положено в 1942 г. академиком Е.А. Чудаковым, когда по его инициативе была разработана отраслевая классификация условий эксплуатации автомобилей. В этой классификации давалась характеристика особенностей перевозок в каждой отрасли народного хозяйства, но в ней отсутствовала оценка эксплуатационных затрат автомобиля в зависимости от условий эксплуатации.

В настоящей работе представлено исследование влияния сезонных условий эксплуатации подвижного состава предприятия на затраты, связанные с заменой ГСМ, автомобильных шин и др. Это позволило сформулировать основные направления и пути повышения эффективности работы АТП за счет рационального прогнозирования удельных затрат.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

1.1 Влияние условий эксплуатации автомобильного транспорта на комплексные показатели надежности

Надежность можно охарактеризовать, как способность автомобиля выполнять функции по основному назначению в установленных условиях эксплуатации, сохраняя в заданном интервале времени или пробега заданные значения эксплуатационных показателей [4].

Надежность является сложным комплексным свойством, которое включает в себя: безопасность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Безотказность — свойство автомобиля сохранять работоспособность в течение определенного времени или пробега.

Долговечность — свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного состояния и при проведении установленных работ ТО и ремонта.

Ремонтпригодность (эксплуатационная технологичность) — свойство автомобиля, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, выявлению и устранению отказов и неисправностей при проведении ТО и ремонта.

Сохраняемость — свойство автомобиля сохранять исправное и работоспособное состояние в течение срока хранения и после, а также при транспортировании [4,5].

Для количественной характеристики каждого из свойств надежности служат такие единичные показатели, как наработка до отказа и на отказ, наработка между отказами, ресурс, срок службы, срок сохраняемости, время восстановления. Значения этих величин получают по данным испытаний или эксплуатации.

Комплексные показатели надежности, такие как коэффициент технической готовности, коэффициент технического использования и коэффициент оперативной готовности, вычисляются по данным единичных показателей. Номенклатура показателей надежности приведена в табл. 1.1 [4].

Для определения показателей надежности, наиболее подверженных влиянию условий эксплуатации автомобилей, ранее проанализирована связь единичных и комплексных показателей надежности и ее свойств [19,20]. Такими показателями являются: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа,

средняя наработка на отказ, параметр потока отказов, средний ресурс, средний срок службы, средний срок сохраняемости и коэффициент технической готовности (КТГ).

Таблица 1.1

Примерная номенклатура показателей надежности

Свойство надежности	Наименование показателя
<i>Единичные показатели</i>	
<i>Безотказность</i>	<i>Вероятность безотказной работы Средняя наработка до отказа Средняя наработка на отказ Средняя наработка между отказами Интенсивность отказов Поток отказов восстанавливаемого изделия Средняя частота отказов Вероятность отказов</i>
<i>Долговечность</i>	<i>Средний ресурс Гамма-процентный ресурс Назначенный ресурс Установленный ресурс Средний срок службы Гамма-процентный срок службы Назначенный срок службы Установленный срок службы</i>
<i>Ремонтпригодность</i>	<i>Среднее время восстановления Вероятность восстановления Коэффициент ремонтосложности</i>
<i>Сохраняемость</i>	<i>Средний срок сохраняемости Гамма-процентный срок сохраняемости Назначенный срок хранения Установленный срок хранения</i>
<i>Комплексные показатели</i>	
<i>Совокупность свойств</i>	<i>Коэффициент технической готовности Коэффициент технического использования Коэффициент оперативной готовности</i>

Среди перечисленных показателей надежности наиболее важным с точки зрения влияния условий эксплуатации автомобилей на своевременное и качественное выполнение грузоперевозок АТП является КТГ, который включает в себя совокупность единичных показателей и характеризует готовность подвижного состава к транспортной работе. Это даст возможность в полной мере оценить степень воздействия условий эксплуатации на автомобиль в целом.

КТГ α_T определяет долю календарного времени, в течение которого автомобиль (или парк автомобилей) находится в работоспособном состоянии и может осуществлять транспортную работу. Он выражается через отношение числа дней D , или автомобиле-дней

$A \cdot D_{\text{э}}$ эксплуатации автомобилей к сумме числа дней эксплуатации автомобилей и дней простоя $D_{\text{р}}$ на ТО и в ремонте [8,21]:

$$\alpha_T = \frac{D_{\text{э}}}{D_{\text{э}} + D_{\text{р}}}; \quad (1.1)$$

$$\alpha_T = \frac{AD_{\text{э}}}{AD_{\text{э}} + AD_{\text{р}}}. \quad (1.2)$$

Коэффициент технической готовности является одним из показателей, характеризующих работоспособность автомобиля и парков. Увеличение КТГ способствует повышению производительности автомобилей.

Рассмотрим связь КТГ с показателями надежности и организации ТО и ремонта.

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + D_{\text{р}} / D_{\text{э}}}, \quad (1.3)$$

Или применительно к эксплуатационному циклу

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + D_{\text{рц}} / D_{\text{эц}}}, \quad (1.4)$$

где $D_{\text{рц}}$ – число дней простоя автомобиля в ремонте за цикл; $D_{\text{эц}}$ – число дней эксплуатации автомобиля за цикл.

Продолжительность эксплуатационного цикла в днях зависит от планируемого пробега или наработки за цикл l_k и среднесуточного пробега $l_{\text{сц}}$ [8]:

$$D_{\text{эц}} = \frac{l_k}{l_{\text{сц}}}. \quad (1.5)$$

Простой на ТО и ремонт за цикл $D_{\text{р.ц}}$ складывается из простоя в капитальном ремонте, если он производится, и простоя на ТО и ТР: $D_{\text{р.ц}} = D_{\text{КР}} + D_{\text{ТР,ТО}}$. Простой в капитальном ремонте обычно нормируется в календарных днях, а простой в ТО и ТР – в виде удельной нормы в днях на 1000 км пробега. Таким образом, $D_{\text{ТР,ТО}} = d_{\text{ТР}} L_{\text{к}} / 1000$.

Следует обратить внимание, что основная доля простоев (до 85–95%) приходится на текущий ремонт на АТП. Поэтому сокращение простоев в ремонте, производимое на АТП, является главным резервом увеличения α_T [21].

Продолжим анализ КТГ и рассмотрим следующее выражение:

$$\frac{D_{pц}}{D_{эц}} = \frac{D_{pц}l_{cc}}{L_K} = B_p l_{cc}, \quad (16)$$

где $B_p l_{cc} = D_{pц} / L_K$ - простой автомобиля во всех видах ТО и ремонта за счет рабочего времени, дней/1000 км. В этом случае

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + B_p l_{cc}} = \frac{1}{1 + B_p T_H v_э}, \quad (17)$$

где $v_э$ - эксплуатационная скорость, км/ч; T_H - продолжительность рабочей смены (или нарядного времени), ч.

Необходимо отметить, что с увеличением пробега автомобиля с начала эксплуатации (с его старением) простой в ремонте возрастают, а КТГ уменьшается. На простой при устранении неисправностей и, следовательно, на КТГ влияют условия эксплуатации автомобилей а также уровень организации ТО и ремонта, квалификация персонала и другие факторы.

Общий простой автомобилей с потерей рабочего времени за период его работы складывается из n простоев. В этом случае средняя наработка на отказ, вызывающий простой, $x_{np} = L_K / n$. Тогда при средней продолжительности одного простоя продолжительность простоя автомобиля за эксплуатационный цикл,

Следует, что на КТГ влияют: время простоя в ТО и ремонте, характеризующее уровень технологии и организации производства, степень воздействия условий эксплуатации на автомобиль, а также приспособленность автомобиля и его агрегатов к ТО и ремонту (или эксплуатационная технологичность); средняя наработка на отказ, вызывающий простой, которая определяет надежность автомобиля, условия эксплуатации, а также качество проведения ТО и ремонта; среднесуточный пробег, характеризующий интенсивность эксплуатации автомобилей.

Время простоя в ТО и ремонте определяется частотой отказов подвижного состава или нарушением работоспособного состояния как его отдельных агрегатов, узлов и систем, так и автомобиля в целом. Отказы, как правило, связаны с износом трущихся поверхностей, старением эксплуатационных материалов, разрушением сопряженных деталей, а также прочими процессами изменения технического состояния автомобилей. Следствием протекания данных процессов является взаимодействие не только отдельных элементов автомобиля между собой, но и с окружающей средой, определяющей условия эксплуатации, которые

также являются причиной частых отказов, в результате неблагоприятного воздействия на автомобиль.

В свою очередь, увеличение времени простоя в ТО и ремонте, приводящее к снижению КТГ, способствует повышению эксплуатационных затрат на АТП и уменьшению объема грузоперевозок, что ведет к снижению эффективности эксплуатации автомобилей.

Таким образом, для наиболее полной оценки влияния условий эксплуатации на комплексные показатели надежности автомобилей, в частности на КТГ, целесообразно исследовать эффективность эксплуатации автомобилей.

1.2 Условия эксплуатации и их классификация

Условия, при которых осуществляется эксплуатация автомобиля, обеспечивают влияние на режимы работы его агрегатов и систем, вызывая ускорение или замедление интенсивности изменения параметров технического состояния. В различных условиях эксплуатации реализуемые показатели надежности автомобилей за одинаковую наработку будут различаться, что скажется и на показателях эффективности технической эксплуатации.

Учет условий эксплуатации необходим при определении нормативов ТЭА, потребности в ресурсах (персонал, производственно-техническая база, запасные части и материалы), для оперативного управления эксплуатацией автомобиля с целью повышения эффективности его работы [1].

Необходимо различать две группы условий: объективные (четко фиксируемые условия), которые однозначно действуют на надежность всех автомобилей и, следовательно, на нормативы технической эксплуатации. Они подразделяются, в свою очередь, на внешние и внутренние.

Внешние условия, например, тип дороги, условия движения, климатические и сезонные условия и др.

Внутренние условия, например, возраст, типы, марки, модели автомобилей, концентрация автомобилей на предприятии и др.

Ко второй группе условий относятся субъективные (местные) условия, действующие по отношению к конкретному автомобилю или группе автомобилей на каждом предприятии. Например, квалификация персонала, расстояние перевозок и др.

Учет условий эксплуатации осуществляется на основе закономерностей технической эксплуатации автомобилей девятого вида и достигается классификацией этих условий,

идентификацией фактических условий эксплуатации конкретных групп автомобилей и корректированием нормативов ТО и ремонта.

Практически эти задачи решаются следующим образом:

1. Выявляются факторы, которые могут быть отнесены к объективным и субъективным, или местным;

2. Объективные факторы систематизируются и группируются по степени и механизму влияния на надежность автомобилей и, как следствие, на затраты по обеспечению их работоспособности.

На автомобильном транспорте России принято учитывать следующие объективно действующие факторы:

– условия эксплуатации, характеризующие дорожным покрытием, рельефом местности, условиями движения;

– тип (легковые, грузовые, автобусы), модификация и класс автомобиля (легковые – по рабочему объему двигателя, грузовые – по грузоподъемности, автобусы – по длине).

– природно – климатические условия в соответствии с их районированием и выделением районов с высокой агрессивностью среды.

– возраст автомобилей в парке с выделением девяти групп наработок и концентрация автомобилей на предприятии (размер парка, его разнотипность и разномарочность).

3. Каждый учитываемый фактор имеет идентификационные признаки, которые позволяют выделять специфические группы автомобилей, работающих в данных условиях.

4. Вносятся коррективы в нормативы технической эксплуатации автомобилей с целью повышения эффективности его работы.

Для дальнейшего рассмотрения с учетом наибольшего влияния на эффективность эксплуатации автомобилей выбраны следующие условия: транспортные, дорожные, климатические и сезонные [3–8].

1.3 Транспортные условия

Транспортные условия эксплуатации автомобилей определяют способы повышения эффективности их работы: объем перевозок; вид груза; условия погрузки и разгрузки; условия движения (городское, загородное); срочность перевозок; режим эксплуатации; условия хранения, обслуживания и ремонта.

Объем перевозок определяется при прочих равных условиях — его грузоподъемностью автомобиля. Техническая зависимость между ними может быть выражена через количество одновременно перевозимого груза (партионность). Исследование показывает, что для грузовых автомобилей эта зависимость будет различной в двух случаях перевозок. Поэтому необходимо их подразделение на:

а) перевозки, при которых партионность может выбираться по соображениям транспортной эффективности;

б) перевозки, при которых партионность является заданной и меняться не может. В первом случае грузоподъемность должна быть максимально возможной и несущей способностью дороги; во втором случае грузоподъемность должна быть равной или минимально превышать заданную партионность.

Известно, что возрастание себестоимости перевозок и расходов топлива в зависимости от степени грузоподъемности автомобиля, партионности перевозок происходит по закону, близкому к гиперболе.

Таким образом, установлено влияние объема перевозок на грузоподъемность автомобиля и определена технически их связь через партионность перевозок.

Вид груза определяет требования к конструкции и размерам кузова и, в некоторых случаях, к типу автомобиля или прицепа. Техническая зависимость между видом груза и конструкцией автомобильного подвижного состава может быть установлена путем группировки всех видов грузов, перевозимых автомобильным, транспортом, по признакам особенностей их транспортировки и общности требований к автомобилям [5].

В соответствии с этим разработана классификация грузов и соответствующих им автомобильных кузовов, выражающая техническую связь между ними, которая в сокращенном виде приведена в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Группа	Вид грузов	Разновидность грузов по особенностям погрузки и разгрузки	Типы кузова	Примеры грузов
<i>КамаЗ 6520, КамаЗ 5511</i>				
1	<i>Навалочные и насыпные</i>	<i>Грузы, допускающие навал и сброс</i>	<i>Кузова-самосвалы</i>	<i>удобрения, зерно песок, уголь, кокс, руда, снег и др.</i>
<i>КамаЗ 54115, КамаЗ 5320</i>				
2	<i>Штучные и тарные</i>	<i>Грузы, находящиеся в пределах весовых норм и габаритов</i> <i>Длинномерные грузы</i> <i>Грузы-тяжеловесы</i>	<i>Тягачи с полуприцепами</i> <i>Тягачи с прицепом-распуском</i> <i>Автомобиль</i>	<i>мука, стекло в ящиках, бутылки стеклянные, лесоматериалы</i> <i>Трубы, столбы, строительные балки</i> <i>Бульдозер, асфальтоукладчик, каток и др.</i>

Автомобили КамаЗ 6520, КамаЗ 5320В и КамаЗ 5511, исследуемого автопарка, перевозят различные грузы, и вид груза изменяется в зависимости от времени года. Например, летом автомобили перевозят зерно, песок, щебень и др.; весной, летом и осенью асфальт. Зимой в основном перевозят снег. Что касается автомобилей-тягачей КамаЗ 5320, то они перевозят абсолютно разные грузы.

Для погрузки грузов требуется дополнительная техника, а именно краны, автопогрузчики, экскаваторы. Такие грузы, как зерно и снег грузят при помощи автопогрузчиков. Для загрузки песка применяют экскаваторы. Трубы, столбы и строительные балки загружают в тягачи с прицепом-распуском при помощи кранов.

Условия погрузки и разгрузки определяют требования к конструкции кузова автомобиля, к наличию на нем специальных механизмов, к его проходимости и маневренности. Условия погрузки и разгрузки характеризуются видами механизмов, стабильностью и благоустроенностью пунктов.

Типичными случаями, при которых условия погрузки и разгрузки определяют требования к конструкции автомобилей, являются: а) погрузка кранами, экскаваторами или из бункеров, при которых требуется приспособленность кузова для вертикального опускания в него груза; б) применение автопогрузчиков, в этом случае должна быть возможность боковой погрузки (открывающиеся боковые борта); в) разгрузка навалочных и насыпных грузов на стабильных пунктах, при которой требуется наклонение автомобиля, а на нестабильных

пунктах – применение автомобилей с самосвальными кузовами; з) погрузка и разгрузка на нестабильных пунктах, при которой требуется повышенная проходимость автомобилей на низших передачах; д) «стесненные пункты», требующие повышенной маневренности автомобиля.

Условия городского и загородного движения имеют специфические особенности, определяющие конструктивные отличия автомобилей. Проведенные экспериментальные исследования определения скоростей движения, режимов работы агрегатов и других особенностей работы автомобилей указывают на резкое их различие в городских и загородных условиях движения [6, 19].

Так, режимы работы грузового автомобиля при интенсивном городском движении изменяются по сравнению с движением по загородной дороге с одинаковым типом покрытия следующим образом:

- скорость движения сокращается на 50–52 %;
- среднее число оборотов коленчатого вала на 1 км увеличивается до 130–136 %;
- число переключений передач возрастает в 3–3,5 раза;
- удельная работа трения тормозных механизмов возрастает в 8–8,5 раза;
- пробег при криволинейной траектории движения (при поворотах, перестроениях и т.д.) увеличивается в 3–3,6 раза.

Влияние транспортных условий на надежность и производительность
автомобилей, %

Таблица 1.3

Параметр	Коэффициент использования			
	пробега β		грузоподъемности γ	
	0,7	0,9	0,8	0,9
Производительность	120	122	114	132
Число отказов и неисправностей	109	119	104	112
Число замен деталей и агрегатов	105	114	102	105
Примечание. Для $\beta = 0,5$ и $\gamma = 0,7$ значения параметров приняты за 100%				

Повышение величин параметров целесообразно предусматривать в конструкциях автомобилей, предназначенных для преимущественного использования в тех или иных условиях, наличие конструктивных особенностей, исходя из следующих характеристик: максимальной скорости движения, внешней формы кузова, устройства силовой передачи, звукового сигнала,

головного света фар, шин, емкости топливного бака, внутреннего устройства и оборудования кузова и др.

Срочность перевозок является условием повышающим конкурентоспособность и доходы предприятия. Требования к автомобилям исходя из этого заключается в повышенной надежности перевозок.

Режим эксплуатации, характеризуемый средним годовым и средним суточным пробегам автомобилей, может определять требования к износостойкости и долговечности основных агрегатов, запасам хода по топливу и между обслуживаниями, приспособленность к консервации.

Способы хранения, обслуживания и ремонта автомобилей применяются различные в зависимости от размеров, назначения и особенностей работы автохозяйств [5].

Особенности хранения, обслуживания и ремонта выдвигают определенные требования автомобилям. На основе проведенного изучения выявлены требования, определяемые условиями хранения и технического обслуживания автомобилей. Ремонтные требования исследованы В.З. Ефремовым и К.Т. Кошкиным.

Эти исследования показывают, что наиболее существенные требования к автомобилям определяются хранением — открытым (безгаражным), обслуживанием — на потоке и агрегатным методом ремонта. Основные из этих требований приведены в табл. 14.

Способы хранения, обслуживания и ремонта автомобилей

Таблица 14

<i>Процесс</i>	<i>Тип автомобиля</i>	<i>Основные требования к конструкции автомобиля</i>
<i>Хранение на открытой площадке или под навесом</i>	<i>Все грузовые автомобили</i>	<i>Концентрация сроков выполнения работ по обслуживанию; Приспособление двигателя к пробегу и пуску после длительной стоянке на холоде; недопущение остывания аккумулятора во время стоянки зимой; предохранение металлических частей от коррозии и деревянных от гниения; окраска повышенной стойкости</i>
<i>Обслуживание на потоке</i>	<i>Все типы автомобилей массового производства</i>	<i>Концентрация всех видов работ к определенному сроку (по пробегу); легкая доступность всех мест, требующих обслуживания, и приспособленность их к механизации работ</i>

Итак, транспортные условия определяют скорость автомобиля, т.е. его производительность, и режим работы его агрегатов, от которого зависит износ и работоспособ-

ность АТС. На свободной незагруженной дороге автомобиль движется на прямой передаче при умеренной нагрузке. В более сложных условиях приходится переходить на пониженные передачи, и двигатель совершает большее суммарное число оборотов при большей нагрузке, т.е. при большем среднем давлении газов в цилиндрах. При том же пробеге двигатель отрабатывает больше, трансмиссия испытывает большие нагрузки, сильнее нагружены подвеска, рама, кузов, рулевое управление.

При движении по дороге, проходящей высоко в горах нарушается нормальная работа системы питания двигателя (из-за пониженного атмосферного давления и температуры), что приводит к снижению динамики и экономичности автомобиля и увеличению износа двигателя. Скорость снижается в среднем на 20 – 23%, расход топлива возрастает на 15 – 25% [8].

Неблагоприятно влияет большая интенсивность движения и работа в больших городах со сложной планировкой и отсутствием скоростных магистралей и развязок в разных уровнях.

1.4 Дорожные условия

К числу факторов, характеризующих дорожные условия эксплуатации автомобилей и определяющих требования к их конструкции, должны быть отнесены следующие: прочность дороги, мостов и других сооружений; тип и ровность дорожного покрытия; элементы плана и профиля дороги; особенности, определяемые рельефом местности, и проезжее состояние.

В отличие от транспортных условий, которые для автомобилей каждого типа и назначения являются вполне определенными, дорожные условия постоянными не являются. Автомобили одного и того же типа работают на разных дорогах. Можно установить лишь типичные дорожные условия, которые могут быть преимущественными для определенных групп или разновидностей автомобилей [11–13].

Этим определяются особенности принятого метода изучения зависимости эффективности автомобилей от дорожных условий, заключающегося в первоначальном исследовании влияния каждого из указанных выше дорожных факторов на работу автомобиля, выявлении факторов, имеющих наибольшее значение, и группировании на этой базе типичных дорожных условий, определяющих одинаковые требования к автомобилям.

Прочность дороги, мостов и других сооружений определяет, как известно, предельно допустимый вес автомобиля (и нагрузку на ось), т.е. основной параметр его конструкции. При исследовании дорожных условий прочность дорог принимается заданной.

Ровность и тип дорожного покрытия оказывают очень существенное влияние на скорость движения, расход топлива, износ механизмов и шин автомобиля, утомляемость водителя.

Существующие дороги, по которым эксплуатируются наши автомобили соответствуют СНиП 2.05.02-85, распространяющиеся на все вновь строящиеся и реконструируемые автомобильные дороги общего пользования и подъездные дороги к промышленным предприятиям. В соответствии с этим документом, автомобильные дороги в зависимости от расчетной перспективной интенсивности движения и их народнохозяйственного и административного значения подразделяются на 5 основных категорий [8,9].

Основные технические характеристики автомобильных дорог по (СНиП 2.05.02-85) в пределах маршрутов перевозок «УГАТП №1»

Таблица 1.5

Показатели	Категория дороги					
	1		2	3	4	5
	1-а	1-б				
Основные маршруты автомобилей: – Тягачи (КамАЗ 5511) – Самосвалы (КамАЗ 6520 и КамАЗ 5320)	M4, M5, M6, M7, M8, M10, M13, M20, M21 *	M1	A151 A151	P178, P241 P178, P241	Проселочные дороги, подъездные пути к пром. предприятиям	Дороги на пересеченной местности
Среднесуточная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях, авт/сут	более 7000	более 7000	3000-7000	1000-3000	100-1000	менее 100
Расчетная скорость движения, км/ч: основная для трудных участков пересеченной местности для трудных участков горной местности	150 120 80	120 100 60	120 100 60	100 80 50	80 60 40	60 40 30
Число полос движения	4,6,8	4,6,8	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	НР
Ширина проезжей части (в обоих направлениях), м	15,0; 22,5; 30,0	15,0; 22,5; 30,0	7,5	7,0	6,0	4,5
Ширина обочин, м	3,75	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75

Продолжение таблицы 1.5

Наименьшая ширина разд. полосы м/у напр-ми движения, м	6,0	5,0	НР	НР	НР	НР
--	-----	-----	----	----	----	----

<i>Ширина земляного полотна, м</i>	28,5; 36; 43,5	27,5; 35; 42,5	15	12	10	8
<i>Наибольшие продольные уклоны, %: основные для трудных участков пересеченной местности для трудных участков горной местности</i>	3,0 4,0 6,0	4,0 5,0 7,0	4,0 5,0 7,0	5,0 6,0 8,0	6,0 7,0 9,0	7,0 9,0 10,0
<i>Перспективная среднесуточная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях, авт/сут</i>	более 7000	более 7000	3000– 7000	1000– 3000	100–1000	менее 100
<i>Наименьшее расстояние видимости встречного автомобиля, м: основные для трудных участков пересеченной местности для трудных участков горной местности</i>	не резл. 450 250	450 350 170	450 350 170	350 250 130	250 170 110	170 110 90

**Классификация дорог*

Категория 1 имеет две подкатегории 1-а и 1-б. При этом к 1-а отнесены наиболее совершенные магистральные автомобильные дороги общегосударственного значения, в том числе предназначенные для международного сообщения. К остальным категориям относятся прочие дороги общегосударственного, республиканского, краевого и областного, а также местного значения.

Важным транспортно-эксплуатационным показателем дорог является расчетная скорость и допустимые осевые нагрузки, которые составляют для дорог 1-4 категории – 10 тс, для 5 категории – 6 тс.

Проезжая часть дороги, предназначенная для движения автомобилей, имеет дорожную одежду, состоящую, как правило, из нескольких слоев: покрытия (верхний, наиболее прочный слой дорожной одежды), основания и дополнительного основания. На основе положений СНиП 2.05.02 – 85 дорожная одежда должна отвечать определенным требованиям, предъявляемым к автомобильной дороге как транспортному сооружению.

Применяются следующие четыре основных типа дорожных покрытий:

– усовершенствованные капитальные (цементобетонные монолитные, железобетонные или армобетонные сборные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки и мозаики на бетонном основании) – для дорог 1-3 категорий;

– усовершенствованные облегченные (из щебня, гравия и песка, обработанных вяжущими, из холодного асфальтобетона) – для дорог 3-4 категорий;

– переходные (щебеночные и гравийные, из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими, мостовые из булыжника) – для дорог 4-5 категорий;

– низшие (из грунтов, укрепленных или улучшенных добавками) – для дорог 5 категории.

В соответствии с «Положением о ТО и Р ПС АТ» автомобильные дороги при классификации условий эксплуатации делятся по рельефу местности дороги и от типа дорожного покрытия [10].

Классификация дорог по рельефу местности

Таблица 1.6

Наименование	Обозначение	Высота над уровнем моря, м
Равнинные	P_1	до 200
Слабохолмистые	P_2	свыше 200 до 300
Холмистые	P_3	свыше 300 до 1000
Гористые	P_4	свыше 1000 до 2000
Горные	P_5	свыше 2000

Классификация дорог по типу дорожного покрытия

Таблица 1.7

Обозначение	Наименование материала
D_1	усовершенствованные капитальные (цементобетонные монолитные, железобетонные или армированные сборные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки и мозаики на битумном основании)
D_2	усовершенствованные облегченные (битумоминеральные смеси – щебень, гравий и песок, обработанные битумом; из холодного асфальтобетона)
D_3	переходные (щебень (гравий) без обработки, дегтебетон)
D_4	переходные (из грунтов и местных каменных материалов, обработанные вяжущими материалами, мостовые из булыжника, зимники)
D_5	низкие (грунт, укрепленный или улучшенный местными материалами; лежневое и брусчатое покрытия)
D_6	естеств. грунтовые дороги; врем. внутрикарьерные и отвальные дороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия

Исходя из этих условий технико-эксплуатационные показатели автомобилей выражаются следующей таблицей.

Влияние типа покрытия дороги на режим работы агрегатов грузового автомобиля большой грузоподъемности

Таблица 1.8

Параметр	Цементобетон, асфальтобетон	Битумоминеральные смеси	Щебень, гравий	Булыжник, грунт укрепленный	Естественный грунт
1	2	3	4	5	6

<i>Коэффициент сопротивления качения</i>	<i>0,014</i>	<i>0,020</i>	<i>0,032</i>	<i>0,040</i>	<i>0,08</i>
<i>Среднетехническая скорость, км/ч</i>	<i>66</i>	<i>56</i>	<i>36</i>	<i>27</i>	<i>20</i>
<i>Среднее число оборотов коленчатого вала двигателя на 1 км пути</i>	<i>2228</i>	<i>2561</i>	<i>2628</i>	<i>3185</i>	<i>4822</i>
<i>Среднеквадратическое отклонение угла поворота рул. колеса, град</i>	<i>8</i>	<i>9,5</i>	<i>12</i>	<i>15</i>	<i>18</i>
<i>Средний расход топлива, %</i>	<i>100</i>	<i>105</i>	<i>119</i>	<i>125</i>	<i>159</i>
<i>Число торможений на 1 км</i>	<i>0,24</i>	<i>0,25</i>	<i>0,34</i>	<i>0,42</i>	<i>0,90</i>
<i>Число переключений передач на 1 км пути</i>	<i>0,52</i>	<i>0,62</i>	<i>1,24</i>	<i>2,10</i>	<i>3,20</i>
<i>Число колебаний подвески с амплитудой более 30 мм на 100 км</i>	<i>68</i>	<i>128</i>	<i>214</i>	<i>352</i>	<i>625</i>

Ровность (неровность) дорожного покрытия влияет на расход энергии, затрачиваемой автомобилем на погашение ударов и колебаний кузова при движении, а также на дополнительное сопротивление движению. На ровной дороге автомобиль движется на прямой передаче при умеренной нагрузке. В более сложных условиях (при наличии неровностей) приходится переходить на пониженные передачи, и двигатель совершает большее суммарное число оборотов при большей нагрузке, т.е. при большем среднем давлении газов в цилиндрах. Расход топлива при этом увеличивается, снижает сохранность перевозимых грузов и скорость движения автомобиля [2,16].

Состояние ровности дорожного покрытия определяет требования к прочности и эластичности подвески и шин, прочности неподрессоренных узлов и деталей автомобиля, прочности рамы и кузова, пылезащите двигателя и других механизмов и пр.

Износ и разрушение дорожного покрытия по данным ИКТП, снижает эффективность эксплуатации автомобилей на 14 – 33 %.

1.5 Климатические условия

Климатические условия характеризуются температурой окружающего воздуха, влажностью, ветровой нагрузкой, уровнем солнечной радиации и некоторыми другими факторами.

Промышленность выпускает автомобили, специализированные для любого климатического района. Исследуемые автомобили ездят в различные регионы страны, которые соответствуют разным климатическим районам [3]. Эти данные приведены в таблице 1.9.

Климатическое районирование

Таблица 1.9

Административно-территориальная единица	Климатический район
Республики: Башкортостан, Удмуртская; Области: Пермская, Свердловская, Курганская, Челябинская	Умеренно-холодный
Республики: Северо-Осетинская, Адыгея, Дагестан, Ингушская, Карачаево-Черкесская, Кабардино-Балкарская, Чеченская; Край: Краснодарский; Ставропольский; Области: Ростовская	Умеренно-теплый, умеренно-теплый влажный, теплый влажный
Республики: Татарстан, Марий Эл, Мордовия, Чувашия; Области: Ульяновская, Самарская, Смоленская, Тверская, Московская, Пензенская.	Умеренный

В связи с этим для автомобилей при эксплуатации характерны следующие особенности: тепловой режим двигателей не приспособлен к зимним условиям эксплуатации в средней полосе и северных районах России, в результате чего двигатели часто работают в переохлажденном состоянии, что вызывает повышенный их износ, увеличение расход топлива и снижение мощности. Двигатели в холодном состоянии не приспособлены к легкому пуску. Все это увеличивает объем текущего ремонта двигателей.

Вероятность проведения ТР основных агрегатов и систем автомобиля в зимний и летний периоды

Таблица 1.10

Агрегат или система	Всего случаев ТР, %		В том числе за время пребывания на линии	
	зима	лето	зима	лето
Двигатель	100	54	67	23
Система питания	100	60	34	54
Система охлаждения	100	75	28	44
Электрооборудование	100	89	37	19

Причиной возникновения пусковых отказов являются низкие температуры воздуха (ниже -20°C). При низких температурах снижается мощность стартера, в результате чего

стартер не может обеспечить достаточное усилие для того, чтобы провернуть холодный двигатель, хотя и потребляет в этот момент значительный ток; масло густеет, затрудняя вращение валов и шестерен силового агрегата, возрастают пусковые износы, являющиеся следствием неудовлетворительной смазки поверхностей трения и т.д. В результате пусковых отказов технически исправные автомобили выходят в линию на 1–1,5 часа позже [8–11].

По данным И.М. Примакова, износ двигателя В-6 при понижении температуры от -20 до -35°C увеличивается в 2–2,5 раза. А.А. Гуреев показал, что понижение температуры двигателя от -20 до -30°C ведет к увеличению скорости его изнашивания в 3 раза.

Ухудшение технического состояния автомобиля зависит от различных факторов: изнашивания, пластической деформации, усталостного разрушения, коррозии и старения, многие из которых являются следствием неблагоприятного воздействия окружающей среды. В результате чего узлы и детали автомобилей быстрее изнашиваются и требуют более частых ремонтных воздействий [2].

Низкие температуры воздуха изменяют физико-механические свойства конструкционных и эксплуатационных материалов автомобилей. Результатом воздействия низких температур является увеличение вязкости топлива, снижение смазывающих свойств масел и густых смазок, застывание конденсата и охлаждающих жидкостей, снижение ударной вязкости нехладостойких сталей, отвердевание и охрупчивание резинотехнических изделий, уменьшение сопротивления электропроводников, обледенение и покрытие инеем элементов автомобилей [18].

Последствиями этих факторов являются ухудшение условий работы узлов трения и устройств автомобилей, снижение несущей способности элементов, ухудшение эксплуатационных свойств материалов, а также воздействие дополнительных нагрузок, что приводит к увеличению отказов автомобилей в единицу времени.

При эксплуатации автомобилей в районах с жарким сухим и очень жарким сухим климатом ухудшаются эксплуатационные качества горючего и смазочных материалов, повышаются напряженность работы и интенсивность изнашивания агрегатов, механизмов и деталей, увеличивается количество неисправностей. В осенне-зимне-весенние периоды вследствие повышения влажности воздуха отказы автомобилей возрастают.

Повышенная влажность воздуха отрицательно сказывается на конструкционных и защитно-отделочных материалах автомобилей, а именно приводит к изменению их веса и (или) объема, изменению электрической проводимости, изменению теплопередачи и теплоотдачи, изменению предела прочности на разрыв, изменению упругости и пластичности. При высокой

влажности воздуха ухудшается качество сопротивления электроизоляционных материалов, в том числе самого воздуха как электроизолятора. Это приводит к неконтролируемым отказам, прежде всего, из-за коротких замыканий [19].

Металлы на воздухе подвержены коррозии, интенсивность которой также зависит от влажности воздуха. Низкая влажность гарантирует низкую интенсивность коррозии. У железа коррозия практически отсутствует при относительной влажности 40 – 45 %. Незначительная коррозия железа начинается при повышении относительной влажности воздуха от 40 – 45 % до 60 – 70 % (критического значения влажности). Выше этого значения скорость коррозии резко увеличивается и происходит быстрое разрушение металла, при котором запрещается эксплуатация автомобилей.

Солнечное излучение воздействует на агрегаты, узлы, детали и эксплуатационные материалы, в первую очередь, путем нагрева их и окружающей их среды и путем фотохимического старения автомобильных эксплуатационных материалов . Ультрафиолетовая составляющая солнечного излучения вызывает фотохимическое старение большей части автомобильных эксплуатационных материалов. Она отрицательно воздействует на эластичность и пластичность многих масел, топлив, смазок и специальных эксплуатационных жидкостей, то есть приводит к ухудшению их свойств.

Автомобили должны сохранять надежность и заданные эксплуатационные характеристики в пределах изменения атмосферного давления от 505 до 1080 гПа. Верхний предел соответствует давлению, наблюдаемому на уровне моря, нижний — давлению, рассчитанному для максимальной высоты (4,6 км), на которой возможны эксплуатация и хранение АТС. Наибольшее влияние атмосферное давление оказывает на конструкционные материалы автомобилей. С ростом высоты снижается электрическая прочность воздуха. При значительном уменьшении атмосферного давления воздуха уменьшается напряжение пробоя воздушного промежутка между проводниками. вероятность пробоя увеличивается на 30 % при снижении давления с 1013 до 709 гПа (с 1 атм до 0,7 атм), что отвечает подъему на высоту около 3000 м над уровнем моря. Пониженное давление также влияет на полупроводники, вызывая ухудшение теплоотдачи и уменьшение пробивного напряжения [7].

В условиях умеренного климата атмосферное давление не влияет на эффективность эксплуатации автомобилей, так как в таких климатических районах наблюдаются несущественные перепады атмосферного давления, что соответствует оптимальным условиям эксплуатации автомобилей.

В холодное время года ветер способствует сильному охлаждению агрегатов автомобилей. При ветре 10 м/с темп охлаждения масел и жидкостей по сравнению с безветрием возрастает в 3 — 4 раза, а теплотери двигателя возрастают на 30 — 40 %, что также оказывает отрицательное влияние на эффективность использования парка автомобилей [8].

Эффективность работы подвижного состава определяется технико-эксплуатационными показателями, совершенством конструкции автомобилей при их эксплуатации. Насколько полно реализуются технико-эксплуатационные показатели в различных климатических условиях у разных автомобилей спрогнозировать сложно.

1.6 Сезонные условия

При изменении сезона года меняется интенсивность и условия эксплуатации, появляется ряд дополнительных факторов, влияющих на характер изменения параметров технического состояния автомобилей [2,8].

Под сезонными условиями понимаются колебания параметров окружающей среды, характеризующих внешнее воздействие на автомобиль и дорожные условия по времени года.

Для определения влияния сезонных условий на эффективность эксплуатации установлена связь иерархического вида (рис. 1.1).

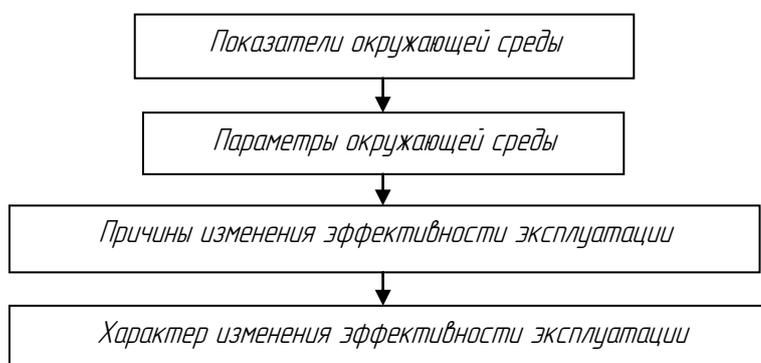


Рис. 1.1. Связь иерархического вида влияния сезонных условий на эффективность эксплуатации

Основными показателями окружающей среды, влияющими на техническое состояние автомобилей в эксплуатации, являются температура, относительная влажность, атмосферное давление, солнечное излучение и ветровая нагрузка (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Показатели окружающей среды для умеренно-климатических районов

Схема комплексного влияния показателей и параметров окружающей среды на техническое состояние представлена на рис. 1.3. Выпадение осадков происходит в результате изменения относительной влажности воздуха, атмосферного давления и температуры окружающего воздуха и способствует коррозионному разрушению кузовов, рам, трубопроводов, элементов тормозных систем и других узлов. Также изменение относительной влажности и атмосферного давления приводит к появлению туманов, которые вместе с осадками являются причиной снижения видимости в дорожных условиях, и облачности [18,19].

Образование снежного покрова на дорогах обуславливается низкими температурами и обильными осадками в виде снега, который препятствует свободному перемещению автомобиля на дорогах и ухудшает его управляемость.

Ветровые нагрузки способствуют возникновению пылевых бурь в летнее время года, а также метелей и гололеда в зимнее время, которые также влияют на видимость в дорожных условиях, а образование гололеда оказывает отрицательное воздействие на управляемость автомобиля. Помимо ухудшения видимости на дорогах, частицы пыли во время пылевых бурь или повышенной запыленности местности засоряют воздушный фильтр, что способствует снижению мощности двигателя, увеличению нагара на деталях двигателя и расхода топлива, то есть приводят к ухудшению условий работы двигателя. Возможен повышенный абразивный износ деталей цилиндра – поршневой группы, поршневых колец, шеек коленчатого вала, деталей подвески и тормозной системы и т.д. при эксплуатации автомобиля в условиях сильной запыленности воздуха (2–3 г/м³). Попадание пыли в приборы электрооборудования вызывает быстрый износ их деталей, приводит к неисправностям в системе зажигания и системе управления работой двигателя. Проникновение частиц пыли в топливо приводит к

частичной, а затем к полной блокировке топливного фильтра, что снижает мощность двигателя и работоспособность автомобиля вплоть до его полной остановки.

Период распутицы характеризуется состоянием дорог, которые становятся труднопроходимыми в осенний и весенний периоды в результате дождей и таяния снега, начало которого определяется резким перепадом температуры окружающей воздуха и изменением относительной влажности и атмосферного давления и характеризуется отрицательным влиянием на управляемость автомобиля. Распутица вызывает повышение коррозионного разрушения металлов, что является одной из главных причин, ограничивающих ресурс работы автомобиля. Так же снижение видимости и ухудшение управляемости автомобиля приводит к ДТП.

Повышение коррозионной активности является следствием воздействия влаги, дорожной грязи, пыли, выхлопных газов, вредных соединений в воздухе, противогололедных средств (например, соль и песок на дорогах), а также механические повреждения лакокрасочных и защитных покрытий частичками щебня и гравия. Коррозионная активность наряду с повышением нагрузок на агрегаты автомобиля в результате действия ветровых нагрузок, пылевых бурь и метелей являются причиной естественного износа узлов и деталей. Также повышение нагрузки на агрегаты и воздействие солнечного излучения вызывает старение деталей, эксплуатационных жидкостей, различных масел и пластичных смазок [11–13].

Число пусковых отказов резко возрастает при низких температурах. Также увеличение числа отказов происходит и с повышением температуры окружающего воздуха. Вместе с тем, все без исключения исследования подтверждают тот факт, что интенсивность изнашивания большинства узлов и агрегатов автомобилей, а, следовательно, и наступления частых пусковых отказов, выше, чем в некотором диапазоне положительных температур. Оптимальными условиями работы для автомобилей являются условия при температуре воздуха от 5 до 10 °С, при которой число отказов достигает своего минимума [8].

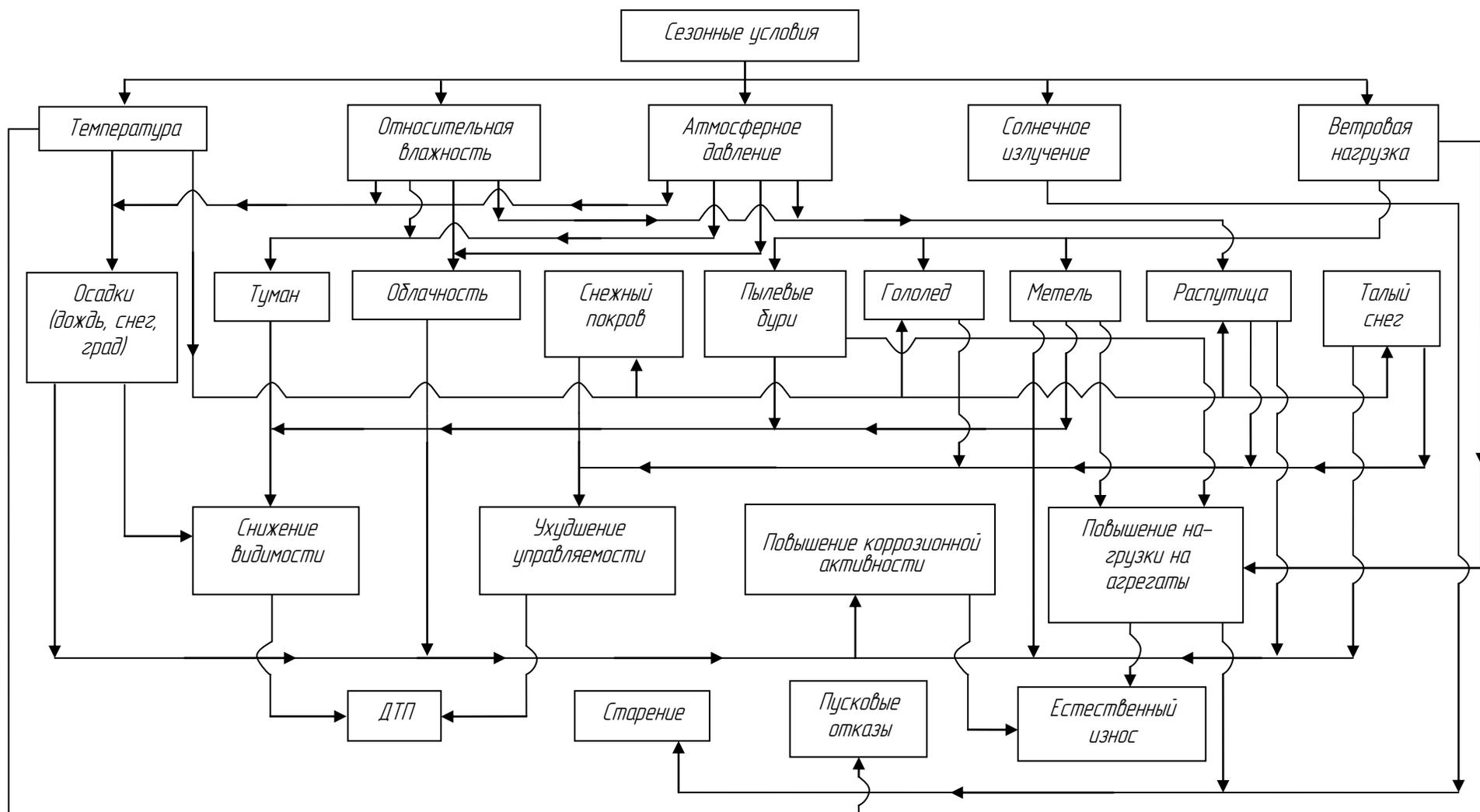


Рис. 1.3. Схема влияния сезонных условий на техническое состояние автомобиля

Ранее получен график зависимости текущих показателей коэффициента технической готовности от изменения показателей окружающей среды (рис. 1.4), из которого видно, что с увеличением перепадов температуры, скорости ветра, относительной влажности и плотности потока солнечного излучения КТГ подвижного состава снижается, а, следовательно, снижается и эффективность его эксплуатации.

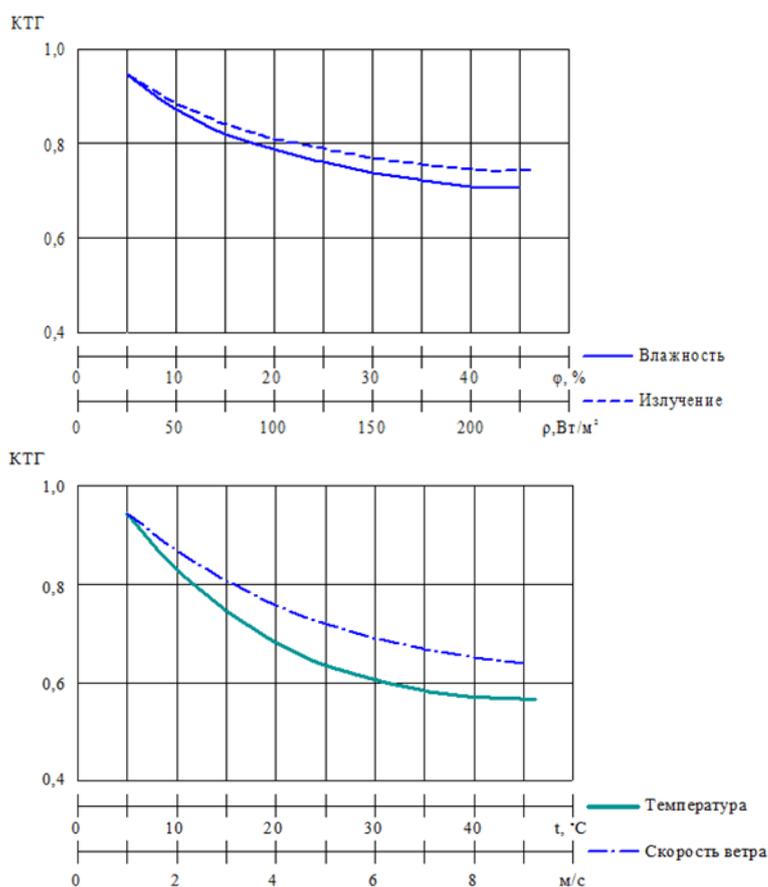


Рис. 1.4. Влияние показателей окружающей среды на изменение КТГ

Из графиков видно, что наибольшее воздействие на эффективность эксплуатации подвижного состава (КТГ) оказывают колебания температуры окружающей среды, способствующие ухудшению условий работы узлов трения и устройств автомобилей в целом, снижению несущей способности элементов, ухудшению эксплуатационных свойств материалов с интенсивной скоростью. Воздействие таких температурных нагрузок приводит к увеличению отказов автомобилей.

Собственников АТП интересует в первую очередь экономическая эффективность ПС в разные сезоны года, которая определяется по формуле 1.8:

$$S_{\text{эко}} = S_T + S_{CM} + S_{TOP} + S_{Ш} + S_B + S_{AM} + S_H + S_{Д}, \quad (1.8)$$

где S_T – затраты на топливо; S_{CM} – затраты на смазочные материалы; $S_{ТОР}$ – затраты на ТО и Р; $S_{Ш}$ – затраты на шины; S_B – затраты на зарплату водителям; S_{AM} – затраты на амортизацию; S_H – накладные расходы; S_D – затраты на налоги [1,11].

Данная формула позволяет рассчитывать затраты на эксплуатационные материалы и запасные части при эксплуатации автомобилей в различных сезонных условиях. При этом можно косвенно оценить эффективность тех или иных автомобилей, сделать выводы о надежности отдельных агрегатов и узлов автомобилей, а также наметить пути повышения эффективности использования автомобилей за счет оперативного управления производственной базой обслуживания и ремонта.

1.7 Выводы. Цели и задачи исследований

Анализ научно-технической литературы показал, что дорожные условия определяются исключительно качеством дорог, определяемым типом дорожного покрытия, его состоянием и своевременным обслуживанием, а транспортные условия (условия движения и перевозки) подвержены значительной вариации не только в регионе или на дороге, но и для различных автомобилей данного АТП.

При этом сезонные и климатические условия действуют на все автомобили, эксплуатируемые в данном регионе независимо от иных факторов. Кроме того, сезонные условия связаны с колебаниями температуры окружающего воздуха, изменением дорожных условий по времени года, с появлением ряда дополнительных факторов, влияющих на интенсивность изменения параметров технического состояния автомобилей, например, пыли летом, влаги и грязи осенью и весной.

Таким образом, переменный характер дорожных условий, а также неоднозначное влияние условий движения и перевозок не позволит использовать их для объективной оценки эффективности эксплуатации автомобилей, а климатические условия не учитывают агрессивность окружающей среды (перепады температуры, краткосрочное изменение состояния дорожного покрытия и др.).

Из вышесказанного следует, что наибольшее влияние на эффективность работы подвижного состава оказывают сезонные условия, что ведет к необходимости их учета при экономических расчетах и планировании работы АТП.

В научно-учебной литературе приводится лишь влияние отдельных сезонных факторов на некоторые частные показатели надежности. Однако влияние данных факторов на эксплуатацию автомобилей в условиях современных перевозок малоизучено.

Целью выпускной квалификационной работы является повышение эффективности эксплуатации грузовых автомобилей путем рационального прогнозирования удельных затрат с учетом влияния сезонных условий.

Для достижения поставленной цели следует решить следующие задачи:

- 1. Выявить влияние условий эксплуатации автомобилей на комплексные показатели надежности;*
- 2. Проанализировать состав и структуру, исследуемого парка грузовых автомобилей и объем работы АТП;*
- 3. Определить зависимости удельных затрат на расход запасных частей и материалов автомобилей при их эксплуатации в различных сезонных условиях;*
- 4. Сформулировать математические зависимости для расчета затрат на материальные части и ТО в различных сезонных условиях, что даст возможность прогнозировать затраты для различного типа подвижного состава;*
- 5. Произвести расчет экономической эффективности учета сезонных условий при прогнозировании удельных затрат на эксплуатацию парка грузовых автомобилей.*

2. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ИССЛЕДУЕМОГО ПАРКА

2.1 Структура подвижного состава и характеристика грузовых автомобилей рассматриваемого парка АТП

Для проведения исследований взяты данные с предприятия ОАО «Грузовое автотранспортное предприятие № 1» (УГАТП -1), расположенное по адресу: Ульяновск, Первомайская улица, 44. Географически предприятие находится в центральной климатической зоне, с умеренными температурными режимами.

Предметом деятельности предприятия являются грузовые перевозки, выполнение ТО и ремонта автомобилей, сдача в аренду складских и производственных площадей, сдача в аренду грузовых автомобилей.

Структура автомобилей по моделям и модификациям подвижного состава данного предприятия следующая (рис.2.1):

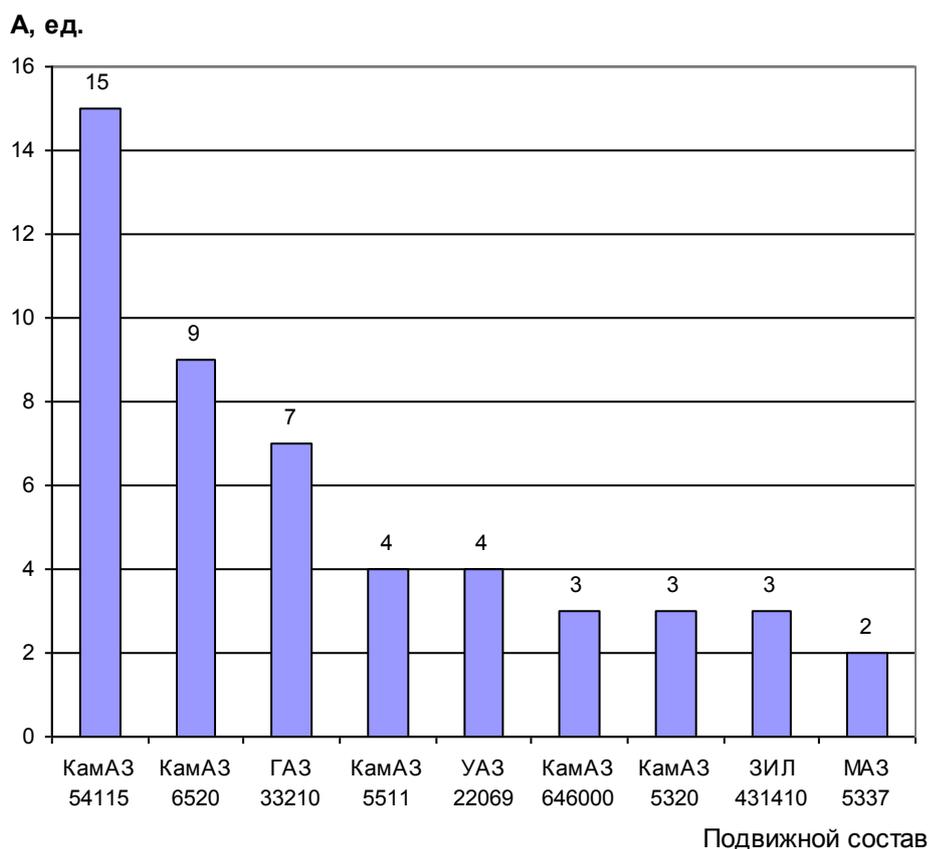


Рис 2.1. Структура парка автомобилей

В собственности у предприятия «УГАТП №1» находится 50 автомобилей разного типа и модификации, обладающие различными технико-эксплуатационными свойствами. Преимущественно автомобили грузовые — грузоподъемностью более 10 тонн.

Подвижной состав предприятия состоит из автомобилей: КамАЗ 54115 – 15 ед, КамАЗ 6520 – 9 ед, ГАЗ 33210 – 7 ед, КамАЗ 5511 – 4 ед, УАЗ 22069 – 4 ед, КамАЗ 646000 – 3 ед, КамАЗ 5320 – 3 ед, ЗИЛ 431410 – 3 ед, МАЗ 5337 – 2 ед.

По возрасту автомобили разделяются на 4 группы: 1) Средний возраст 3 года: КамАЗ 6520 – 9 ед; 2) Средний возраст 6–8 лет: КамАЗ 54115 – 15 ед, ГАЗ 2766 – 3 ед, КамАЗ 646000 – 3 ед, УАЗ 22069 – 4 ед. 3) Средний возраст 9–13 лет: ГАЗ 3302 – 4 ед, МАЗ 5337 – 2 ед, ЗИЛ 431410 – 2 ед. 4) Средний возраст 17–21 лет: КамАЗ 5320 – 3 ед, КамАЗ 5511 – 4 ед, ЗИЛ 431412 – 2 ед. (рис. 2.2).

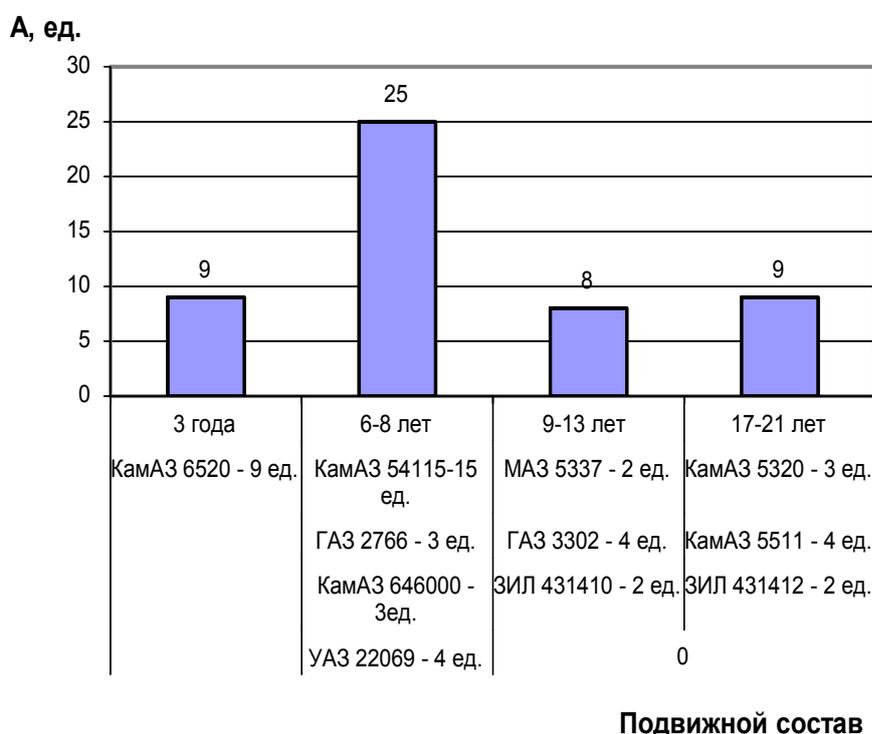


Рис 2.2. Возрастная структура парка

При выборе типа и модификации подвижного состава для дальнейшей оценки эффективности эксплуатации подвижного состава необходимо знать не только возрастную характеристику парка грузовых автомобилей, находящихся в собственности у предприятия, но и их характеристику по неким эксплуатационным показателям. При этом отбор эксплуатационных показателей осуществлялся с учетом их степени значимости в условиях проведения современных грузовых перевозок. Одним из таких показателей служит среднего-

довой пробег, учитывающий степень физического износа узлов и агрегатов, а также автомобиля в целом [21].

Среднегодовые пробеги автомобилей данного предприятия выглядят следующим образом (рис 2.3):

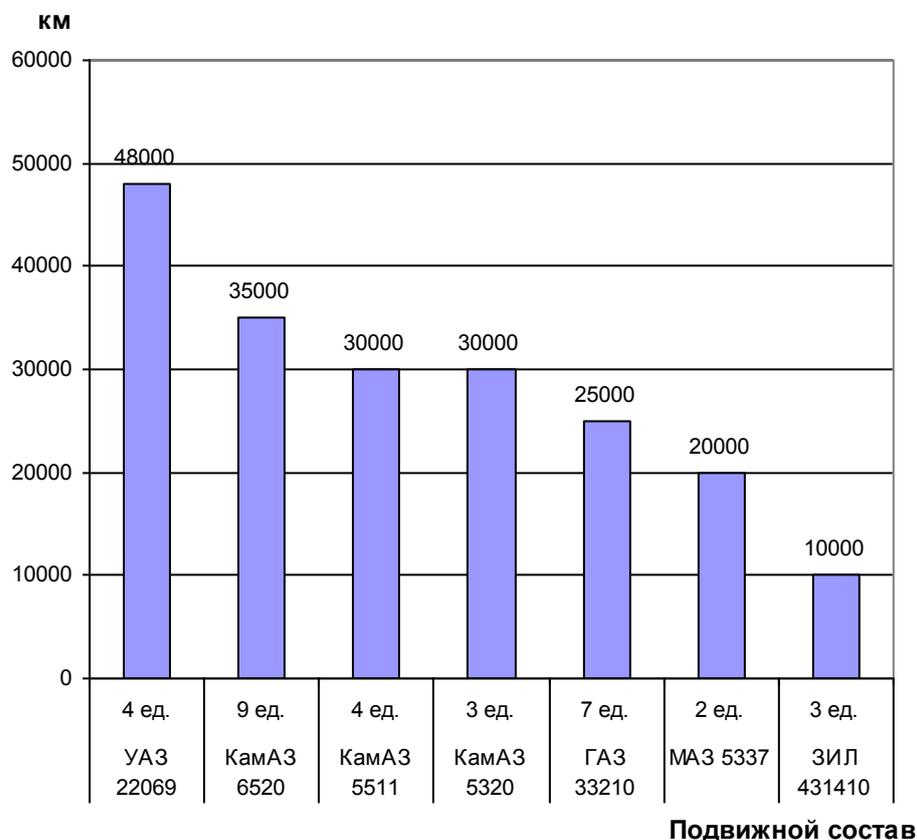


Рис 2.3. Среднегодовые пробеги автомобилей

Из графика видно, что наибольший среднегодовой пробег принадлежит автомобилям УАЗ 22069, эксплуатируемым в среднем 6 – 8 лет, в количестве 4 единицы. Их пробег составляет 48 тыс. км, что существенно превышает пробеги автомобилей, эксплуатируемых на протяжении более долгих лет, таких как КамАЗ 5320 и КамАЗ 5511 с возрастом 17–21 год. Это лишь может говорить о том, что, несмотря на небольшую грузоподъемность 925 кг, автомобили марки УАЗ 22069 интенсивно эксплуатируются в течении 6 – 8 лет.

По типу грузового автотранспорта на АТП выделяют седельные тягачи КамАЗ 54115, КамАЗ 646000, МАЗ 5337 и КамАЗ 5320, обладающие, совместно с полуприцепами, неоспоримыми преимуществами перед сочлененными с кузовами грузовыми автомобилями. Они более маневренные, имеют более высокую грузоподъемность, позволяют перевозить длинномерные грузы. Также эксплуатируют автомобили-самосвалы: КамАЗ 6520 и КамАЗ 5511 для перевозки сыпучих грузов строительного назначения (щебень, песок, кирпич).

Основной единицей производственного процесса, осуществляемого парком грузовых автомобилей на АТП [11,12], является ездка, т.е. комплекс операций по погрузке, перевозке и выгрузке груза, выполняемых с момента погрузки груза до следующей погрузки.

Наибольшая протяженность одной ездки с грузом, характеризуемой соответствующей длиной и величиной пробега подвижного состава, у седельных тягачей КамАЗ 54115, КамАЗ 646000, МАЗ 5337 и КамАЗ 5320, т.к. они осуществляют перевозки в другие регионы страны в виду более высокой грузоподъемности и других преимуществ, а самосвалы КамАЗ 6520 и КамАЗ 5511 перевозят грузы только в пределах региона.

Протяженность ездки с грузом для автомобилей всего парка представлена на рис 2.4.

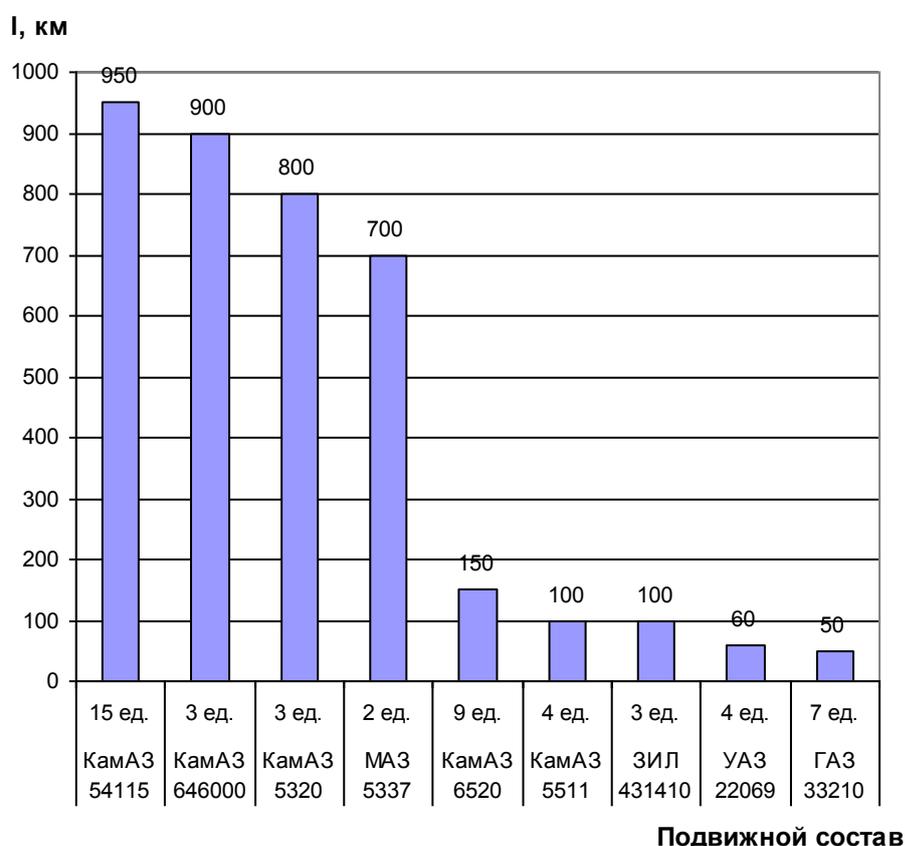


Рис 2.4. Средняя протяженность 1 ездки с грузом

Наименьшая протяженность одной ездки с грузом принадлежит автомобилям УАЗ 22069 и ГАЗ 33210. Это объясняется малыми габаритами кузовов автомобилей, следовательно, невысокой грузоподъемностью и небольшой грузоподъемностью по сравнению с седельными тягачами.

Весьма важным показателем, определяющим организацию транспортного процесса на АТП [20], является среднегодовой объем транспортной работы. Этот показатель характе-

ризует среднее количество перевезенного груза за год в тоннах. Среднегодовой объем транспортной работы каждой группы зависит от режима работы, типа груза, грузоподъемности, расстояния перевозок, скорости транспортного потока, времени погрузки — разгрузки, коэффициента использования пробега и многих других факторов.

Грузоподъемность самосвалов КамАЗ 6520 — 20 тонн, самосвалов КамАЗ 5511— 13 тонн, бортовых автомобилей КамАЗ 5320 — 10 тонн, малотоннажных грузовиков ГАЗ 33210 — 1,5 тонны, бортовых грузовиков ЗИЛ 431410 — 6 тонн. Данные по объемам работ представлены на рис. 2.5 за 2014–2016 гг.

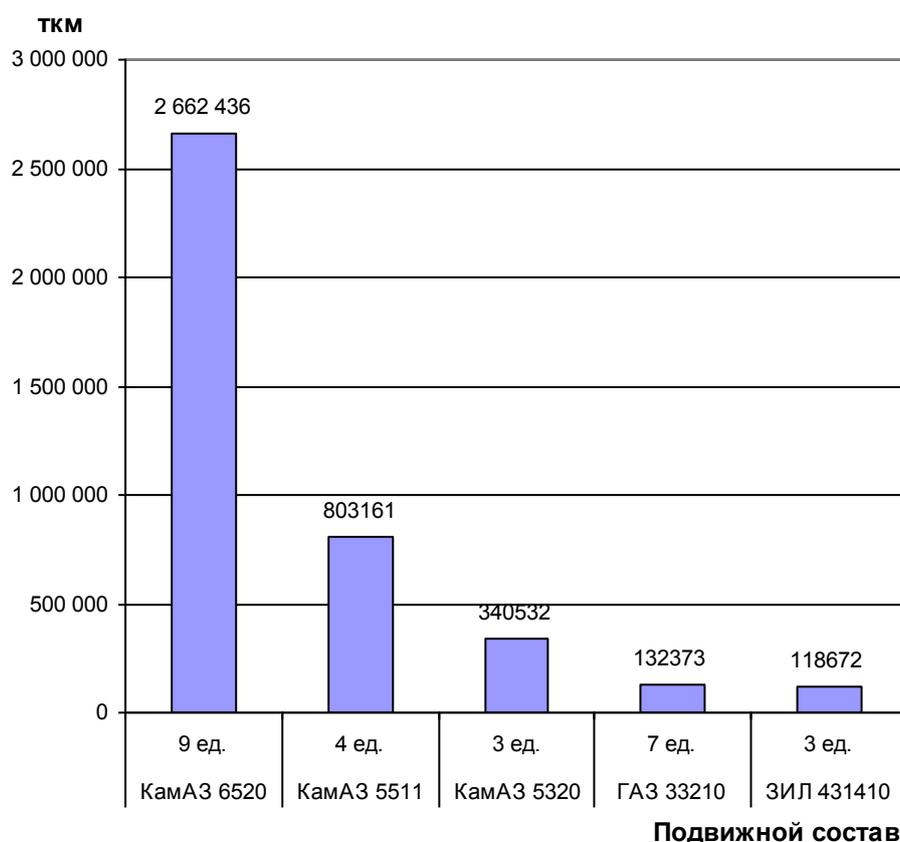


Рис 2.5. Средний объем годовой транспортной работы за 2014–2016 гг.

Глядя на график, построенный по данным исследуемого предприятия, можно сделать вывод, что наибольшие объемы работ у самосвала КамАЗ 6520. На одну единицу данных автомобилей в среднем приходится объем транспортной работы равный 295 826 ткм в год. Полученный результат говорит, в свою очередь, о том, что данный тип грузового автотранспорта является наиболее приспособленным к существующим сезонным условиям эксплуатации и способным преодолевать их, сохраняя при этом важные для АТП показатели транспортного процесса, в данном случае — среднегодовой объем транспортной работы.

Общий анализ парка автомобилей показал, что наиболее нагруженными и обеспечивающими выполнение большего объема транспортной работы являются автомобили модели КамАЗ 6520, КамАЗ 5511 и КамАЗ 5320. Эти автомобили — самосвалы характеризуются стабильностью перевозок, значительными годовыми объемами работ и годовых пробегов при различных сезонных условиях эксплуатации и расстояниях перевозок. Следовательно, проанализировав работу данных автомобилей — самосвалов, т.е. получив числовые значения наиболее важных показателей, характеризующих работу подвижного состава и АТП в целом, можно в общем определить зависимость эффективности работы грузового автомобильного транспорта от сезонных условий эксплуатации.

Характеристика по количеству автомобилей, выбранных для исследования эффективности их эксплуатации, представлена на рис. 2.6.

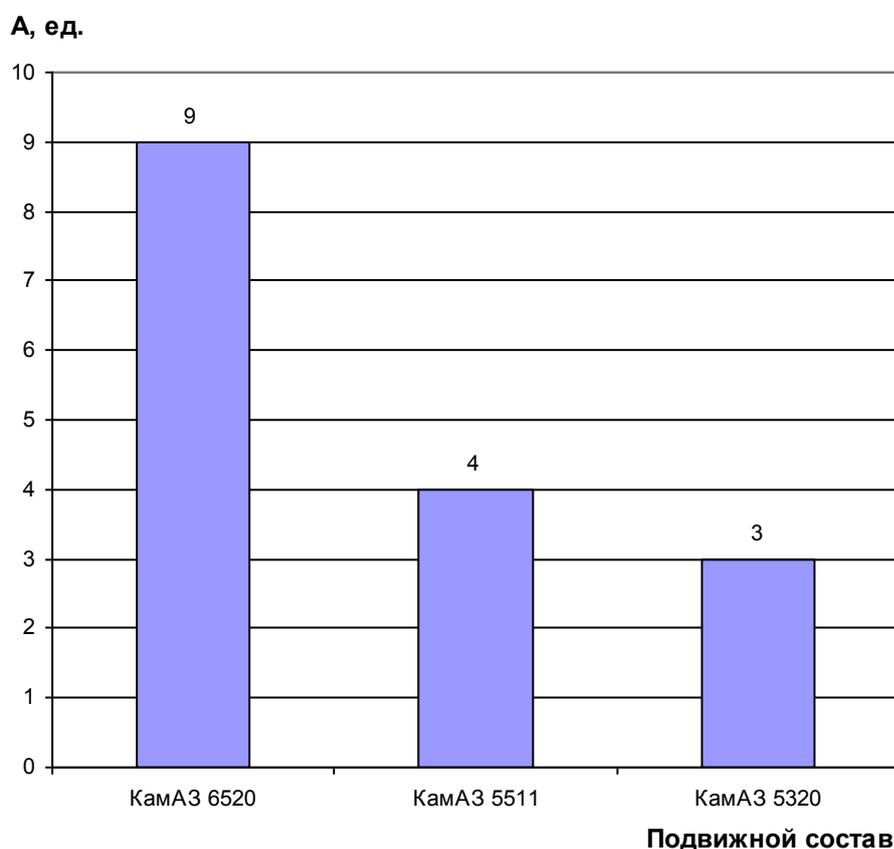


Рис 2.6. Группы автомобилей, принимаемые к анализу

Таким образом, окончательно принимаем к анализу следующие автомобили: КамАЗ 6520 — 9 ед., КамАЗ 5511 — 4 ед., и КамАЗ 5320 — 3 ед. (рис. 2.6). Период исследования работы грузовиков составляет 3 года: с 2014 по 2016 гг., за который будут рассматриваться показатели, подверженные большому воздействию сезонных условий эксплуатации.

2.2 Анализ эксплуатационных показателей рассматриваемого автопарка и влияния квалификации водителей на эффективность использования автомобилей

Для проведения анализа эксплуатационных показателей были приняты 16 автомобилей из трех групп: 1) КамАЗ 6520 в количестве 9 единиц, грузоподъемностью 20 тонн, со среднегодовым пробегом 35 000 км, со средней протяженностью одной ездки груза 150 км, средний возраст автомобилей 3 года; 2) КамАЗ 5511 в количестве 4 единиц, грузоподъемностью 13 тонн, со среднегодовым пробегом 30 000 км, со средней протяженностью одной ездки груза 100 км, средний возраст автомобилей 19 лет; 3) КамАЗ 5320 в количестве 3 единиц, грузоподъемностью 10 тонн, со среднегодовым пробегом 30 000 км, со средней протяженностью одной ездки груза 100 км, средний возраст автомобилей 20 лет.

Эти автомобили будут охарактеризованы по следующим показателям: годовые пробеги автомобилей, объем транспортной работы, коэффициент использования пробега, коэффициент использования грузоподъемности, длина груженой ездки и стаж водителей [20,21].

Первоначальным показателем рассматриваемого подвижного состава является годовые пробеги автомобилей (рис. 2.7).

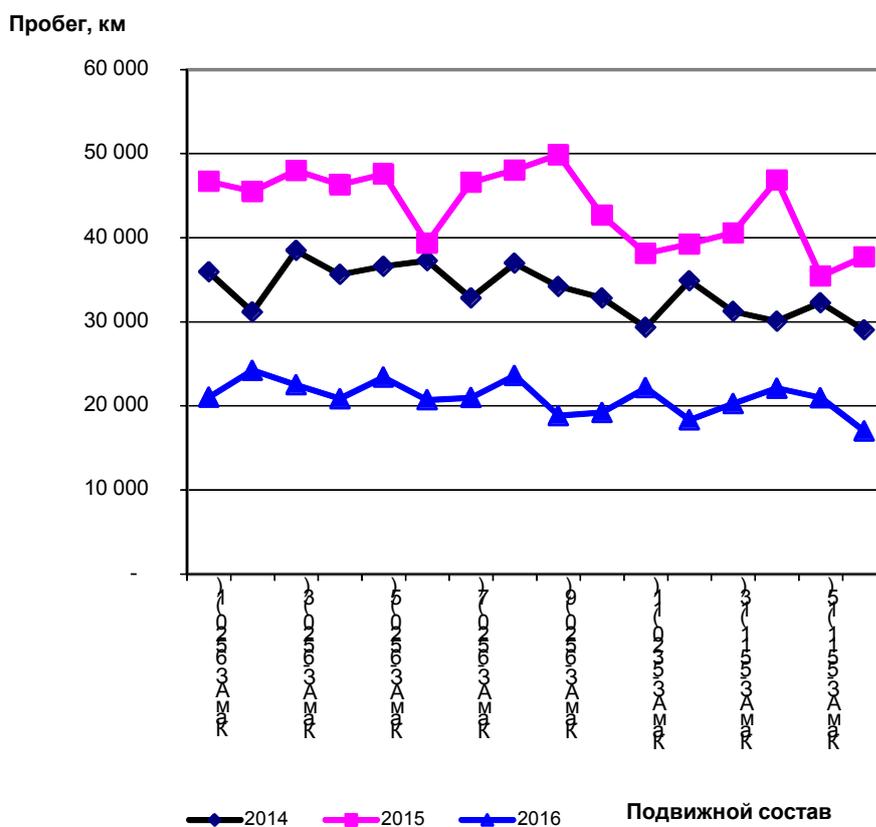


Рис. 2.7. Годовые пробеги автомобилей

По графику не трудно определить, что наибольшие годовые пробеги наблюдались в 2015 году. Это может быть связано с увеличением либо числа поставок, либо с изменением дальности перевозок. Говорить об объемах транспортных работ за 2015 год по годовым пробегам, исследуемого подвижного состава, практически не возможно.

Следует также отметить, что в данном случае значения годовых пробегов были получены уже в подсчитанном виде с исследуемого предприятия «УГАТП №1». Однако эти данные можно получить путем проведения несложных расчетов. Для этого понадобится списочное количество единиц подвижного состава, что уже имеется, а также среднесуточный пробег автомобиля и количество дней работы подвижного состава на линии в течении года. Но во избежание длительных расчетов и наличия уже готовых данных о годовых пробегах, представленным расчетом стоит пренебречь.

Важным показателем исследуемого парка является объем транспортной работы, или грузооборот (рис. 2.8). Анализ показывает, что наибольший объем работ был в 2015 году, а в 2014 году из-за падения заказов объем перевозок резко снизился. Для АТП в целом этот показатель носит существенный характер и определяет его производительность и эффективность работы ПС.

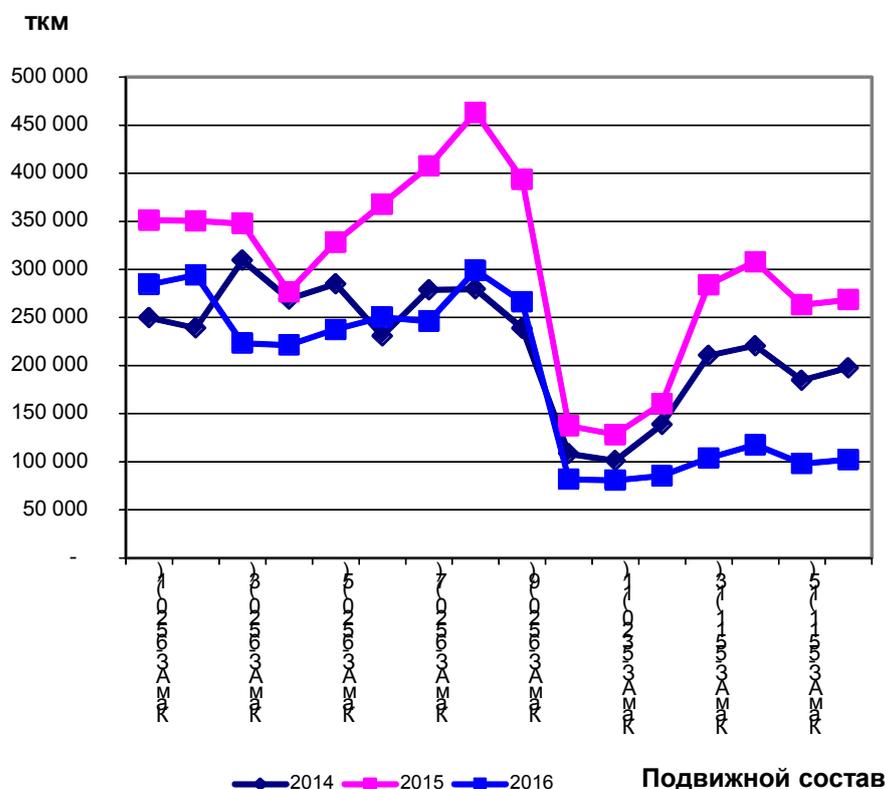


Рис. 2.8. Объем транспортной работы

Объем транспортной работы, или грузооборот наибольший у автомобилей 1-й группы.

Этот показатель определяется количеством (массой) перевозимых грузов и расстоянием перевозок. При планировании этого показателя учитывают также изменения в грузопотоках. Исследуя грузопотоки по конкретным характеристикам, можно выявить наиболее рациональную для данной ситуации схему перевозки, сократить расходы и повысить конкурентоспособность товара [14].

Большое значение в повышении эффективности работы автомобиля имеет коэффициент использования пробега, который определяется делением пробега автомобиля с грузом на его общий пробег [17]. Величина коэффициента использования пробега, главным образом, зависит от характера грузопотока, расположения пунктов погрузки – разгрузки, рациональной разработки маршрутов, смены водителей на линии, развития грузовых автостанций, степени организации диспетчерской службы на линии и других мер сокращения пробегов автомобиля без грузов. Разгрузка и погрузка часто осуществляются взятой в аренду спецтехникой. Использование обратных рейсов для производительного пробега (загрузка попутными грузами) значительно повышает коэффициент использования пробега автомобиля.

График распределения коэффициента использования пробега по исследуемому подвижному составу за рассматриваемый период представлен на рис. 2.9.

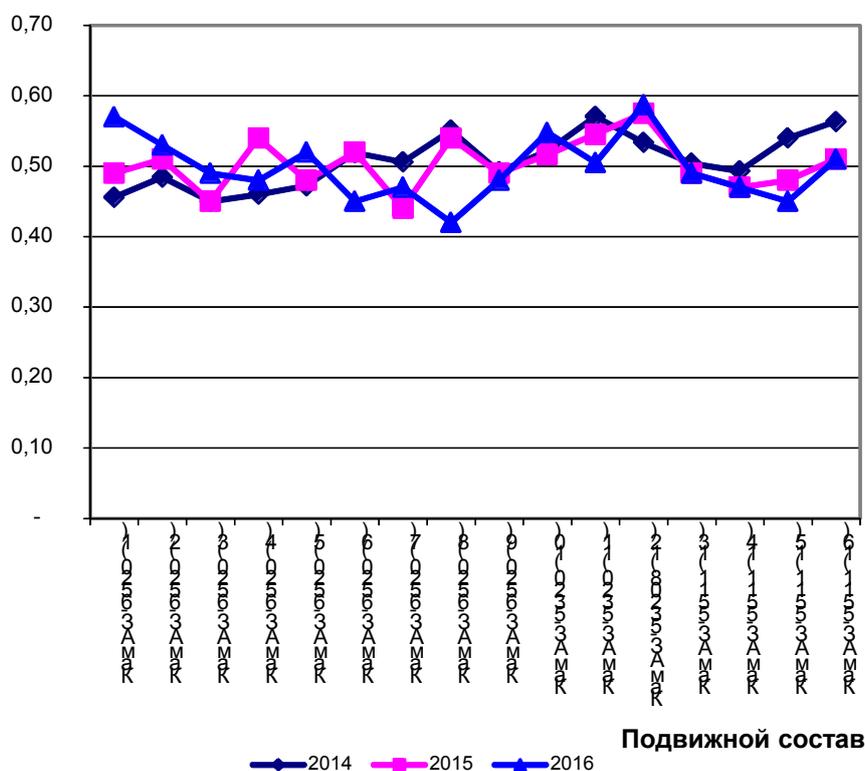


Рис. 2.9. Коэффициент использования пробега

Значимым для исследования показателем является длина груженой ездки. Этот показатель может не совпадать с расстоянием перевозки груза. Длина груженой ездки с грузом характеризует расстояние, на которое перемещается подвижной состав с грузом при работе на линии, а расстояние перевозки — расстояние, на которое перемещается каждая тонна груза [12,20]. Длина груженой ездки и расстояние перевозки не совпадают, когда, например, автомобили и автопоезда разной грузоподъемности перевозят груз на разные расстояния или же автомобили и автопоезда одинаковой грузоподъемности перевозят грузы на разные расстояния с различной степенью использования грузоподъемности. Величина длины груженой ездки зависит от размещения грузообразующих и грузопоглощающих точек, структуры грузопотоков и грузооборота. На длину ездки с грузом значительно влияет грузоподъемность подвижного состава. Этот показатель определяют делением совершенного за этот период пробега с грузом на количество ездок. Он показывает пробег, совершаемый автомобилем за одну ездку от пункта погрузки до пункта разгрузки. От длины груженой ездки зависит коэффициент использования пробега [12].

Судя по данным (рис. 2.11) самые большие показатели приходятся за 2015 год, а в 2016 году наблюдается сильный спад. Это связано в большей степени со снижением рынка грузоперевозок вследствие кризиса.

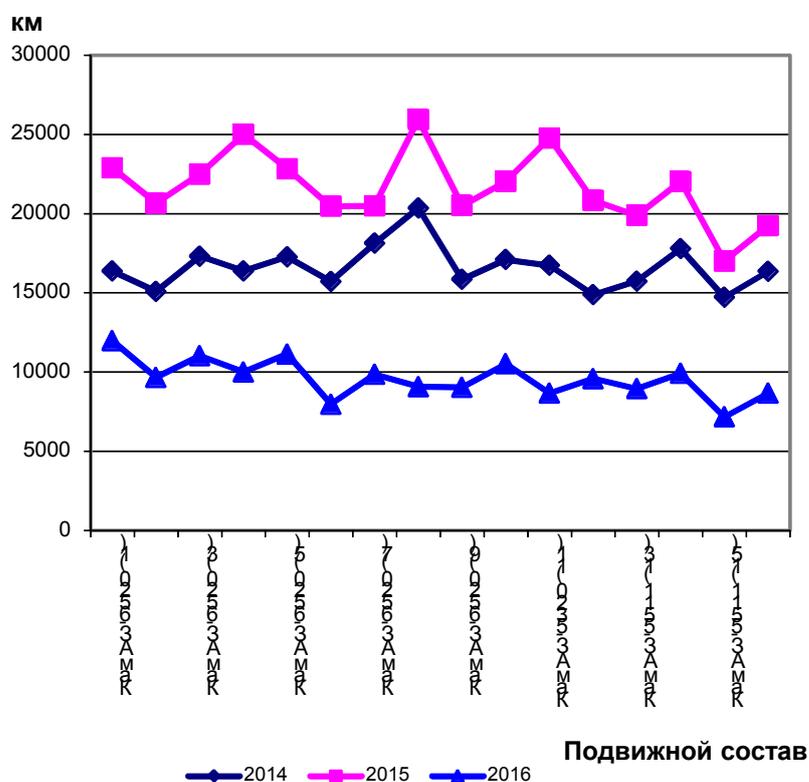


Рис. 2.11. Длина груженой ездки

Одним из определяющих факторов, влияющих на эффективность эксплуатации автомобиля, является квалификация водителя (стаж). Квалификация определяет качество вождения, к которому, в свою очередь, относятся методы вождения и мастерство водителя.

Основными методами вождения являются импульсивный метод (разгон — накат), вождение без использования наката и смешанный метод. Импульсивный метод вождения заключается в периодических разгонах автомобиля на прямой передаче и последующим движении накатом по горизонтальному участку дороги. Метод вождения без использования наката заключается в том, что автомобиль ведут с установленной равномерной скоростью без выключения сцепления. При этом методе вождения возможно торможение автомобиля двигателем. Смешанный, или комбинированный, метод вождения включает в себя первый и второй методы. При этом используется движение накатом на безопасных спусках, а на горизонтальных участках — равномерное движение без отключения двигателя [11,21].

При импульсивном методе вождения по сравнению с методом без отключения двигателя от трансмиссии наблюдается некоторое снижение суммарной частоты вращения коленчатого вала двигателя на единицу пути (20 — 25), значительное повышение числа включений передач (в 10 — 12 раз) и выключения сцепления (в 30 — 35 раз), снижение расхода топлива (на 6 — 10%), возрастание динамики изнашивания деталей двигателя (на 15 — 20%).

Повышение топливной экономичности при импульсивном методе вождения объясняется тем, что значительная часть работы двигателя при разгоне протекает на экономичном режиме. Накопленная при этом энергия расходуется во время движения накатом без потерь [12].

Повышение износов двигателя при импульсивном методе вождения, несмотря на относительное снижение суммарной частоты вращения коленчатого вала, объясняется большими знакопеременными нагрузками на его детали в процессе многочисленных разгонов, переключений передач и включений сцеплений, что отрицательно сказывается на трансмиссии.

Техническая скорость автомобиля при импульсивном методе вождения снижается по сравнению с вождением без отключений двигателя.

Недостатком второго метода вождения (без отключения двигателя от трансмиссии) является вынужденное торможение автомобиля двигателя при переменном рельефе местности, что вызывает повышенный расход топлива и снижение ресурса двигателя.

Рациональное использование рассмотренных методов вождения в зависимости от конкретных условий движения, рельефа местности и достижение при этом высоких технических

скоростей движения при обеспечении безопасности, плавности хода и экономного расхода топлива характеризует мастерство вождения [15, 16].

Мастерство вождения достигается: расчетливостью и скоростью выполнения приемов управления автомобилем при минимальном числе переключений передач, разгонов, торможений; минимально возможным перепадом скоростей и нагрузок; отсутствием резких изменений направления движения; обеспечением плавности хода; поддержанием оптимального теплового режима двигателя, соблюдением безопасности движения, достижением минимального числа остановок т.д. Благодаря мастерству вождения могут быть значительно повышены межремонтные пробеги автомобиля, топливная экономичность, техническая скорость и безопасность движения, и тем самым эффективность эксплуатации подвижного состава.

В таблице 2.1 приведены данные о влиянии квалификации водителей на режим работы и надежность самосвалов КамАЗ 6520 [21].

Влияние класса водителя на режим работы подвижного состава

Таблица 2.1

Класс водителей	Скорость движения, км/ч	Средняя частота вращения коленвала, тыс. об./мин	Число торможений на 1 км	Путь при торможении, % от общего пути	Количество отказов, %	Ресурс агрегатов, %
А	65,3	1780	1,7	2,1	100	100
Б	57,6	2220	2,6	3,8	140	от 47 до 70

Примечание:

А – водители с высоким профессиональным мастерством, определяемые не только классом, стажем, образованием, но и выполнением плана перевозок, безопасностью движения, надежностью автомобилей;

Б – водители с высоким профессиональным мастерством, но с более низким уровнем выполнения плана перевозок, безопасности движения, надежности автомобилей.

На представленном графике (рис. 2.12) водители всех автомобилей имеют достаточно высокий стаж вождения, при этом наибольший стаж у водителя одного из самосвала КамАЗ – 5511 и составляет 22 года. От стажа водителя зависит метод вождения и его мастерства, которые, в свою очередь, определяют значения эксплуатационных показателей работы подвижного состава и эффективность его использования.

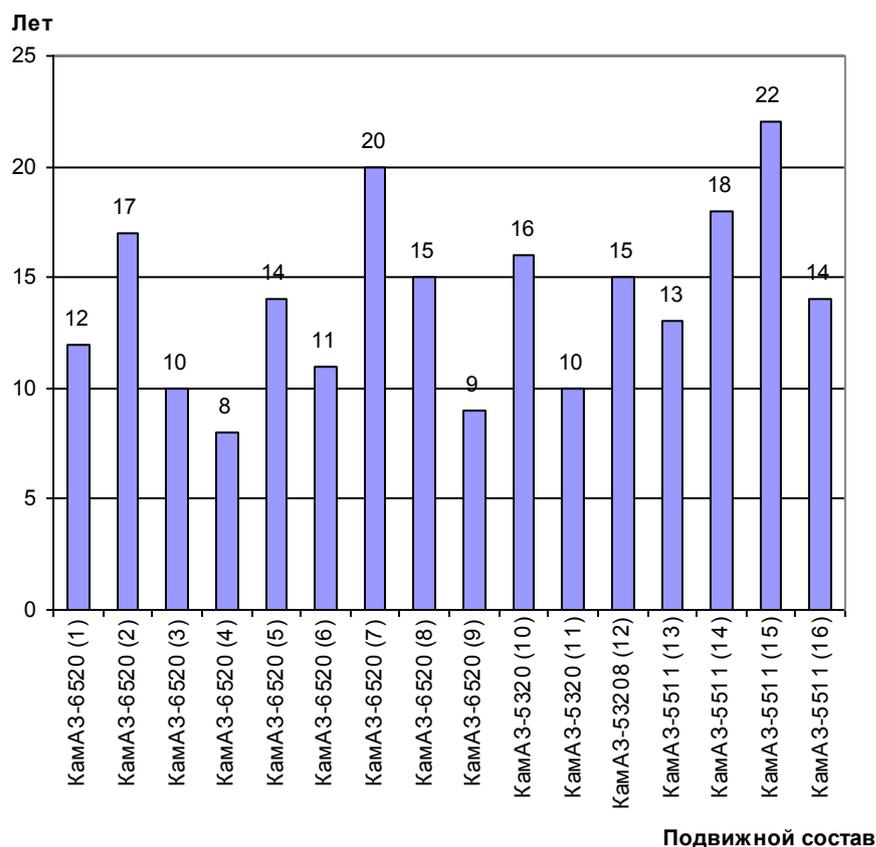


Рис. 2.12. Стаж водителей

2.3 Выводы

Анализ данных, полученных с предприятия, позволил выявить структуру автомобилей по моделям и модификациям подвижного состава, по которой были сформированы основные возрастные группы автомобилей.

Для оценки эффективности эксплуатации подвижного состава АТП и дальнейшего ее повышения получена информация о важнейших показателях работы грузовых автомобилей. К таким показателям были отнесены: среднегодовые пробеги, средняя протяженность ездки с грузом, средний объем годовой транспортной работы.

Общий анализ парка автомобилей показал, что наиболее нагруженными и обеспечивающими выполнение большего объема транспортной работы являются лишь определенные модели автомобилей: КамАЗ 6520, КамАЗ 5511 и КамАЗ 5320.

Характеристика автомобилей, окончательно принятых к анализу, заключалась в определении годовых пробегов, объемов транспортной работы, коэффициентов использования пробега, коэффициентов использования грузоподъемности, длины груженой ездки и стажа водителей, характеризуемого методом вождения и его мастерством.

3. АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СЕЗОННЫХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

3.1 Оценка удельных затрат на эксплуатацию автомобилей исследуемого парка

Для сравнения удельных затрат и дальнейшей их оценки с целью повышения эффективности эксплуатации исследуемого автопарка анализируемые автомобили в количестве 16 единиц поделены на 2 группы. Деление проходило по возрасту и грузоподъемности автомобилей.

В первую группу входят все автомобили марки КамАЗ 6520 в количестве 9 единиц, приобретенные в 2014 году. Во вторую группу вошли 3 бортовых автомобиля марки КамАЗ 5320 и 4 самосвала марки КамАЗ 5511, в возрасте от 8 до 20 лет.

С исследуемого предприятия были взяты данные по расчетам удельных затрат по основным агрегатам, топливу и смазочным материалам. Для сравнения удельных затрат двух групп был выбран 2016 год, потому что в 2014 и 2015 годах удельные затраты автомобилей первой группы не велики, т.к. износ основных агрегатов не достиг значительных величин.

Причиной повышенного износа агрегатов автомобиля может являться несвоевременная замена масел и пластичных смазок, т.е. несвоевременное проведение ТО, а также режим эксплуатации автопарка и влияние сезонных условий эксплуатации, связанное с перепадами температур в холодное время года, изменением ветровых нагрузок, относительной влажности и т.д.[2,6,14].

Данные по удельным затратам, приходящимся на основные агрегаты и топливо-смазочные материалы двух исследуемых групп автомобилей, за 2016 год представлены на рис. 3.1, 3.2.

Как показано на диаграмме, основные затраты приходятся на топливо. Они в разы превышают затраты на все основные агрегаты. Такая разница объясняется большей массой, а следовательно, большей грузоподъемностью (20 тонн) и соответственно большим расходом топлива (39 л на 100 км).

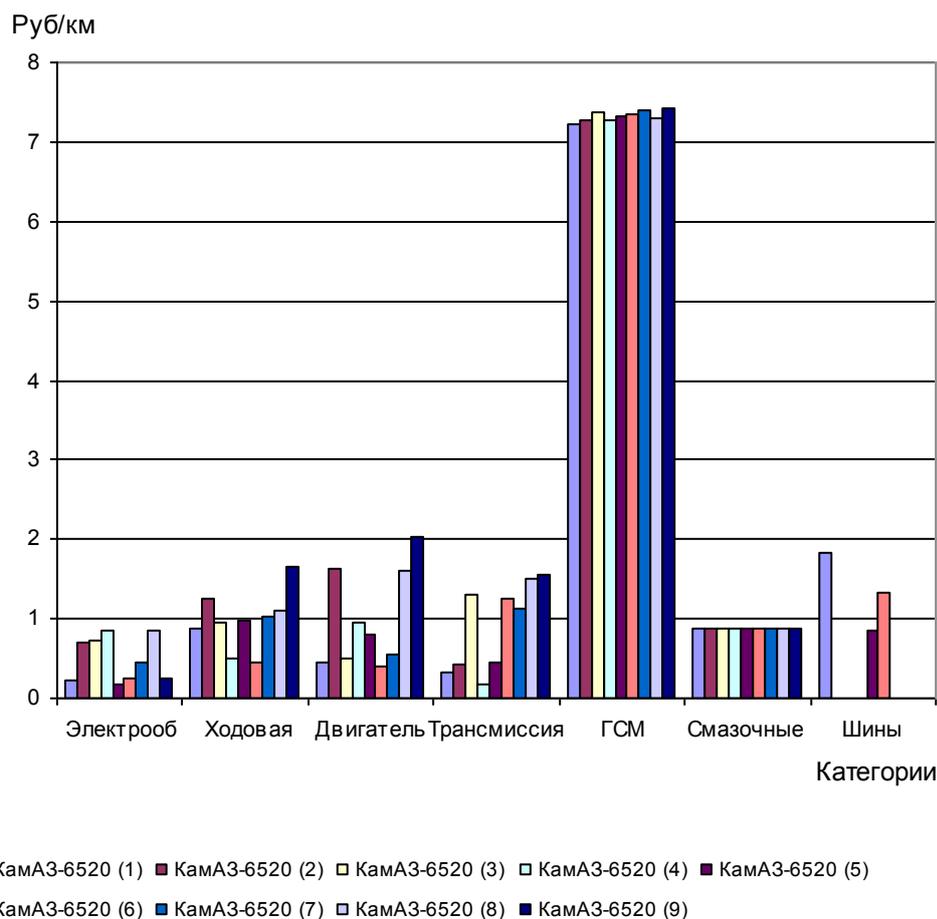


Рис 3.1. Категории удельных затрат 1-й группы автомобилей за 2016 год

На предприятии имеются данные о затратах на топливо и смазочные материалы в соответствии с сезонными условиями (табл. 3.1)

Во всяком случае масса автомобиля решающим образом влияет на расход топлива. При облегчении автомобиля снижается не только расход материалов, но и уменьшается расход топлива. Но уменьшить массу можно в ограниченных пределах, так как автомобиль должен перевозить как можно больше груза. Иногда можно уменьшить полную массу автомобиля за счет собственной массы (снаряженной).

Если, например, радиус действия автомобилей данного предприятия короткий, то целесообразно не брать с собой запасное колесо (оно может понадобиться в редких случаях), заливать а бак минимальное количество топлива (достаточное для определенного количества рейсов с возвратом к заправочной станции), свести к минимуму комплект инструмента. На грузовом автомобиле эти меры дают возможность снизить массу на 150–200 кг. Тогда снижается расход топлива, приходящийся на единицу полезной нагрузки, т.е. на 1т груза, а такой расход определяет по существу экономичность использования автомобиля [16].

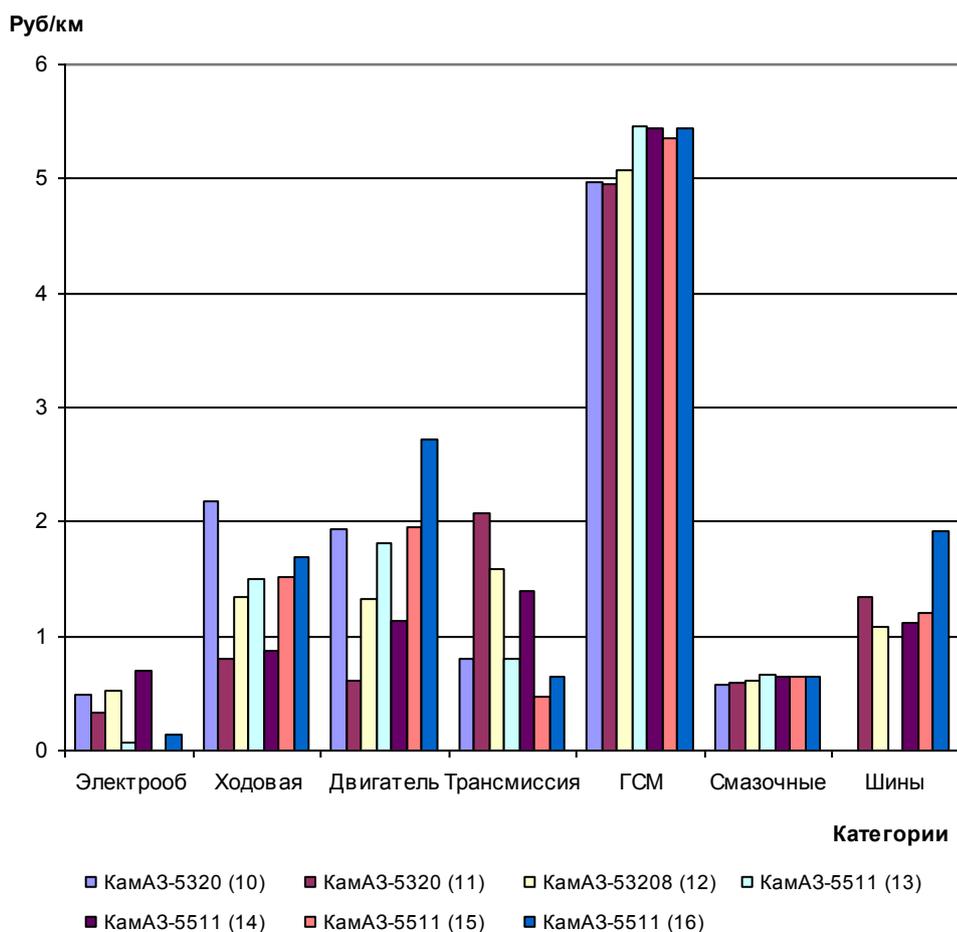


Рис. 3.2. Категории удельных затрат 2-й группы автомобилей за 2016 год

Подобная картина наблюдается и на диаграмме 2-й группы автомобилей. Только разница между топливом и удельными затратами на основные агрегаты не такая серьезная. Причина этому — большой возраст подвижного состава данной группы.

Анализируя предыдущие две диаграммы, можно сделать вывод о том, что удельные затраты на ГСМ у автомобилей 1-й группы значительно больше, чем у автомобилей 2-й группы. Это объясняется большей грузоподъемностью и соответственно большим потреблением топлива, чем у автомобилей 1-й группы.

На предприятии имеются данные о затратах на топливо и смазочные материалы в соответствии с сезонными условиями (табл. 3.1)

Средние значения показателей и удельных затрат на ГСМ

Таблица 3.1

Показатель	КамАЗ 6520	КамАЗ 5511	КамАЗ 5320
Грузоподъемность, т	20	13	10

Средние удельные затраты на топливо, руб/км:			
-Зима	6,52	4,15	3,78
-Весна	5,87	3,63	2,91
-Лето	5,15	3,07	2,24
-Осень	5,74	3,6	3,1
Средние удельные затраты на смазочные материалы, руб/км :			
-Зима			
-Весна	0,86	0,73	0,69
-Лето	0,78	0,64	0,62
-Осень	0,65	0,58	0,50
	0,80	0,66	0,59

Также нельзя не отметить, что для оценки удельных затрат на эксплуатацию автомобилей, т.е. эксплуатационных затрат предприятия необходима информация о затратах на зарплату водителей и механиков (табл. 3.2), что потребует в дальнейшем для расчета эффективности эксплуатации исследуемого парка и принятия мер по ее повышению.

Средние значения удельных затрат на зарплату водителей и механиков с учетом сезонных условий

Таблица 3.2

Показатель	КамАЗ 6520	КамАЗ 5511	КамАЗ 5320
Средние удельные затраты, руб/км:			
-Зима	12,74	11,56	11,32
-Весна	11,01	10,87	10,53
-Лето	9,27	9,00	8,86
-Осень	11,17	10,74	10,25

3.2 Анализ влияния сезонных условий эксплуатации на эксплуатационные затраты

Анализ влияния сезонных условий на эксплуатационные затраты позволит выявить степень воздействия на эффективность работы подвижного состава и должным образом оценить затраты как на эксплуатационные материалы, так и на основные агрегаты автомобилей.

Исследование проводится по данным с предприятия «УГАТП №1» по двум группам автомобилей, выделенным в соответствии с возрастом и грузоподъемностью, и по каждому

рассматриваемому агрегату за определенный период в зависимости от сезона года (рис. 3.3 – 3.12).

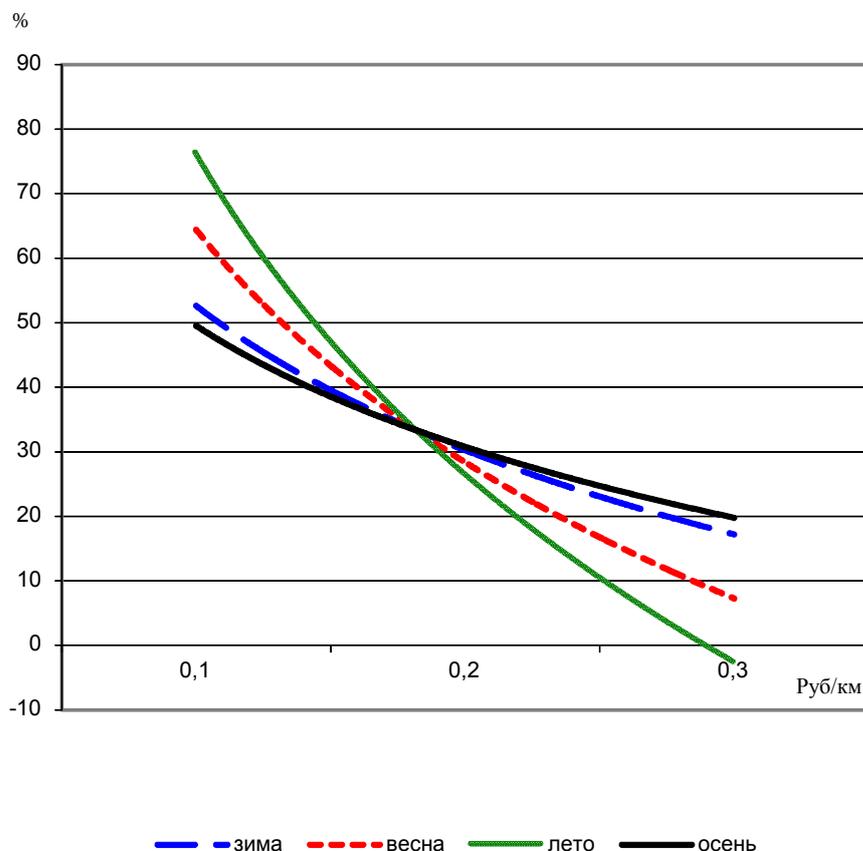


Рис 3.3. Удельные затраты 1-й группы автомобилей на электрооборудование за 2016 год

Из анализа удельных затрат на электрооборудование (рис. 3.3) видно, что затраты в зимний период на 0,1– 0,2 руб/км, больше, чем летом (0,1 руб/км). Это также наглядно видно по линиям тренда. Каждая линия на диаграмме соответствует времени года и имеет свою зависимость:

для зимы $y = -2,90 \ln(x) + 4,73$;

для весны $y = -4,68 \ln(x) + 5,79$;

для лето $y = -6,46 \ln(x) + 6,86$;

для осени $y = -2,44 \ln(x) + 4,46$.

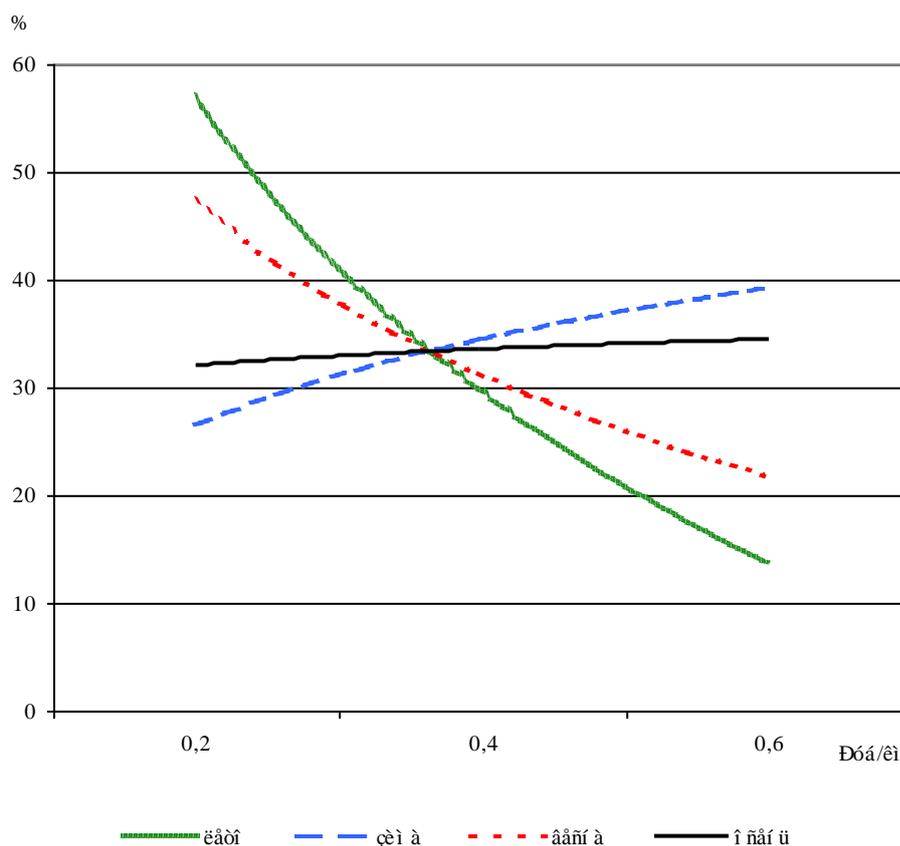


Рис 3.4. Удельные затраты 2-й группы автомобилей на электрооборудование за 2016 год

Преимущественно для 2-й группы автомобилей в летний период затраты на электрооборудование (рис. 3.4) составляют 0,2 руб/км, а в зимний период преимущественно составляют 0,6 руб/км. Каждая линия на диаграмме соответствует времени года и имеет свою зависимость:

для зимы $y=0,81\ln(x)+1,85$;

для весны $y=-1,62\ln(x)+3,30$;

для лето $y=-2,75\ln(x)+3,97$;

для осени $y=0,16\ln(x)+2,24$.

Повышенные затраты в зимний период объясняются следующим: в зимний период момент сопротивления крутящего момента при пуске двигателя возрастает по причине увеличения вязкости масла, увеличения внутреннего сопротивления аккумуляторной батареи, плохому смесеобразованию при пуске двигателя, что отрицательно влияет на продолжительность пуска в холодный период.

С понижением температуры электролита возрастает его вязкость, падает напряжение аккумуляторной батареи, уменьшается ее электрическая емкость, снижается эффектив-

ность процесса заряда от генератора и стартер не может привести коленчатый вал во вращение со скоростью, необходимой для пуска двигателя. Одновременно снижается мощность искрового разряда между электродами свечей зажигания [13,19].

Изменение температуры и высокая влажность окружающего воздуха под капотом в зимнее время способствует ухудшению работы изделий электрооборудования, оказывает влияние на возникновение «утечек» по влажным проводам, способствующих повышению разряда батареи. При этом снижается ее работоспособность в пусковом режиме [2].

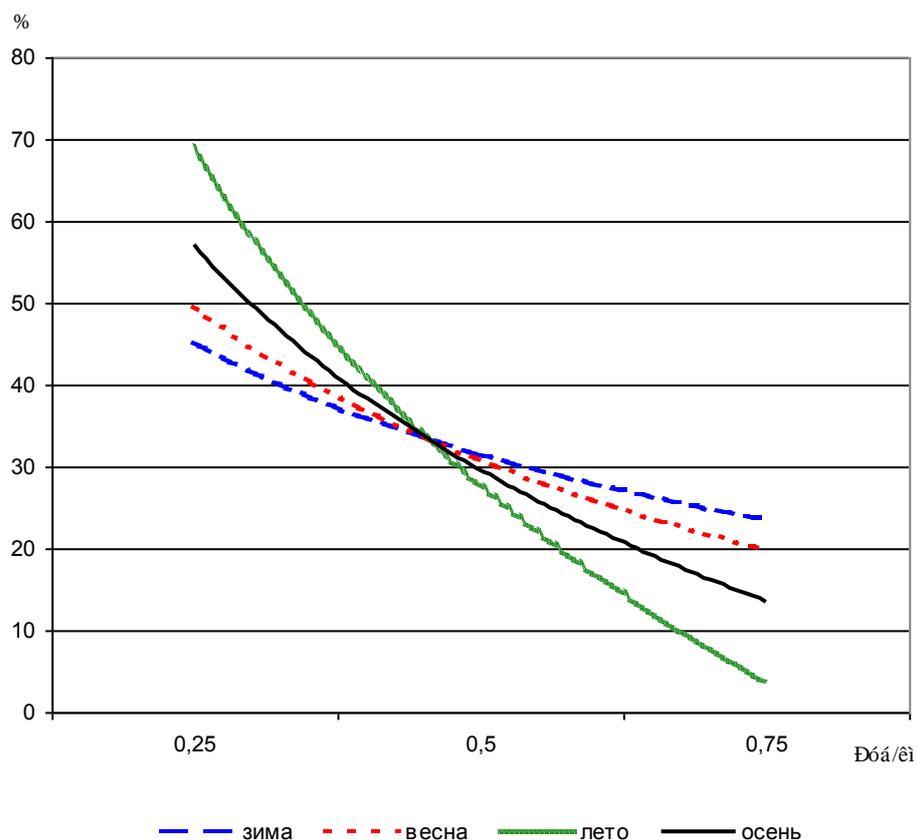


Рис 3.5. Удельные затраты 1-й группы автомобилей на ходовую часть за 2016 год

Преимущественно для 1-й группы автомобилей в летний период затраты на ходовую часть (рис. 3.5) составляют 0,25 руб/км, а в зимний период преимущественно составляют 0,5-0,75 руб/км. Каждая линия на диаграмме соответствует времени года и имеет свою зависимость:

для зимы $y = -1,77 \ln(x) + 4,06$;

для весны $y = -3,55 \ln(x) + 5,13$;

для лета $y = -5,34 \ln(x) + 6,12$;

для осени $y = -2,90 \ln(x) + 4,73$.

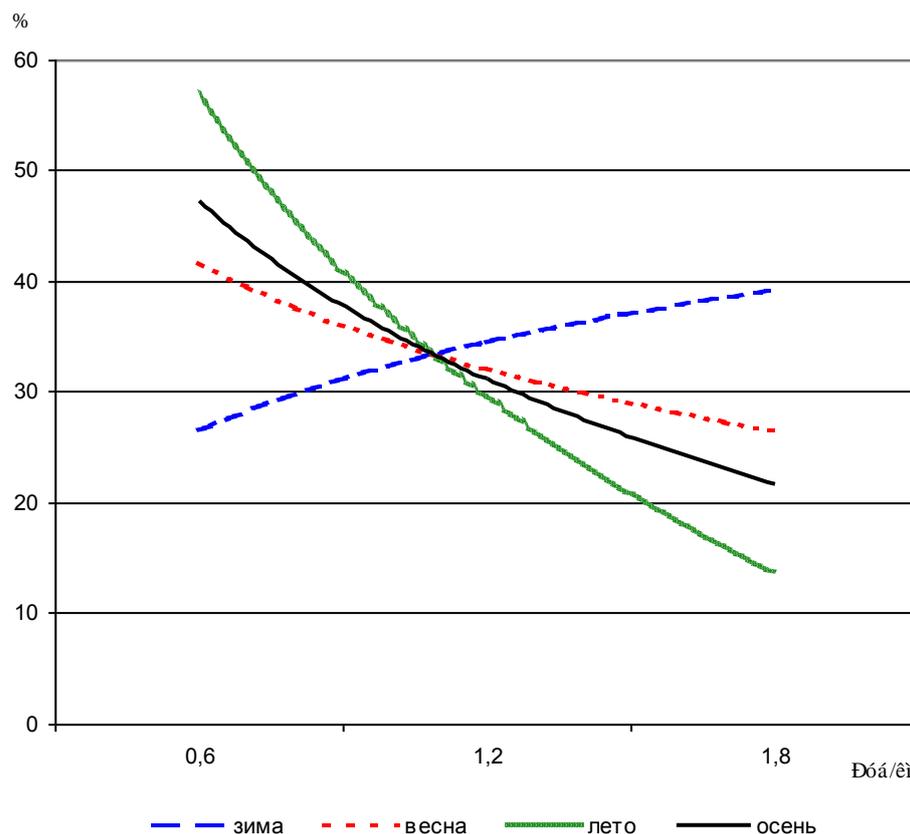


Рис 3.6. Удельные затраты 2-й группы автомобилей на ходовую часть за 2016 год

Преимущественно для 2-й группы автомобилей в летний период затраты на ходовую часть (рис. 3.6) составляют 0,6 руб/км, а в зимний период преимущественно составляют 1,2 руб/км. Каждая линия на диаграмме соответствует времени года и имеет свою зависимость:

$$\text{для зимы } y = -0,66 \ln(x) + 2,39 ;$$

$$\text{для весны } y = -0,37 \ln(x) + 2,52 ;$$

$$\text{для лета } y = -2,75 \ln(x) + 3,97 ;$$

$$\text{для осени } y = -0,97 \ln(x) + 2,91 .$$

Низкие температуры окружающего воздуха являются причиной образования снежного покрова на дорогах и выпадения осадков в виде снега, который препятствует свободному перемещению автомобиля на дорогах и ухудшает его управляемость.

Вследствие ухудшения дорожных условий возрастает нагрузки на элементы ходовой части, т.к. ухудшается категория дорог. В первую очередь увеличивается износ упругих элементов подвески. Из-за затруднительно прохождения дорог автомобилем детали подвес-

ки теряют свои упругие свойства или покрываются трещинами, вызывающие коррозионную усталость материалов деталей [10–12].

Также износ рессорных листов, возникающий при взаимном их перемещении в результате ухудшения дорожных условий, усиливается действием солей и атмосферной коррозии в результате повышения относительной влажности воздуха и резких перепадов температур в холодное время года. Резкие перепады показателей окружающей среды благоприятно влияют на наступление периода распутицы, характеризующегося состоянием дорог, которые становятся труднопроходимыми в результате дождей и таяния снега на дорогах и быстрого их обледенения.

В ходовой части особенно чувствительны к изменению окружающей температуры амортизаторы. При снижении температуры вязкость амортизаторной жидкости растет, вследствие чего увеличивается сопротивление амортизатора, а также усилия, нагружающие детали амортизатора. Появляется опасность разрушения амортизатора. Одновременно увеличение сопротивления амортизатора приводит к увеличению жесткости подвески, нарушению плавности движения [9].

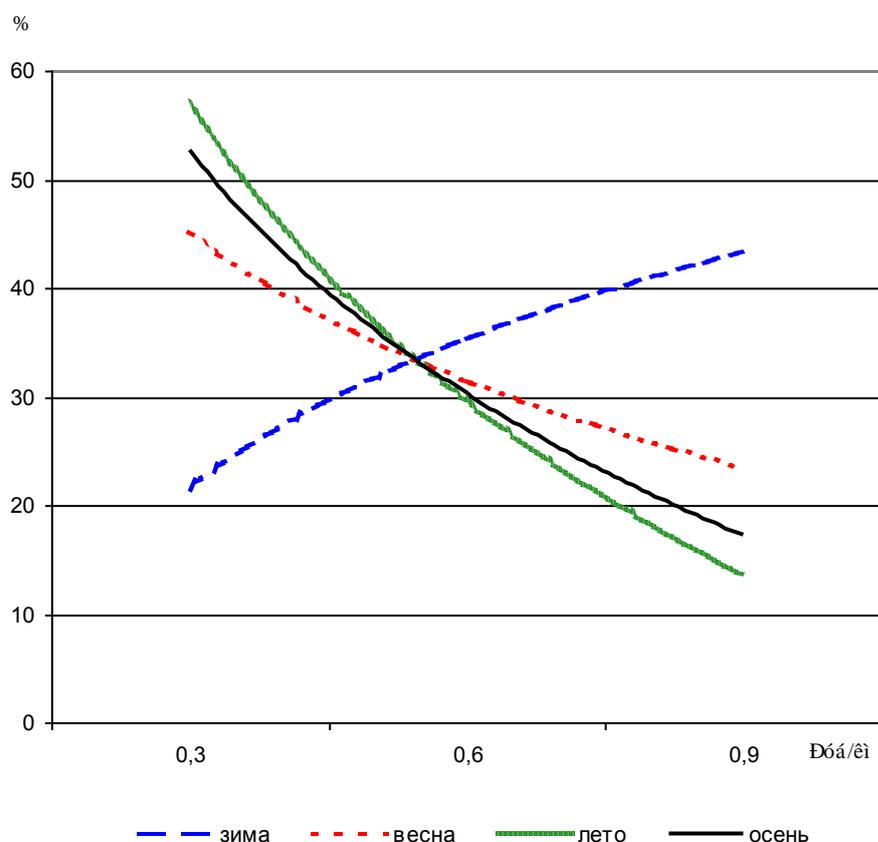


Рис. 3.7. Удельные затраты 1-й группы автомобилей на двигатель за 2016 год

Преимущественно для группы автомобилей в летний период затраты на двигатель (рис. 3.7) составляют 0,3 руб/км, а в зимний период — 0,6 — 0,9 руб/км. Каждая линия на диаграмме соответствует времени года и имеет свою зависимость:

$$\text{для зимы } y = -1,78 \ln(x) + 4,06;$$

$$\text{для весны } y = -2,25 \ln(x) + 4,34;$$

$$\text{для лето } y = -3,56 \ln(x) + 5,13;$$

$$\text{для осени } y = -2,90 \ln(x) + 4,73.$$

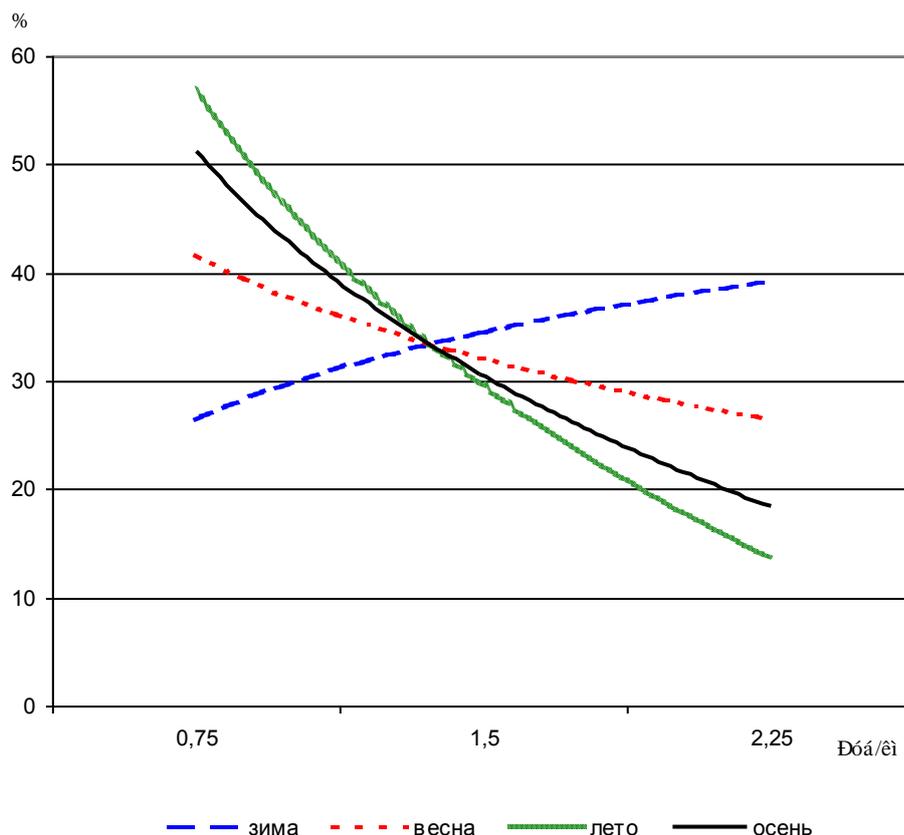


Рис 3.8. Удельные затраты 2-й группы автомобилей на двигатель за 2016 год

Преимущественно для группы автомобилей в летний период затраты на двигатель (рис. 3.8) составляют 0,75 руб/км, а в зимний период — 2,25 руб/км. Каждая линия на диаграмме соответствует времени года и имеет свою зависимость:

$$\text{для зимы } y = 0,81 \ln(x) + 1,85;$$

$$\text{для весны } y = -0,97 \ln(x) + 2,91;$$

$$\text{для лето } y = -2,75 \ln(x) + 3,97;$$

$$\text{для осени } y = -2,09 \ln(x) + 3,58.$$

Зимой удельные затраты на двигатель возрастают вследствие ухудшения условий эксплуатации, а именно понижения температуры окружающего воздуха, которая при достижении минус 5–15°С приводит к изменению теплового режима работы двигателя и вызывает падение мощности, соответственно 98 и 96 % от нормальной [8,15,19].

При значительном понижении температуры охлаждающей жидкости увеличивается процент отдачи тепла в окружающую среду поверхностями блока цилиндров, в результате чего не обеспечиваются необходимые рабочие температуры и понижается эффективность работы двигателя.

В случае пуска и работы непрогретого двигателя, особенно под нагрузкой, поступающее в цилиндры холодное топливо полностью не сгорает и частично оседает на деталях. Холодный воздух, поступающий в цилиндры, переохлаждает находящиеся в них топливо и масло, и тем самым увеличивает интенсивность смолообразования, что в значительной степени сокращает срок службы и часто приводит к разрушению основных деталей двигателя.

Повышение вязкости масла при низких температурах воздуха вызывает резкое увеличение сопротивления вращению коленчатого вала, что затрудняет достижение требуемой для пуска двигателя частоты вращения коленчатого вала и увеличивает износ трущихся пар [6].

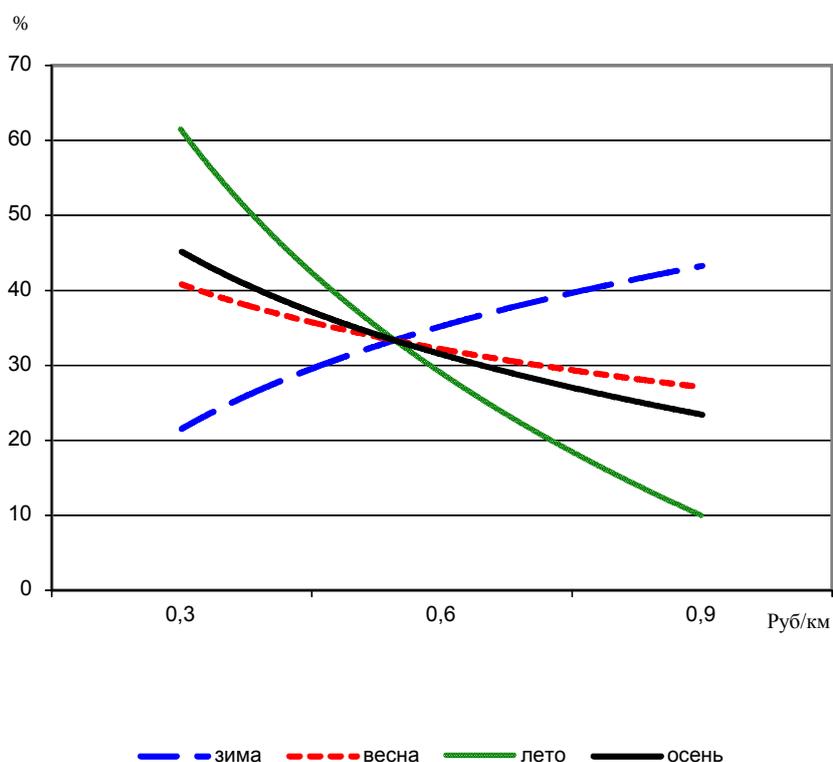


Рис 3.9. Удельные затраты 1-й группы автомобилей на трансмиссию за 2016 год

Преимущественно для группы автомобилей в летний период затраты на трансмиссию (рис. 3.9) составляют 0,3 руб/км, а в зимний период преимущественно составляют 0,9 руб/км. Каждая линия на диаграмме соответствует времени года и имеют свою зависимость:

$$\text{для зимы } y=1,78\ln(x)+1,94;$$

$$\text{для весны } y=-1,12\ln(x)+3,67;$$

$$\text{для лето } y=-4,22\ln(x)+5,52;$$

$$\text{для осени } y=-1,78\ln(x)+4,06.$$

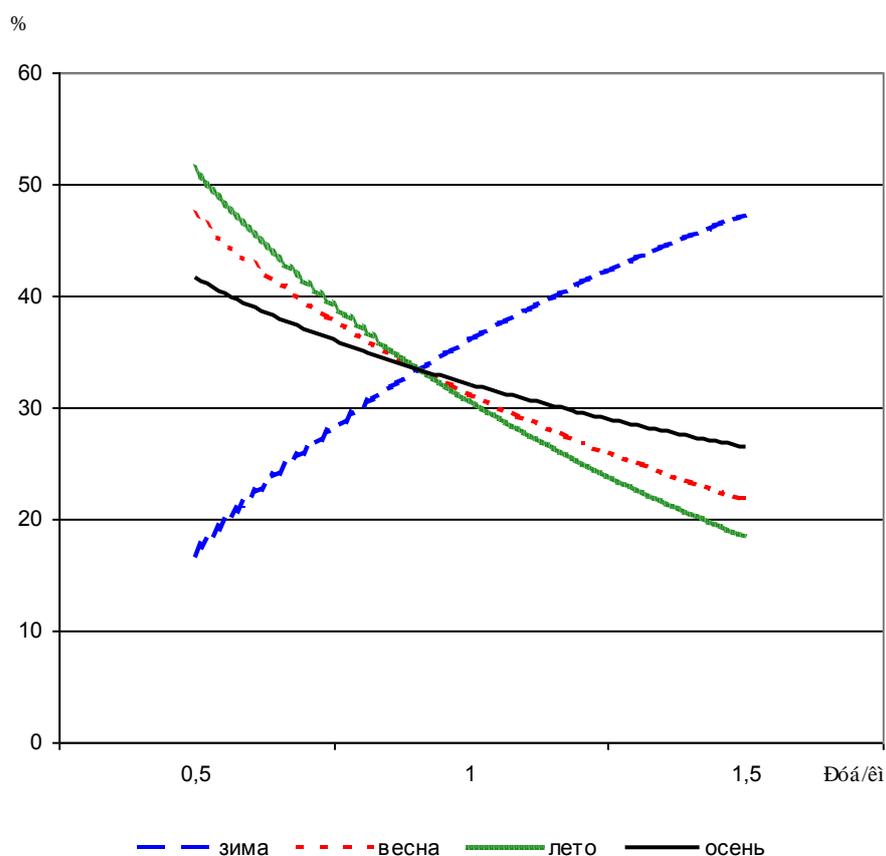


Рис. 3.10. Удельные затраты 2-й группы автомобилей на трансмиссию за 2016 год

Преимущественно для группы автомобилей в летний период затраты на трансмиссию (рис. 3.10) составляют 0,5 руб/км, а в зимний период преимущественно составляют 1,5 руб/км. Каждая линия на диаграмме соответствует времени года и имеют свою зависимость:

$$\text{для зимы } y=1,93\ln(x)+1,18;$$

$$\text{для весны } y=-1,62\ln(x)+3,30;$$

для лето $y = -2,09 \ln(x) + 3,58$;

для осени $y = -0,97 \ln(x) + 2,91$.

В зимний период эксплуатации наиболее часто возникают следующие неисправности: разрушение и обрыв накладок из-за повышенной нагрузки на сцепление или буксование автомобиля. При холодном автомобиле, когда включается сцепление, происходит корабление ведомых дисков. Появляется необходимость разогрева масла в картерах ведущих мостов [9,10].

Разогрев масла в механизмах трансмиссии при эксплуатации автомобилей зимой зачастую производится за счет тепла, выделяющегося от трения при работе под нагрузкой. При этом масло разогревается очень медленно, ухудшается его прокачка, нарушается подвод к узлам трения и до нагрева до температуры 10–15°C шестерни и подшипники работают без достаточной смазки (из-за высокой вязкости), что повышает интенсивность их износа.

Так, например, застывание трансмиссионного масла может вызвать полное прекращение смазывания зубчатых передач. Это происходит в результате того, что масло, отбрасываемое центробежными силами, соприкасается с холодными стенками кожуха и остается на них.

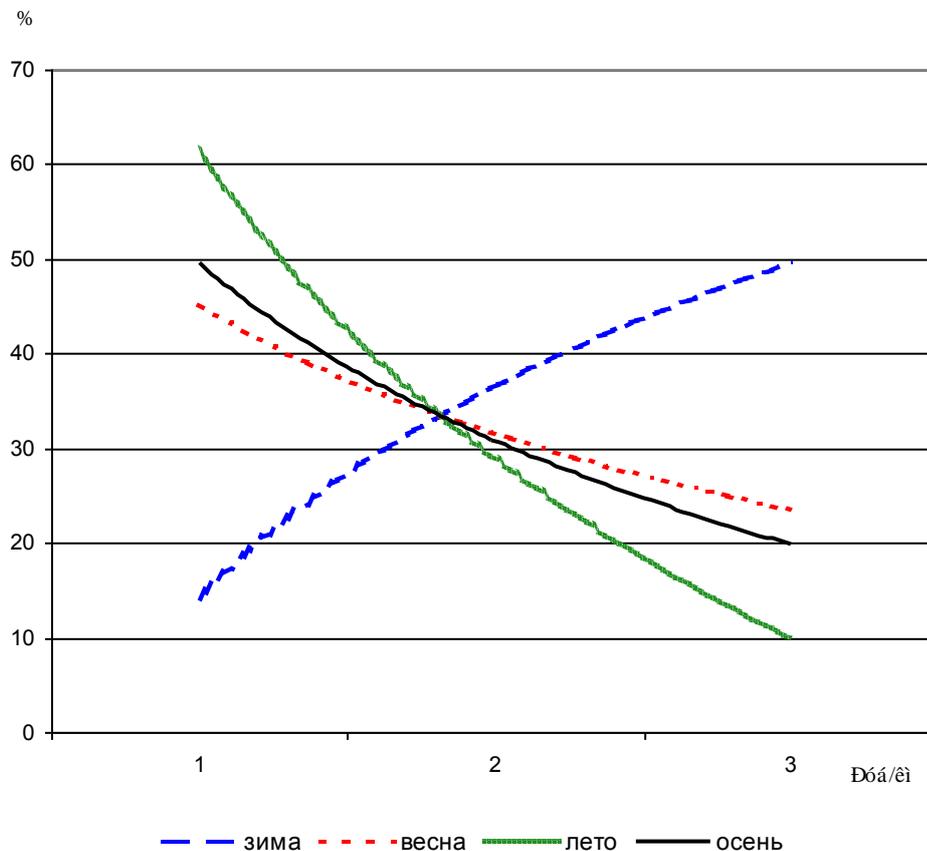


Рис 3.11. Удельные затраты 1-й группы автомобилей на автошины за 2016 год

Преимущественно для группы автомобилей в летний период затраты на автошины (рис. 3.11) составляют 1 руб/км, а в зимний период преимущественно составляют 3 руб/км. Каждая линия на диаграмме соответствует времени года и имеют свою зависимость:

для зимы $y=2,90\ln(x)+1,27$;

для весны $y=-1,78\ln(x)+4,06$;

для лето $y=-4,22\ln(x)+5,52$;

для осени $y=-2,44\ln(x)+4,46$.

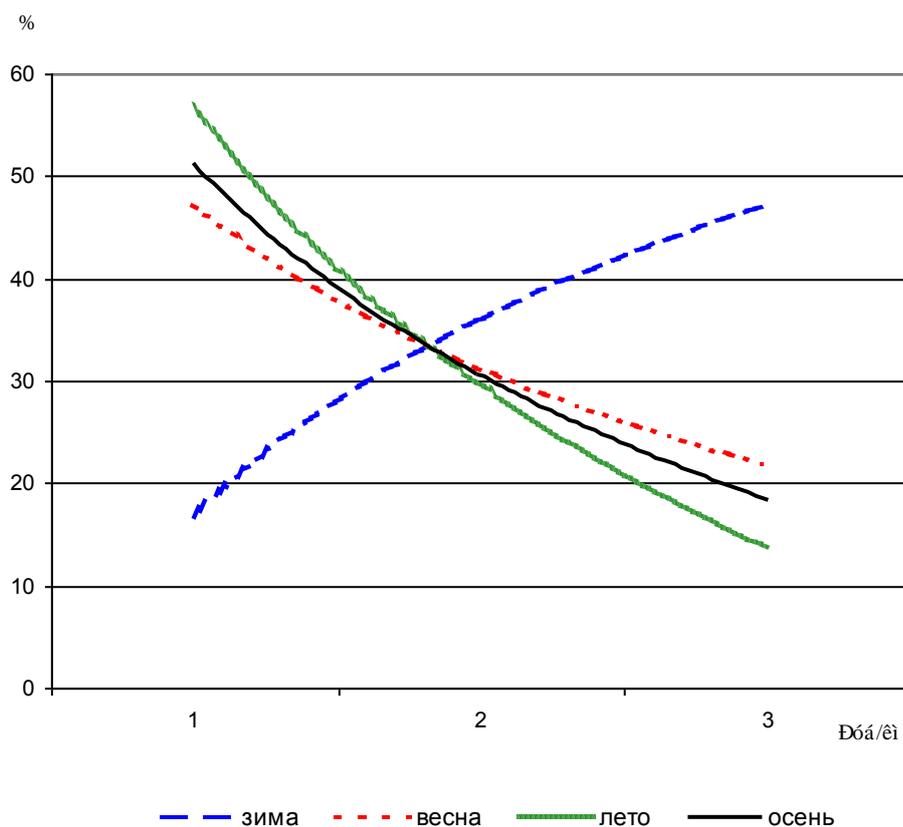


Рис 3.12. Удельные затраты 2-й группы автомобилей на автошины за 2016 год

Преимущественно для группы автомобилей в летний период затраты на автошины (рис. 3.12) составляют 1 руб/км, а в зимний период преимущественно составляют 3 руб/км. Каждая линия на диаграмме соответствует времени года и имеют свою зависимость:

для зимы $y=1,94\ln(x)+1,18$;

для весны $y=-1,62\ln(x)+3,30$;

для лето $y=-2,75\ln(x)+3,97$;

для осени $y=-2,09\ln(x)+3,58$.

Такие расхождения в затратах объясняется наступлением периода распутиц, характеризующихся состоянием дорог, которые становятся труднопроходимыми в результате температурных колебаний в зимний период эксплуатации, поэтому ремонтируют и восстанавливают шины чаще.

Наряду с дорожными условиями на пробег шин большое влияние оказывает температура и влажность окружающего воздуха. Изменение температуры окружающего воздуха влечет за собой изменение температуры нагрева шины и соответствующие изменения прочности шинных материалов, значительно изнашивается протектор и уменьшается общий пробег шин [2,3].

С увеличением температуры окружающего воздуха происходит понижение герметичности шины вследствие увеличения диффузии воздуха через стенки камеры. Однако в условиях низкой температуры затраты на ремонт и замену автомобильных шин больше в результате преждевременного износа шин из-за потери резиной эластичности и появления хрупкости [8,11].

По представленным зависимостям произведен расчет средних удельных затрат на эксплуатацию исследуемого подвижного состава с учетом сезонного периода (табл. 3.3).

Средние значения показателей и удельных затрат по агрегатам
автомобилей

Таблица 3.3

Показатель	КамаЗ 6520	КамаЗ 5511	КамаЗ 5320
Среднегод. пробег, км	32 191	31 201	29 314
Средний возраст, лет	3	19	19
Средние удельные затраты на электрооборудование:			
-Зима	0,40	0,71	0,72
-Весна	0,24	0,63	0,66
-Лето	0,20	0,52	0,57
-Осень	0,26	0,64	0,63
Средние удельные затраты на ходовую:			
-Зима	0,34	0,64	0,60
-Весна	0,28	0,47	0,49
-Лето	0,22	0,35	0,38
-Осень	0,25	0,44	0,43

Средние удельные затраты на двигатель:			
-Зима	0,73	1,19	1,05
-Весна	0,67	0,88	0,84
-Лето	0,59	0,65	0,61
-Осень	0,66	0,79	0,81
Средние удельные затраты на трансмиссию:			
-Зима	0,38	0,68	0,62
-Весна	0,29	0,57	0,51
-Лето	0,26	0,36	0,33
-Осень	0,28	0,49	0,53
Средние удельные затраты на автошины:			
-Зима	1,32	1,88	1,74
-Весна	0,79	1,47	1,38
-Лето	0,42	0,95	0,89
-Осень	0,53	1,12	1,25

Анализ влияния сезонных условий на эксплуатационные затраты показал, что наибольшие затраты приходятся на зимний период, вследствие воздействия низких температур окружающего воздуха, повышенной относительной влажности, ветровых нагрузок, способствующих сильному и быстрому охлаждению узлов и агрегатов автомобиля, что приводит к их преждевременному износу, и, следовательно, к снижению эффективности работы автопарка.

Также следует учитывать грузоподъемность подвижного состава, влияющую на расход горюче-смазочных материалов, в частности топлива, в разы превышающего затраты на все основные агрегаты.

В качестве основных агрегатов, подверженных влиянию сезонных условий эксплуатации, выделяют электрооборудование, ходовую часть, двигатель, трансмиссию и автошины.

По построенным графикам на основе данных с предприятия видно, что основные затраты на эксплуатацию подвижного состава, включающую ремонт и замену систем электрооборудования, узлов и агрегатов трансмиссии и ходовой части, деталей двигателя и автошин, в зимний период превышают летние затраты в 2 – 3 раза, что существенно снижает эффективность эксплуатации автопарка в целом.

3.3 Расчет затрат на эксплуатацию автомобилей по сезонам года

Для оценки эффективности эксплуатации рассматриваемого парка автомобилей практических данных по удельным затратам, полученных с исследуемого предприятия и представленных в предыдущей главе, недостаточно, так как они носят переменный характер. Необходимо знать эталонные значения затрат на эксплуатацию подвижного состава для дальнейшего сравнения и определения поправочных коэффициентов, с целью получения максимально приближенных к реальности показателей затрат в зависимости от сезонных условий по эксплуатационным материалам и основным агрегатам автомобилей.

Для проведения расчетов нам потребуются справочные данные, приведенные в таблице 3.4 [22].

Справочные данные для расчета удельных затрат

Таблица 3.4

Показатель	КамАЗ 6520	КамАЗ 5511	КамАЗ 5320
1	2	3	4
Грузоподъемность, т	20	13	10
Масса снаряженного автомобиля, т	13	9,25	7
Коэффициент сопротивления качению:			
-Зима			
-Весна	0,033	0,03	0,03
-Лето	0,025	0,023	0,023
-Осень	0,018	0,018	0,018
	0,025	0,023	0,023
Коэффициент класса груза			
-Зима	0,5	0,5	0,8
-Весна	0,6	0,6	0,8
-Лето	0,8	0,8	0,8
-Осень	0,7	0,7	0,8
Коэффициент повышения расхода топлива в зависимости от времени года			
-Зима			
-Весна	1,05	1,05	1,05
-Лето	1,03	1,03	1,03
-Осень	1	1	1
	1,02	1,02	1,02
Коэффициент использования пробега за 2014 год			
-Зима			
-Весна	0,45	0,45	0,45
-Лето	0,48	0,48	0,47
-Осень	0,5	0,51	0,52
	0,49	0,49	0,49

Продолжение таблицы 3.4

<i>Кэффициент использования пробега за 2015 год</i>			
-Зима			
-Весна	0,46	0,44	0,44
-Лето	0,49	0,47	0,48
-Осень	0,51	0,5	0,51
	0,5	0,48	0,48
<i>Кэффициент использования пробега за 2016 год</i>			
-Зима			
-Весна	0,46	0,44	0,44
-Лето	0,45	0,46	0,49
-Осень	0,49	0,48	0,5
	0,47	0,45	0,48
<i>КПД двигателя</i>	0,33	0,32	0,32
<i>Стоимость топлива за 2014 год</i>			
-Зима	18,1	18,1	18,1
-Весна	18	18	18
-Лето	18,9	18,9	18,9
-Осень	19	19	19
<i>Стоимость топлива за 2015 год</i>			
-Зима	17,1	17,1	17,1
-Весна	17	17	17
-Лето	17,3	17,3	17,3
-Осень	18	18	18
<i>Стоимость топлива за 2016 год</i>			
-Зима	20	20	20
-Весна	20,5	20,5	20,5
-Лето	20,2	20,2	20,2
-Осень	20,1	20,1	20,1
<i>Плотность топлива, кг/л</i>	0,86	0,86	0,86
<i>КПД трансмиссии</i>	0,846	0,82	0,8
<i>Кэффициент учета условий эксплуатации шин</i>			
-Зима			
-Весна	1,15	1,15	1,15
-Лето	1,10	1,10	1,10
-Осень	1	1	1
	1,08	1,08	1,08
<i>Стоимость шины, руб.</i>	8000	8000	8000
<i>Периодичность ТО-1, тыс. км</i>	6	5,5	5,5
<i>ТО-2, тыс. км</i>	17	16	16
<i>Кэффициент накладных расходов</i>	1,6	1,6	1,6
<i>Кэффициент затрат на запасные части</i>			
-Зима			
-Весна	2,0	2,0	2,0
-Лето	1,9	1,9	1,9
-Осень	1,7	1,7	1,7
	1,8	1,8	1,8
<i>Кэффициент учета выплат в социальные фонды</i>	1,1	1,1	1,1

Окончание таблицы 3.4

Коэффициент дополнительной зарплаты	1,2	1,2	1,2
Средняя техническая скорость, км/ч			
-Зима	49,2	48,5	45,4
-Весна	50,1	49,2	50,5
-Лето	54,3	55,7	52,6
-Осень	51,5	50,1	49,8
Средняя эксплуатационная скорость, км/ч			
-Зима			
-Весна	30,5	32,7	29,8
-Лето	32,6	33,9	31,5
-Осень	38,4	39,7	36,4
	33,2	34,1	32,4
Коэффициент ТОР, К, чел.ч/1000 км	6	5,5	6
Глубина протектора новой шины, мм	16	16	16
Минимально допустимая глубина протектора, мм	1	1	1
Число шин без запаски, шт.	10	10	10
Удельный износ шин, мм/1000 км	0,2	0,2	0,2
Стоимость смазки при ТО-1 при ТО-2	600 2000	500 1800	500 1800
Коэффициент учета устройств, уменьшающих расход топлива	1,03	1,03	1,03
Объем смазочного материала при ТО-1, л при ТО-2, л	1 17	1 15	1 15
Расход масла на угар, %	0,2	0,2	0,2
Тариф ремонтных рабочих, руб/ч	50	50	50

Для проведения расчета берутся следующие формулы [21]:

Зависимость для расчета затрат на топливо:

$$S_T = \frac{1,01 \cdot K_{\text{сезон}} \cdot K_{\text{сезонпробе}} \cdot f_{\text{сезон}} \cdot [\beta_{\text{сезон}} \cdot (G_0 + \gamma_{\text{сезон}} \cdot q) + (1 - \beta_{\text{сезон}}) \cdot G_0] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot v_{T\text{сезон}}}{v_{H\text{сезон}}} - 0,05 \right) \cdot 10^4 \cdot C_{T\text{сезон}}}{\rho \cdot H \cdot \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{ав}}} \quad (3.1)$$

где $K_{\text{сезон}}$ — коэффициент повышения расхода топлива в зависимости от времени года; $K_{\text{сезонпробе}}$ — сезонный пробег; f — коэффициент сопротивления качению в зависимости от времени года; β — коэффициент использования пробега в зависимости от времени года; γ — коэффициент класса груза в зависимости от времени года; q — грузоподъемность автомобиля; m ; G_0 — снаряженная масса автомобиля, кг; v_T — средняя техническая скорость автомобиля в зависимости от времени года, км/ч; v_H — эксплуатационная скорость в зависимости

от времени года, км/ч; C_m – стоимость топлива в зависимости от времени года, руб; ρ – плотность топлива, кг/л; H – теплота сгорания топлива, Дж/кг; $\eta_{дв}$ – КПД двигателя; $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии; $\eta_{об}$ – коэффициент учета специальных устройств, уменьшающих расход топлива [12, 15, 17].

На основании данной зависимости рассчитываются удельные затраты на каждый сезонный период.

Расчет удельных затрат зимнего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_T = \frac{1,01 \cdot K_{зим} \cdot f_{зим} \cdot [\beta_{зим} \cdot (G_0 + \gamma_{зим} \cdot q) + (1 - \beta_{зим}) \cdot G_0] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot v_{Тзим}}{v_{H зим}} - 0,05 \right) \cdot 10^4 \cdot C_{Тзим}}{\rho \cdot H \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{об}} \quad (3.2)$$

$$S_T = \frac{1,01 \cdot 1,05 \cdot 0,033 \cdot [0,46 \cdot (13000 + 0,5 \cdot 20000) + (1 - 0,46) \cdot 13000] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot 49,2}{30,5} - 0,05 \right) \cdot 10^4 \cdot 18,1}{0,86 \cdot 42700000 \cdot 0,33 \cdot 0,846 \cdot 1,03} =$$

$$= 6,12 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат весеннего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_T = \frac{1,01 \cdot K_{весна} \cdot f_{весна} \cdot [\beta_{весна} \cdot (G_0 + \gamma_{весна} \cdot q) + (1 - \beta_{весна}) \cdot G_0] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot v_{Твесна}}{v_{H весна}} - 0,05 \right) \cdot 10^4 \cdot C_{Твесна}}{\rho \cdot H \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{об}} \quad (3.3)$$

$$S_T = \frac{1,01 \cdot 1,03 \cdot 0,025 \cdot [0,48 \cdot (13000 + 0,6 \cdot 20000) + (1 - 0,48) \cdot 13000] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot 50,1}{32,6} - 0,05 \right) \cdot 10^4 \cdot 18}{0,86 \cdot 42700000 \cdot 0,33 \cdot 0,846 \cdot 1,03} =$$

$$= 5,62 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат летнего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_T = \frac{1,01 \cdot K_{лето} \cdot f_{лето} \cdot [\beta_{лето} \cdot (G_0 + \gamma_{лето} \cdot q) + (1 - \beta_{лето}) \cdot G_0] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot v_{Тлето}}{v_{H лето}} - 0,05 \right) \cdot 10^4 \cdot C_{Тлето}}{\rho \cdot H \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{об}} \quad (3.4)$$

$$S_T = \frac{1,01 \cdot 1 \cdot 0,018 \cdot [0,49 \cdot (13000 + 0,8 \cdot 20000) + (1 - 0,49) \cdot 13000] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot 54,3}{38,4} - 0,05 \right) \cdot 10^4 \cdot 18,9}{0,86 \cdot 42700000 \cdot 0,33 \cdot 0,846 \cdot 1,03} =$$

$$= 5,02 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат осеннего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_T = \frac{1,01 \cdot K_{осень} \cdot f_{осень} \cdot [\beta_{осень} \cdot (G_0 + \gamma_{осень} \cdot q) + (1 - \beta_{осень}) \cdot G_0] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot v_{Тосень}}{v_{Носень}} - 0,05 \right) \cdot 10^4 \cdot C_{Тосень}}{\rho \cdot H \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{мп} \cdot \eta_{ав}} \quad (3.5)$$

$$S_T = \frac{1,01 \cdot 1,02 \cdot 0,025 \cdot [0,49 \cdot (13000 + 0,7 \cdot 20000) + (1 - 0,49) \cdot 13000] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot 51,5}{33,2} - 0,05 \right) \cdot 10^4 \cdot 19}{0,86 \cdot 42700000 \cdot 0,33 \cdot 0,846 \cdot 1,03} =$$

$$= 5,57 \text{ руб/км.}$$

На основании расчетных данных строится график удельных затрат в зависимости от времени года и сравнивается с фактическими данными полученными на предприятии (рис. 3.13).

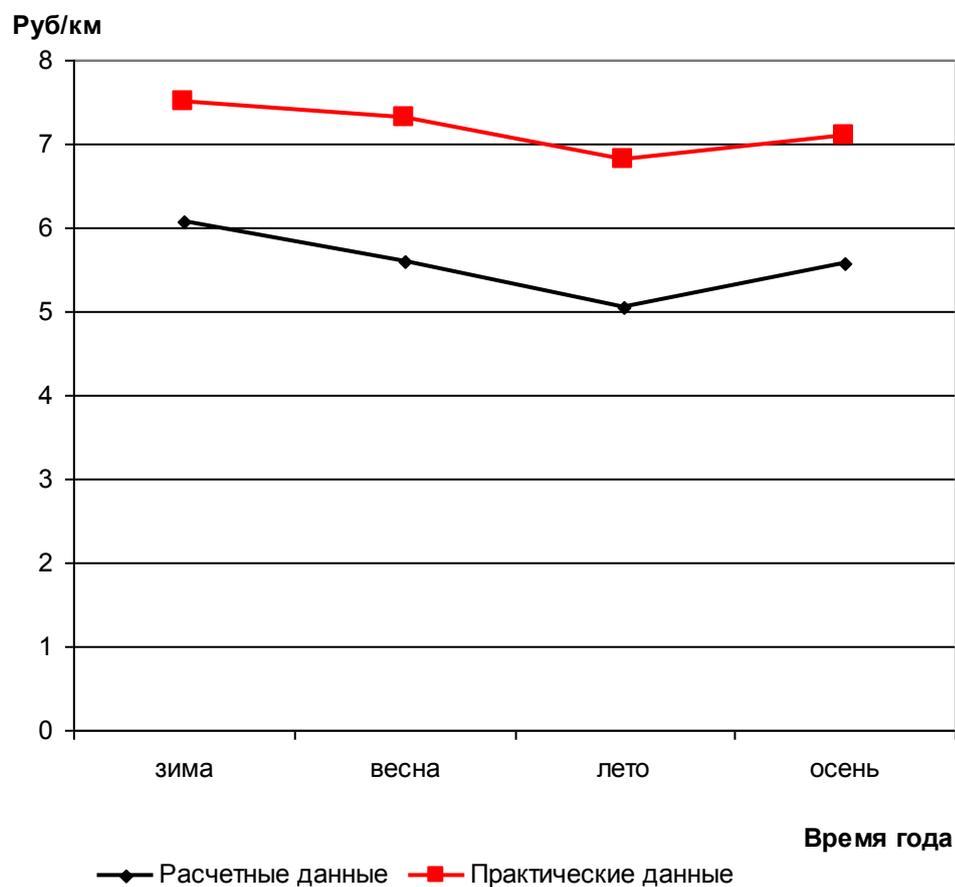


Рис. 3.13. График расчетных и практических затрат на топливо

Имеющиеся практические данные для нашего предприятия не сходятся с расчетными данными. Для того, чтобы мы могли аналитически прогнозировать затраты и рассчитывать рентабельность (см. раздел экономика) предприятия формулу необходимо трансформировать, введя поправочные коэффициенты:

$$\text{Для зимы} - K_{n \text{ зим}} = \frac{S_{T_{\text{зимтракт}}}}{S_{T_{\text{зимрасчет}}}} = \frac{7,49}{6,12} = 1,22 ;$$

$$\text{Для весны} - K_{n \text{ весн}} = \frac{S_{T_{\text{веснтракт}}}}{S_{T_{\text{веснрасчет}}}} = \frac{7,25}{5,62} = 1,29 ;$$

$$\text{Для лета} - K_{n \text{ лето}} = \frac{S_{T_{\text{леторасчет}}}}{S_{T_{\text{летопракт}}}} = \frac{6,91}{5,02} = 1,37 ;$$

$$\text{Для осени} - K_{n \text{ осень}} = \frac{S_{T_{\text{осеньрасчет}}}}{S_{T_{\text{осеньпракт}}}} = \frac{7,19}{5,57} = 1,29 .$$

Зависимость для расчета затрат на смазочные материалы:

$$S_{cm} = K_{\text{сезонпробег}} \cdot \left(\frac{\sum V_{1i} \cdot c_i}{\Pi_{TO-1}} + \frac{\sum V_{2i} \cdot C_i}{\Pi_{TO-2}} \right) + 2 \cdot \sum V_{ci} \cdot c_i + \frac{V_m \cdot \alpha_M \cdot c_M}{100} \quad (3.6)$$

где $K_{\text{сезон}}$ – сезонный пробег; V_{1i} – объем i – го смазочного материала при $TO-1$, л или кг; V_{2i} – объем i – го смазочного материала при $TO-2$, л или кг; V_{ci} – объем i – го смазочного материала при сезонном обслуживании, л или кг; $\Pi_{то-1}$ – периодичность $TO-1$, км; $\Pi_{то-2}$ – периодичность $TO-2$, км; C_i – стоимость i – го вида смазочного материала, руб/л или руб/кг; c_i – стоимость i – го вида смазочного материала, руб/л или руб/кг; c_M – стоимость смазочного материала, руб/л или руб/кг; V_m – годовой расход топлива; α_M – расход масла на угар [17].

На основании данной зависимости рассчитываются удельные затраты на каждый сезонный период.

Расчет удельных затрат зимнего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_{cm} = \left(\frac{\sum V_{1i} \cdot c_i}{\Pi_{TO-1}} + \frac{\sum V_{2i} \cdot C_i}{\Pi_{TO-2}} \right) + \frac{2 \cdot \sum V_{ci} \cdot c}{K_{\text{зимпробег}}} + \frac{V_m \cdot \alpha_M \cdot c_M}{100 \cdot K_{\text{зимпробег}}} \quad (3.7)$$

$$S_{cm} = \left(\frac{2 \cdot 250}{6000} + \frac{17 \cdot 80}{17000} \right) + \frac{2 \cdot 10 \cdot 80}{4310} + \frac{1404 \cdot 0,2 \cdot 80}{100 \cdot 4310} = 0,74 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат весеннего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_{cm} = \left(\frac{\sum V_{1i} \cdot c_i}{\Pi_{TO-1}} + \frac{\sum V_{2i} \cdot C_i}{\Pi_{TO-2}} \right) + \frac{2 \cdot \sum V_{ci} \cdot c}{K_{\text{веснпробег}}} + \frac{V_m \cdot \alpha_M \cdot c_M}{100 \cdot K_{\text{веснпробег}}} \quad (3.8)$$

$$S_{cm} = \left(\frac{2 \cdot 250}{6000} + \frac{17 \cdot 80}{17000} \right) + \frac{2 \cdot 10 \cdot 80}{7182} + \frac{1404 \cdot 0,2 \cdot 80}{100 \cdot 7182} = 0,69 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат летнего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_{см} = \left(\frac{\sum V_{1i} \cdot c_i}{\Pi_{ТО-1}} + \frac{\sum V_{2i} \cdot C_i}{\Pi_{ТО-2}} \right) + \frac{2 \cdot \sum V_{ci} \cdot c}{K_{летопробег}} + \frac{V_m \cdot \alpha_M \cdot c_M}{100 \cdot K_{летопробег}} \quad (3.9)$$

$$S_{см} = \left(\frac{2 \cdot 250}{6000} + \frac{17 \cdot 80}{17000} \right) + \frac{2 \cdot 10 \cdot 80}{13647} + \frac{1404 \cdot 0,2 \cdot 80}{100 \cdot 13647} = 0,59 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат осеннего периода 2016 года для КАМАЗ 6520:

$$S_{см} = \left(\frac{\sum V_{1i} \cdot c_i}{\Pi_{ТО-1}} + \frac{\sum V_{2i} \cdot C_i}{\Pi_{ТО-2}} \right) + \frac{2 \cdot \sum V_{ci} \cdot c}{K_{осеньпробег}} + \frac{V_m \cdot \alpha_M \cdot c_M}{100 \cdot K_{осеньпробег}} \quad (3.10)$$

$$S_{см} = \left(\frac{2 \cdot 250}{6000} + \frac{17 \cdot 80}{17000} \right) + \frac{2 \cdot 10 \cdot 80}{10774} + \frac{1404 \cdot 0,2 \cdot 80}{100 \cdot 10774} = 0,65 \text{ руб/км}.$$

На основании расчетных данных строится график удельных затрат в зависимости от времени года и сравнивается с фактическими данными полученными на предприятии (рис. 3.14).

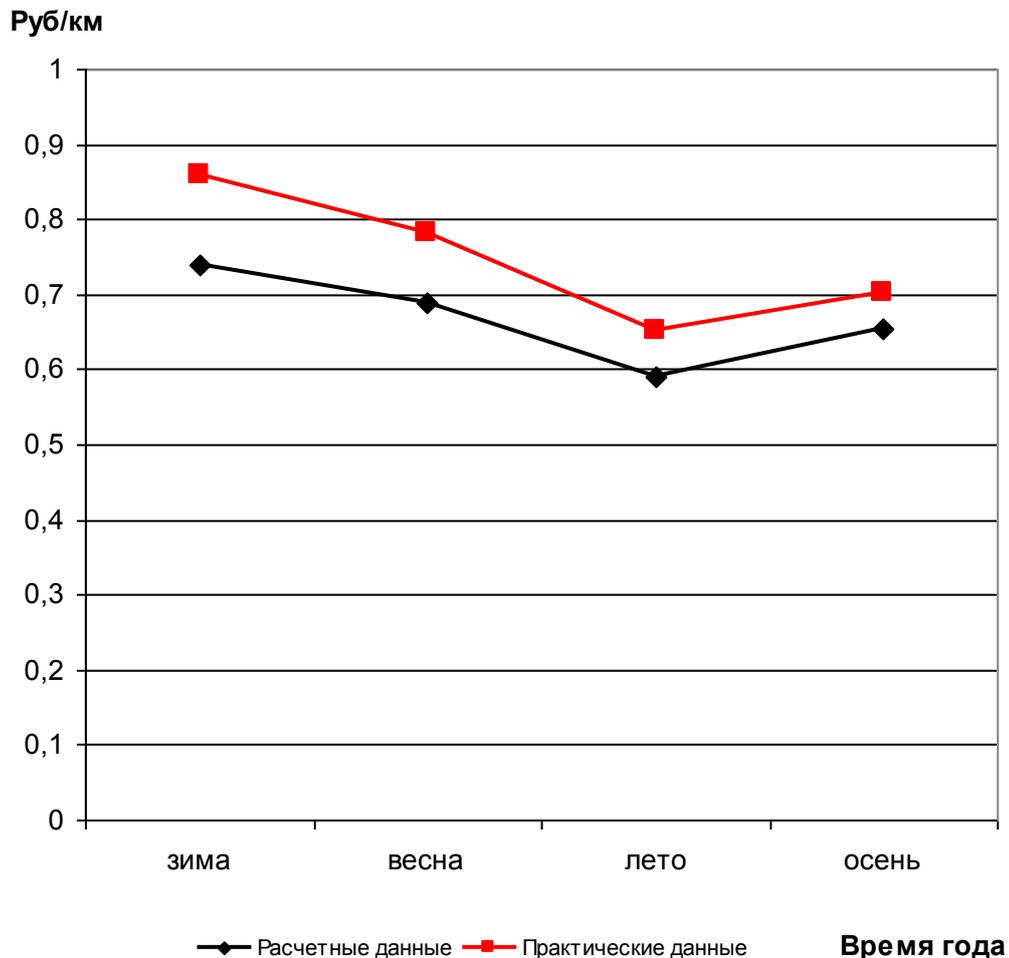


Рис.3.14. График расчетных и практических затрат на смазочные материалы

Имеющиеся практические данные для нашего предприятия не сходятся с расчетными данными. Для того, чтобы мы могли аналитически прогнозировать затраты и рассчитывать рентабельность (см. раздел экономика) предприятия формулу необходимо трансформировать, введя поправочные коэффициенты:

$$\text{Для зимы} - K_{\text{зим}} = \frac{S_{\text{Тзимтракт}}}{S_{\text{Тзимрасчет}}} = \frac{0,86}{0,74} = 1,16 ;$$

$$\text{Для весны} - K_{\text{весн}} = \frac{S_{\text{Твеснтракт}}}{S_{\text{Твеснрасчет}}} = \frac{0,78}{0,69} = 1,13 ;$$

$$\text{Для лета} - K_{\text{лето}} = \frac{S_{\text{Тлетопракт}}}{S_{\text{Тлеторасчет}}} = \frac{0,65}{0,59} = 1,10 ;$$

$$\text{Для осени} - K_{\text{осень}} = \frac{S_{\text{Тосеньпракт}}}{S_{\text{Тосеньрасчет}}} = \frac{0,80}{0,65} = 1,23 .$$

Зависимость для расчета затрат на автошины:

$$S_{\text{ш}} = \frac{1,02 \cdot C_{\text{ш}} \cdot n_{\text{ш}} \cdot K_{\text{сезонпробег}} \cdot u \cdot \theta_{\text{сезон}} \cdot v_{\text{T}}}{1000 \cdot (2 - \beta) \cdot (h - h_g) \cdot v_{\text{H}}} \quad (3.11)$$

где $C_{\text{ш}}$ — стоимость шины, руб; $n_{\text{ш}}$ — число шин; $K_{\text{год}}$ — годовой пробег; u — удельный износ шин, мм/1000 км; θ — коэффициент учета условий эксплуатации шины в зависимости от времени года, мм; v_{T} — средняя техническая скорость автомобиля; β — коэффициент учета выплат в социальные фонды; h — высота протектора новой шины, мм; h_g — минимально допустимая глубина протектора шина, мм; v_{H} — эксплуатационная скорость, км/ч [20].

На основании данной зависимости рассчитываются удельные затраты на каждый сезонный период.

Расчет удельных затрат зимнего периода 2016 года для КАМАЗ 6520:

$$S_{\text{ш}} = \frac{1,02 \cdot C_{\text{ш}} \cdot n_{\text{ш}} \cdot u \cdot \theta_{\text{зим}} \cdot v_{\text{Тзим}}}{1000 \cdot (2 - \beta_{\text{зим}}) \cdot (h - h_g) \cdot v_{\text{Hзим}}} \quad (3.12)$$

$$S_{\text{ш}} = \frac{1,02 \cdot 8000 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 1,15 \cdot 49,2}{1000 \cdot (2 - 0,5) \cdot (16 - 1) \cdot 30,5} = 0,81 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат весеннего периода 2016 года для КАМАЗ 6520:

$$S_{\text{ш}} = \frac{1,02 \cdot C_{\text{ш}} \cdot n_{\text{ш}} \cdot u \cdot \theta_{\text{весна}} \cdot v_{\text{Твесна}}}{1000 \cdot (2 - \beta_{\text{весна}}) \cdot (h - h_g) \cdot v_{\text{Hвесна}}} \quad (3.13)$$

$$S_{\text{ш}} = \frac{1,02 \cdot 8000 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 1,10 \cdot 50,1}{1000 \cdot (2 - 0,48) \cdot (16 - 1) \cdot 32,6} = 0,78 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат летнего периода 2016 года для КАМАЗ 6520:

$$S_{\text{ли}} = \frac{1,02 \cdot C_{\text{ли}} \cdot n_{\text{ли}} \cdot u \cdot \theta_{\text{лето}} \cdot v_{\text{Тлето}}}{1000 \cdot (2 - \beta_{\text{лето}}) \cdot (h - h_g) \cdot v_{\text{Нлето}}} \quad (3.14)$$

$$S_{\text{ли}} = \frac{1,02 \cdot 8000 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 54,3}{1000 \cdot (2 - 0,45) \cdot (16 - 1) \cdot 38,4} = 0,63 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат осеннего периода 2016 года для КАМАЗ 6520:

$$S_{\text{ли}} = \frac{1,02 \cdot C_{\text{ли}} \cdot n_{\text{ли}} \cdot u \cdot \theta_{\text{осень}} \cdot v_{\text{Тосень}}}{1000 \cdot (2 - \beta_{\text{осень}}) \cdot (h - h_g) \cdot v_{\text{Носень}}} \quad (3.15)$$

$$S_{\text{ли}} = \frac{1,02 \cdot 8000 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 1,08 \cdot 51,5}{1000 \cdot (2 - 0,49) \cdot (16 - 1) \cdot 33,2} = 0,70 \text{ руб/км}.$$

На основании расчетных данных строится график удельных затрат в зависимости от времени года и сравнивается с фактическими данными полученными на предприятии (рис. 3.15).

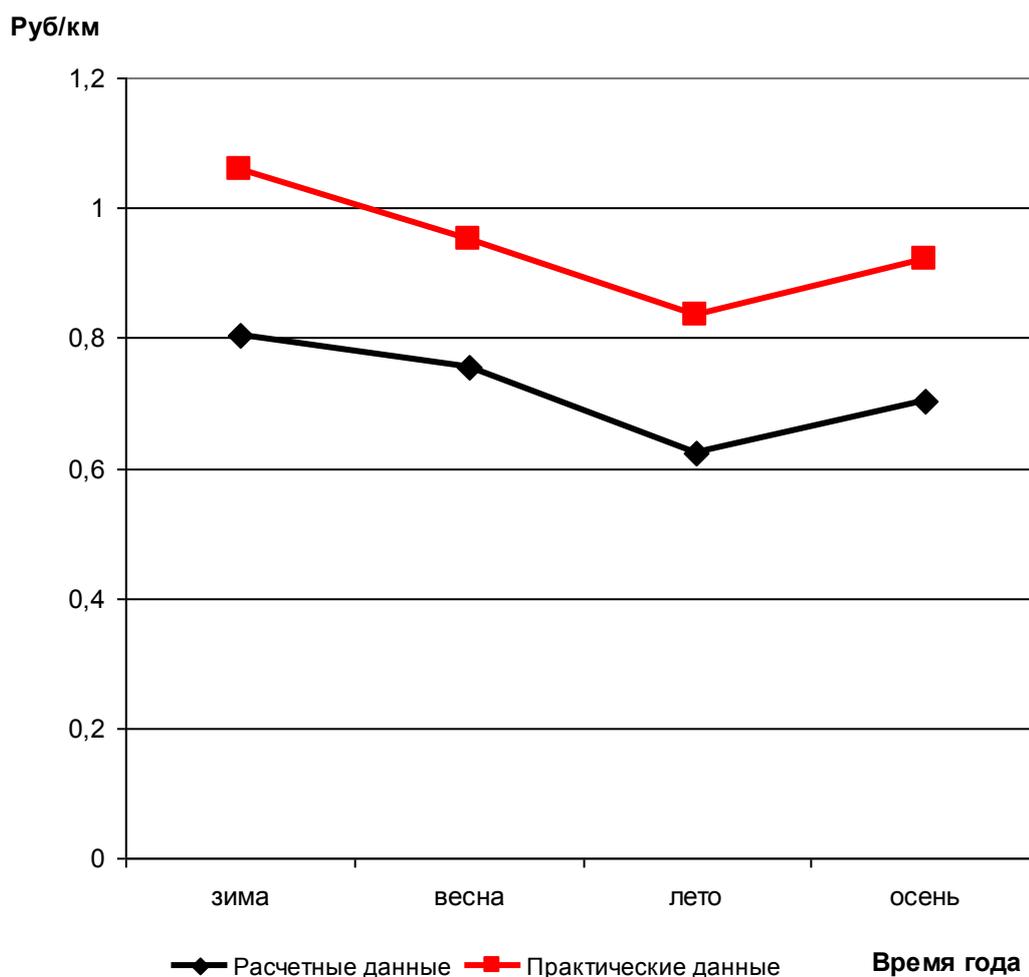


Рис.3.15. График расчетных и практических затрат на автошины

Имеющиеся практические данные для нашего предприятия не сходятся с расчетными данными. Для того, чтобы мы могли аналитически прогнозировать затраты и рассчитывать рентабельность (см. раздел экономика) предприятия формулу необходимо трансформировать, введя поправочные коэффициенты:

$$\text{Для зимы} - K_{\text{зим}} = \frac{S_{\text{Тзимтракт}}}{S_{\text{Тзимрасчет}}} = \frac{1,07}{0,81} = 1,32;$$

$$\text{Для весны} - K_{\text{весн}} = \frac{S_{\text{Твеснтракт}}}{S_{\text{Твеснрасчет}}} = \frac{0,95}{0,78} = 1,21;$$

$$\text{Для лета} - K_{\text{лето}} = \frac{S_{\text{Тлетопракт}}}{S_{\text{Тлеторасчет}}} = \frac{0,82}{0,63} = 1,3;$$

$$\text{Для осени} - K_{\text{осень}} = \frac{S_{\text{Тосеньпракт}}}{S_{\text{Тосеньрасчет}}} = \frac{0,92}{0,70} = 1,31.$$

Зависимость для расчета затрат на ТО и ремонт:

$$S_{\text{ТОР}} = \left[T_{\text{ТОР}} \cdot C_{\text{ТАР}} \cdot \left(1 + K_H \cdot K_{\text{зчсезон}} + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\alpha + \beta}{10000} \right) \cdot \frac{K_{\text{сезонпробег}}}{1000} \right] \quad (3.16)$$

где $T_{\text{ТОР}}$ – время, затраченное на ТО и ремонт; $C_{\text{ТАР}}$ – тариф ремонтных рабочих, руб/ч; K_H – коэффициент накладных затрат; $K_{\text{зчсезон}}$ – коэффициент учета запчастей на ремонт в зависимости от времени года; α – коэффициент дополнительной зарплаты, %; β – коэффициент учета выплат в социальные фонды; $K_{\text{сезонпробег}}$ – сезонный пробег [15].

На основании данной зависимости рассчитываются удельные затраты на каждый сезонный период.

Расчет удельных затрат на ТО и ремонт 2016 года зимнего периода для КамАЗ 6520:

$$S_{\text{ТОР}} = \left[T_{\text{ТОР}} \cdot C_{\text{ТАР}} \cdot \left(1 + K_H \cdot K_{\text{зчзим}} + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\alpha + \beta}{10000} \right) \cdot \frac{1}{1000} \right] \quad (3.17)$$

$$S_{\text{ТОР}} = \left[6 \cdot 50 \cdot \left(1 + 1,6 \cdot 2,0 + \frac{1,2}{100} + \frac{1,1}{100} + \frac{1,2 + 1,1}{10000} \right) \cdot \frac{1}{1000} \right] = 0,92 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат на техническое обслуживание и ремонт весеннего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_{\text{ТОР}} = \left[T_{\text{ТОР}} \cdot C_{\text{ТАР}} \cdot \left(1 + K_H \cdot K_{\text{зчвесна}} + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\alpha + \beta}{10000} \right) \cdot \frac{1}{1000} \right] \quad (3.18)$$

$$S_{\text{ТОР}} = \left[6 \cdot 50 \cdot \left(1 + 1,6 \cdot 1,9 + \frac{1,2}{100} + \frac{1,1}{100} + \frac{1,2 + 1,1}{10000} \right) \cdot \frac{1}{1000} \right] = 0,78 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат на техническое обслуживание и ремонт летнего периода 2016 года для КАМАЗ 6520:

$$S_{TOP} = \left[T_{TOP} \cdot C_{TAP} \cdot \left(1 + K_H \cdot K_{злето} + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\alpha + \beta}{10000} \right) \cdot \frac{1}{1000} \right] \quad (3.19)$$

$$S_{TOP} = \left[6 \cdot 50 \cdot \left(1 + 1,6 \cdot 1,7 + \frac{1,2}{100} + \frac{1,1}{100} + \frac{1,2 + 1,1}{10000} \right) \cdot \frac{1}{1000} \right] = 0,68 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат на техническое обслуживание и ремонт летнего периода 2016 года для КАМАЗ 6520:

$$S_{TOP} = \left[T_{TOP} \cdot C_{TAP} \cdot \left(1 + K_H \cdot K_{зочень} + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\alpha + \beta}{10000} \right) \cdot \frac{1}{1000} \right] \quad (3.20)$$

$$S_{TOP} = \left[6 \cdot 50 \cdot \left(1 + 1,6 \cdot 1,8 + \frac{1,2}{100} + \frac{1,1}{100} + \frac{1,2 + 1,1}{10000} \right) \cdot \frac{1}{1000} \right] = 0,74 \text{ руб/км}.$$

На основании расчетных данных строится график удельных затрат в зависимости от времени года и сравнивается с фактическими данными полученными на предприятии (рис. 3.16).

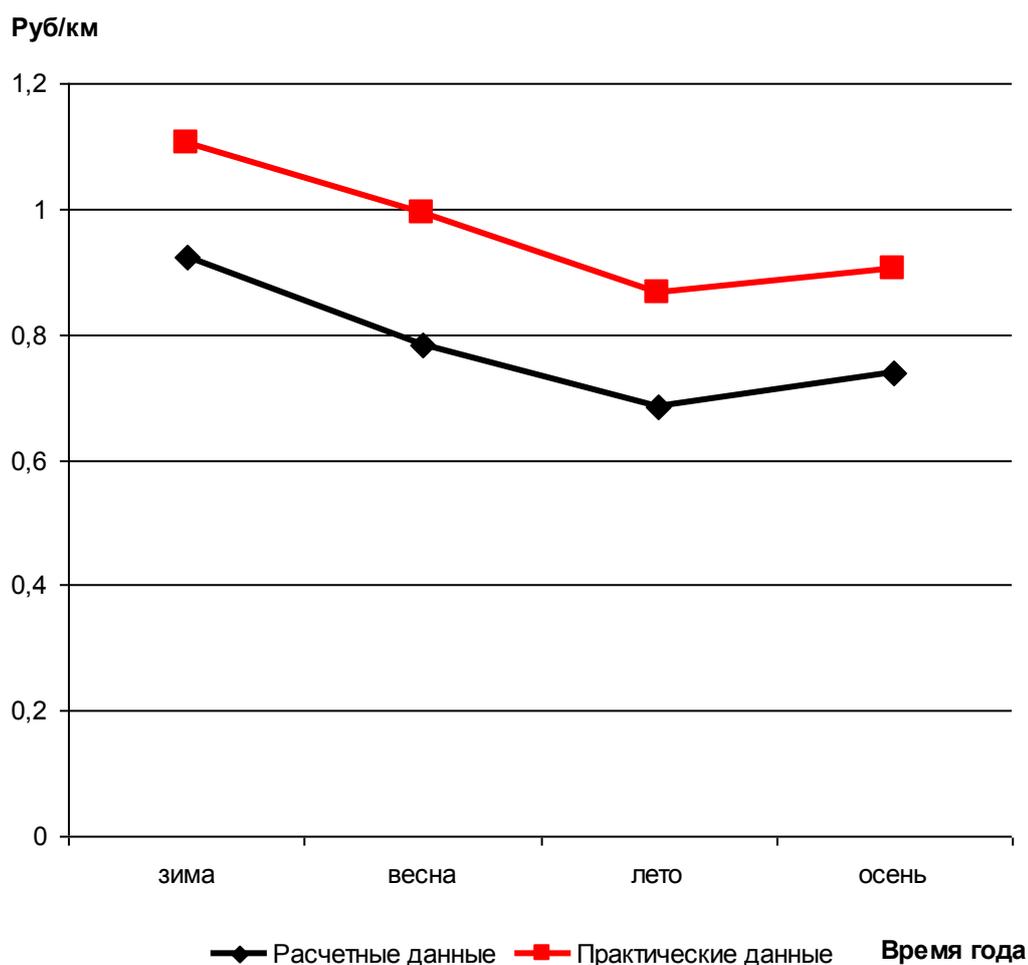


Рис.3.16. График расчетных и практических затрат на ТО и ремонт

Имеющиеся практические данные для нашего предприятия не сходятся с расчетными данными. Для того, чтобы мы могли аналитически прогнозировать затраты и рассчитывать рентабельность предприятия формулу необходимо трансформировать, введя поправочные коэффициенты:

$$\text{Для зимы} - K_{\text{зим}} = \frac{S_{\text{Зимтракт}}}{S_{\text{Зимрасчет}}} = \frac{1,13}{0,92} = 1,22 ;$$

$$\text{Для весны} - K_{\text{весн}} = \frac{S_{\text{Веснтракт}}}{S_{\text{Веснрасчет}}} = \frac{1,01}{0,78} = 1,29 ;$$

$$\text{Для лета} - K_{\text{лето}} = \frac{S_{\text{Летопракт}}}{S_{\text{Леторасчет}}} = \frac{0,87}{0,68} = 1,27 ;$$

$$\text{Для осени} - K_{\text{осень}} = \frac{S_{\text{Осеньпракт}}}{S_{\text{Осеньрасчет}}} = \frac{1,47}{0,74} = 1,23 .$$

Зависимость для расчета затрат на амортизацию:

$$S_{\text{AM}} = \frac{m_{\text{AM}} \cdot Ц \cdot K_{\text{сезонпробе}} \cdot K_{\text{AM}}}{100000} \quad (3.21)$$

где m_{AM} — норма амортизации в % на 1000 км для автомобиля; $Ц$ — цена автомобиля; $K_{\text{год}}$ — сезонный пробег; K_{AM} — коэффициент повышения нормы амортизации [10,15].

На основании данной зависимости рассчитываются удельные затраты на каждый сезонный период.

Расчет удельных затрат на амортизацию всех сезонов для КамАЗ 6520:

$$S_{\text{AM}} = \frac{0,37 \cdot 2100000 \cdot 1}{100000} = 0,78 \text{ руб/км.}$$

Зависимость для расчета затрат на зарплату водителей и механиков:

$$S_{\text{B}} = K_{\text{доп}} \cdot C_{\text{ТАР}} \cdot \left[\frac{W_{\text{сезон}}}{q} \left(\frac{t_{\text{пр}}}{K_{\text{гр}}} + \frac{1}{v_{\text{Нсезон}} \cdot \gamma_{\text{сезон}} \cdot \beta_{\text{сезон}}} \right) + K_{\text{сезон}} \cdot \left(\frac{T_{\text{ТОР}}}{n \cdot t_{\text{СМ}}} + \frac{d_{\text{кр}}}{K_{\text{кр}}} \right) \cdot \frac{40}{n_p} \right] \quad (3.22)$$

где $K_{\text{доп}}$ — коэффициент учета дополнительной зарплаты; $C_{\text{тар}}$ — тариф ремонтных рабочих, руб/ч; $W_{\text{сезон}}$ — сезонная производительность автомобиля, т·км; q — грузоподъемность, т; $t_{\text{пр}}$ — время на погрузку-разгрузку; $K_{\text{грсезон}}$ — длина поездки с грузом в зависимости от времени года; $v_{\text{Нсезон}}$ — средняя эксплуатационная скорость в зависимости от времени года, км/ч; $\gamma_{\text{сезон}}$ — коэффициент класса груза в зависимости от времени года; $\beta_{\text{сезон}}$ — коэффициент использования пробега в зависимости от времени года; $K_{\text{орг}}$ — коэффициент простоя по организационным причинам; $K_{\text{сезонпробег}}$ — сезонный пробег; $T_{\text{тор}}$ — время, затраченное на ТО

и ремонт; n – число ремонтных рабочих; $t_{см}$ – продолжительность смены; $d_{кр}$ – дни простоя в капитальном ремонте; $K_{кр}$ – пробег до капитального ремонта, км; n_p – число рабочих дней в неделю [17].

На основании данной зависимости рассчитываются удельные затраты на каждый сезонный период.

Расчет удельных затрат зимнего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_B = K_{дон} \cdot C_{ТАР} \cdot \left[\frac{W_{зим} \left(\frac{t_{нр}}{K_{грзим}} + \frac{1}{v_{Нзим} \cdot \gamma_{зим} \cdot \beta_{зим}} \right)}{q \cdot K_{зимпробег}} + \left(\frac{T_{ТОР}}{n \cdot t_{см}} + \frac{d_{кр}}{K_{кр}} \right) \cdot \frac{40}{n_p} \right] \quad (3.23)$$

$$S_B = 1,2 \cdot 50 \cdot \left[\frac{29950 \left(\frac{190}{2154} + \frac{1}{30,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5} \right)}{4310} + \left(\frac{6}{2 \cdot 8} + \frac{12}{500000} \right) \cdot \frac{40}{5} \right] = 25,71$$

руб/км;

Расчет удельных затрат весеннего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_B = K_{дон} \cdot C_{ТАР} \cdot \left[\frac{W_{весна} \left(\frac{t_{нр}}{K_{грвесна}} + \frac{1}{v_{Нвесна} \cdot \gamma_{весна} \cdot \beta_{весна}} \right)}{q \cdot K_{веснапробег}} + \left(\frac{T_{ТОР}}{n \cdot t_{см}} + \frac{d_{кр}}{K_{кр}} \right) \cdot \frac{40}{n_p} \right] \quad (3.24)$$

$$S_B = 1,2 \cdot 50 \cdot \left[\frac{49916 \left(\frac{190}{3447} + \frac{1}{32,6 \cdot 0,6 \cdot 0,48} \right)}{7182} + \left(\frac{6}{2 \cdot 8} + \frac{12}{500000} \right) \cdot \frac{40}{5} \right] = 24,52$$

руб/км;

Расчет удельных затрат летнего периода 2016 года для КамАЗ 6520:

$$S_B = K_{дон} \cdot C_{ТАР} \cdot \left[\frac{W_{лето} \left(\frac{t_{нр}}{K_{грлето}} + \frac{1}{v_{Нлето} \cdot \gamma_{лето} \cdot \beta_{лето}} \right)}{q \cdot K_{летопробег}} + \left(\frac{T_{ТОР}}{n \cdot t_{см}} + \frac{d_{кр}}{K_{кр}} \right) \cdot \frac{40}{n_p} \right] \quad (3.25)$$

$$S_B = 1,2 \cdot 50 \cdot \left[\frac{94841 \left(\frac{190}{6141} + \frac{1}{38,4 \cdot 0,8 \cdot 0,45} \right)}{13647} + \left(\frac{6}{2 \cdot 8} + \frac{12}{500000} \right) \cdot \frac{40}{5} \right] = 20,45 \text{ руб/км};$$

Расчет удельных затрат осеннего периода 2016 года для КАМАЗ 6520:

$$S_B = K_{дон} \cdot C_{ТАР} \cdot \left[\frac{W_{осень} \left(\frac{t_{нр}}{K_{гросень}} + \frac{1}{v_{Носень} \cdot \gamma_{осень} \cdot \beta_{осень}} \right)}{K_{осеньпробѳ}} + \left(\frac{T_{ТОР}}{n \cdot t_{СМ}} + \frac{d_{кр}}{K_{кр}} \right) \cdot \frac{40}{n_p} \right] \quad (3.26)$$

$$S_B = 1,2 \cdot 50 \cdot \left[\frac{74875 \left(\frac{190}{5279} + \frac{1}{33,2 \cdot 0,7 \cdot 0,49} \right)}{10774} + \left(\frac{6}{2 \cdot 8} + \frac{12}{500000} \right) \cdot \frac{40}{5} \right] = 23,64$$

руб/км;

На основании расчетных данных строится график удельных затрат в зависимости от времени года и сравнивается с фактическими данными полученными на предприятии (рис. 3.17).

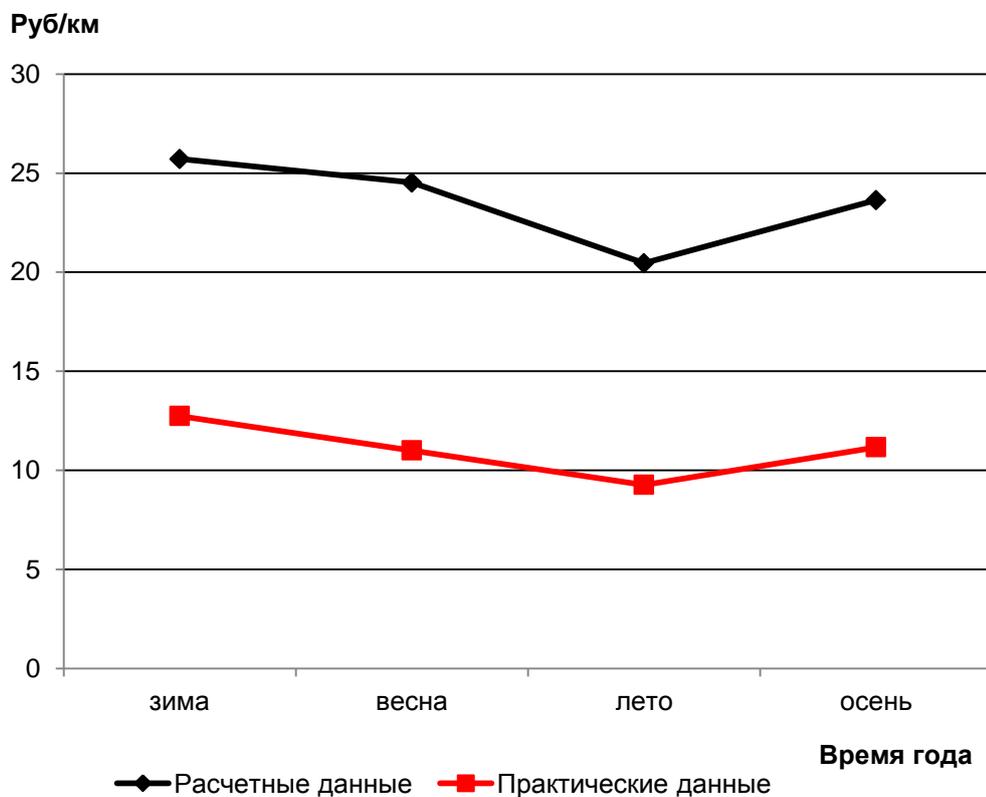


Рис.3.17. График расчетных и практических затрат на зарплату водителей и механиков

Имеющиеся практические данные для нашего предприятия не сходятся с расчетными данными. Для того, чтобы мы могли аналитически прогнозировать затраты и рассчитывать рентабельность (см. раздел экономика) предприятия формулу необходимо трансформировать, введя поправочные коэффициенты:

$$\text{Для зимы} - K_{\text{зим}} = \frac{S_{\text{Зимтракт}}}{S_{\text{Зимрасчет}}} = \frac{12,74}{25,71} = 0,49;$$

$$\text{Для весны} - K_{\text{весн}} = \frac{S_{\text{Веснтракт}}}{S_{\text{Веснрасчет}}} = \frac{11,01}{24,52} = 0,45;$$

$$\text{Для лета} - K_{\text{лето}} = \frac{S_{\text{Летопракт}}}{S_{\text{Леторасчет}}} = \frac{9,27}{20,54} = 0,46;$$

$$\text{Для осени} - K_{\text{осень}} = \frac{S_{\text{Осеньпракт}}}{S_{\text{Осеньрасчет}}} = \frac{11,17}{23,64} = 0,47.$$

Зависимость для расчета затрат на накладные расходы:

$$S_H = \frac{\phi_2 \cdot n_{\text{МЕХ}} \cdot C_{\text{ТАР}}}{K_{\text{АВТ}}} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\alpha + \beta}{10000} \right) \cdot \frac{\phi}{100}. \quad (3.27)$$

где ϕ_2 — годовой фонд рабочего времени; $n_{\text{МЕХ}}$ — число механиков в гараже; $C_{\text{ТАР}}$ — тариф ремонтных рабочих, руб/ч; $K_{\text{авт}}$ — число автомобилей в гараже; α — коэффициент дополнительной зарплаты, %; β — коэффициент учета выплат в социальные фонды; ϕ — коэффициент выпуска [12].

На основании данной зависимости рассчитываются удельные затраты.

Расчет удельных затрат 2016 года для КамАЗ 6520, КамАЗ 5511 и КамАЗ 5320:

$$S_H = \frac{492 \cdot 2 \cdot 50}{8} \cdot \left(1 + \frac{1,2}{100} + \frac{1,1}{100} + \frac{1,2 + 1,1}{10000} \right) \cdot \frac{26,7}{100} = 0,75 \text{ руб/км.}$$

Зависимость для расчета затрат на налоги:

$$S_D = N_e \cdot C_H + C_D \cdot \frac{W}{L} \cdot T_{\text{ТАР}} + C_{\text{СТР}}. \quad (3.28)$$

где N_e — мощность двигателя; C_H — ставка налога с владельцев транспортных средств, руб/л.с.; C_D — ставка налога с пользователей автомобильных дорог; W — годовая производительность автомобиля, т·км; L — длина пробега с грузом, км; $C_{\text{ТАР}}$ — тариф ремонтных рабочих, руб/ч; $C_{\text{СТР}}$ — страховой тариф [21].

На основании данной зависимости рассчитываются удельные затраты.

Расчет удельных затрат на налоги:

$$S_{\text{Д}} = \frac{220 \cdot 55 + 0,2 \cdot \frac{249584}{17523} \cdot 120 + 3060}{35914} = 0,43 \text{ руб/км.}$$

Расчет общих эксплуатационных затрат:

$$S_{\text{эко}} = S_{\text{T}} + S_{\text{СМ}} + S_{\text{ТОР}} + S_{\text{Ш}} + S_{\text{В}} + S_{\text{АМ}} + S_{\text{Н}} + S_{\text{Д}} \quad (3.29)$$

Суммарные расчетные удельные затраты на каждый период рассчитываются следующим образом:

$$S_{\text{эко}}^{\text{зим}} = S_{\text{T}}^{\text{зим}} + S_{\text{СМ}}^{\text{зим}} + S_{\text{ТОР}}^{\text{зим}} + S_{\text{Ш}}^{\text{зим}} + S_{\text{В}}^{\text{зим}} + S_{\text{АМ}}^{\text{зим}} + S_{\text{Н}}^{\text{зим}} + S_{\text{Д}}^{\text{зим}}; \quad (3.30)$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{зим}} = 6,12 + 0,74 + 0,92 + 0,81 + 25,71 + 0,78 + 0,75 + 0,43 = 36,26 \text{ руб/км.}$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{весна}} = S_{\text{T}}^{\text{весна}} + S_{\text{СМ}}^{\text{весна}} + S_{\text{ТОР}}^{\text{весна}} + S_{\text{Ш}}^{\text{весна}} + S_{\text{В}}^{\text{весна}} + S_{\text{АМ}}^{\text{весна}} + S_{\text{Н}}^{\text{весна}} + S_{\text{Д}}^{\text{весна}}; \quad (3.31)$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{весна}} = 5,62 + 0,69 + 0,78 + 0,78 + 24,52 + 0,78 + 0,75 + 0,43 = 34,35 \text{ руб/км.}$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{лето}} = S_{\text{T}}^{\text{лето}} + S_{\text{СМ}}^{\text{лето}} + S_{\text{ТОР}}^{\text{лето}} + S_{\text{Ш}}^{\text{лето}} + S_{\text{В}}^{\text{лето}} + S_{\text{АМ}}^{\text{лето}} + S_{\text{Н}}^{\text{лето}} + S_{\text{Д}}^{\text{лето}}; \quad (3.32)$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{лето}} = 5,02 + 0,59 + 0,68 + 0,63 + 20,45 + 0,78 + 0,75 + 0,43 = 29,33 \text{ руб/км.}$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{осень}} = S_{\text{T}}^{\text{осень}} + S_{\text{СМ}}^{\text{осень}} + S_{\text{ТОР}}^{\text{осень}} + S_{\text{Ш}}^{\text{осень}} + S_{\text{В}}^{\text{осень}} + S_{\text{АМ}}^{\text{осень}} + S_{\text{Н}}^{\text{осень}} + S_{\text{Д}}^{\text{осень}}; \quad (3.33)$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{осень}} = 5,57 + 0,65 + 0,74 + 0,70 + 23,64 + 0,78 + 0,75 + 0,43 = 33,26 \text{ руб/км.}$$

Суммарные практические удельные затраты на каждый период рассчитываются следующим образом:

$$S_{\text{эко}}^{\text{зим}} = S_{\text{T}}^{\text{зим}} + S_{\text{СМ}}^{\text{зим}} + S_{\text{ТОР}}^{\text{зим}} + S_{\text{Ш}}^{\text{зим}} + S_{\text{В}}^{\text{зим}} + S_{\text{АМ}}^{\text{зим}} + S_{\text{Н}}^{\text{зим}} + S_{\text{Д}}^{\text{зим}}; \quad (3.34)$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{зим}} = 7,49 + 0,86 + 1,13 + 1,07 + 12,74 + 0,78 + 0,75 + 0,43 = 25,25 \text{ руб/км.}$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{весна}} = S_{\text{T}}^{\text{весна}} + S_{\text{СМ}}^{\text{весна}} + S_{\text{ТОР}}^{\text{весна}} + S_{\text{Ш}}^{\text{весна}} + S_{\text{В}}^{\text{весна}} + S_{\text{АМ}}^{\text{весна}} + S_{\text{Н}}^{\text{весна}} + S_{\text{Д}}^{\text{весна}}; \quad (3.35)$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{весна}} = 7,25 + 0,78 + 1,01 + 0,95 + 11,00 + 0,78 + 0,75 + 0,43 = 22,95 \text{ руб/км.}$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{лето}} = S_{\text{T}}^{\text{лето}} + S_{\text{СМ}}^{\text{лето}} + S_{\text{ТОР}}^{\text{лето}} + S_{\text{Ш}}^{\text{лето}} + S_{\text{В}}^{\text{лето}} + S_{\text{АМ}}^{\text{лето}} + S_{\text{Н}}^{\text{лето}} + S_{\text{Д}}^{\text{лето}}; \quad (3.36)$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{лето}} = 6,91 + 0,65 + 0,87 + 0,82 + 9,27 + 0,78 + 0,75 + 0,43 = 20,48 \text{ руб/км.}$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{осень}} = S_{\text{T}}^{\text{осень}} + S_{\text{СМ}}^{\text{осень}} + S_{\text{ТОР}}^{\text{осень}} + S_{\text{Ш}}^{\text{осень}} + S_{\text{В}}^{\text{осень}} + S_{\text{АМ}}^{\text{осень}} + S_{\text{Н}}^{\text{осень}} + S_{\text{Д}}^{\text{осень}}; \quad (3.37)$$

$$S_{\text{эко}}^{\text{осень}} = 7,19 + 0,80 + 1,47 + 0,92 + 11,25 + 0,78 + 0,75 + 0,43 = 23,59 \text{ руб/км.}$$

Строится график суммарных удельных затрат в зависимости от времени года на основании расчетных и практических данных (рис. 3.18).

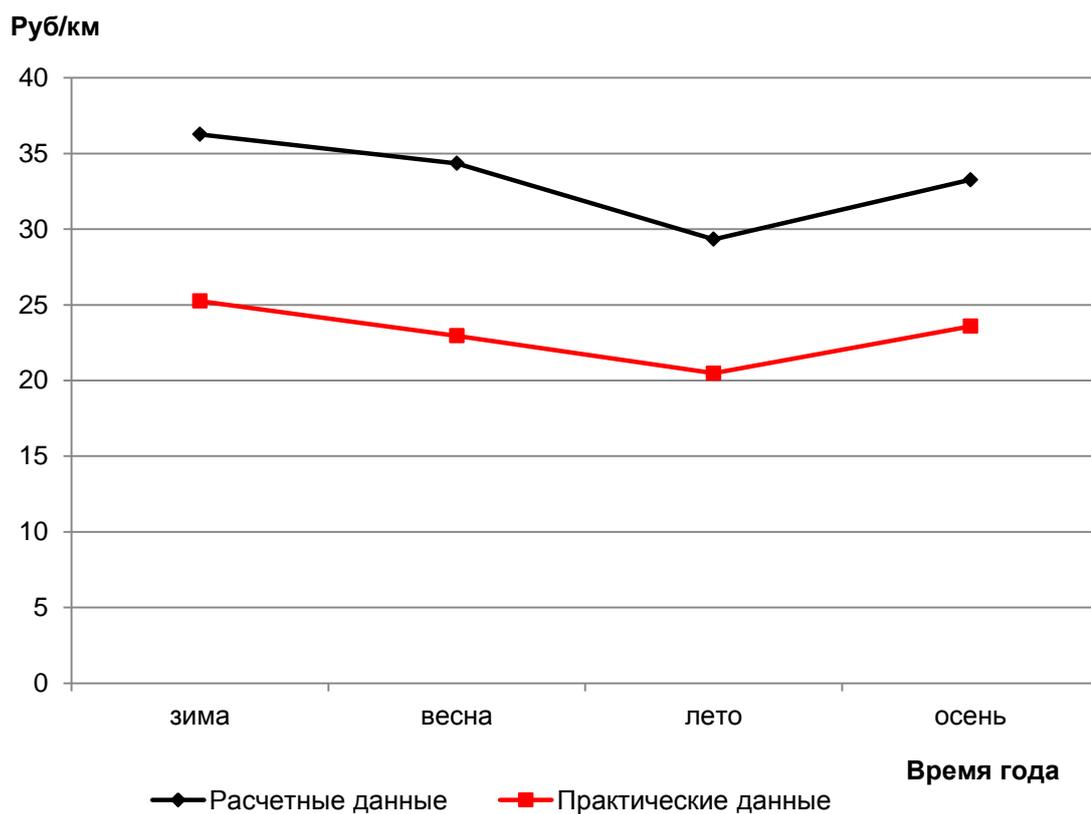


Рис. 3.18. Суммарный график расчетных и практических затрат

Как видно из графика расчетные результаты очень отличаются от практических результатов. Для этого вводится поправочный коэффициент:

$$\text{Для зимы} - K_{зим}^n = \frac{S_{экорасчет}^{зим}}{S_{экопракт}^{зим}} = \frac{47,07}{25,08} = 1,88 ;$$

$$\text{Для весны} - K_{весна}^n = \frac{S_{экорасчет}^{весна}}{S_{экопракт}^{весна}} = \frac{43,71}{22,08} = 1,98 ;$$

$$\text{Для лето} - K_{лето}^n = \frac{S_{экорасчет}^{лето}}{S_{экопракт}^{лето}} = \frac{37,70}{19,97} = 1,89 ;$$

$$\text{Для осень} - K_{осень}^n = \frac{S_{экорасчет}^{осень}}{S_{экопракт}^{осень}} = \frac{41,80}{21,95} = 1,90 .$$

Полученные поправочные коэффициенты для расчета удельных затрат на эксплуатацию подвижного состава с учетом времени года сводятся в таблицу 3.5.

Значения поправочных коэффициентов для статей себестоимости

Таблица 3.5

Статьи расходов	Поправочные коэффициенты			
	зима	весна	лето	осень
Топливо	1,22	1,29	1,37	1,29
СМ	1,16	1,13	1,10	1,23
Автомобили	1,32	1,21	1,30	1,31
ТО и Р	1,22	1,29	1,27	1,23
ЗП вод. и мех.	0,49	0,45	0,46	0,47

Окончательно зависимости с поправочными коэффициентами для каждого времени года будут выглядеть следующим образом:

Зависимости для расчета затрат на топливо

Для зимы:

$$S_T = \frac{1,01 \cdot K_{зим} \cdot f_{зим} \cdot K_{зимпробег} \cdot [\beta_{зим} \cdot (G_0 + \gamma_{зим} \cdot q) + (1 - \beta_{зим}) \cdot G_0] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot v_{Тзим} - 0,05}{v_{Н зим}} \right) \cdot 10^4 \cdot C_{Тзим}}{\rho \cdot H \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{ав}} \cdot 1,22;$$

Для весны:

$$S_T = \frac{1,01 \cdot K_{весна} \cdot f_{весна} \cdot K_{веснапробег} \cdot [\beta_{весна} \cdot (G_0 + \gamma_{весна} \cdot q) + (1 - \beta_{весна}) \cdot G_0] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot v_{Твесна} - 0,05}{v_{Н весна}} \right) \cdot 10^4 \cdot C_{Твесна}}{\rho \cdot H \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{ав}} \cdot 1,29;$$

Для лета:

$$S_T = \frac{1,01 \cdot K_{лето} \cdot f_{лето} \cdot K_{летопробег} \cdot [\beta_{лето} \cdot (G_0 + \gamma_{лето} \cdot q) + (1 - \beta_{лето}) \cdot G_0] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot v_{Тлето} - 0,05}{v_{Н лето}} \right) \cdot 10^4 \cdot C_{Тлето}}{\rho \cdot H \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{ав}} \cdot 1,37;$$

Для осени:

$$S_T = \frac{1,01 \cdot K_{осень} \cdot f_{осень} \cdot K_{осеньпробег} \cdot [\beta_{осень} \cdot (G_0 + \gamma_{осень} \cdot q) + (1 - \beta_{осень}) \cdot G_0] \cdot \left(\frac{1,05 \cdot v_{Тосень} - 0,05}{v_{Н осень}} \right) \cdot 10^4 \cdot C_{Тосень}}{\rho \cdot H \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{ав}} \cdot 1,29.$$

Зависимости для расчета затрат на смазочные материалы

Для зимы:

$$S_{см} = K_{зимпробег} \cdot \left(\frac{\sum V_{1i} \cdot c_i}{П_{ТО-1}} + \frac{\sum V_{2i} \cdot c_i}{П_{ТО-2}} \right) + 2 \cdot \sum V_{ci} \cdot c_i + \frac{V_m \cdot \alpha_M \cdot c_M}{100} \cdot 1,16;$$

Для весны:

$$S_{см} = K_{\text{веснапробег}} \cdot \left(\frac{\sum V_{1i} \cdot c_i}{\Pi_{ТО-1}} + \frac{\sum V_{2i} \cdot C_i}{\Pi_{ТО-2}} \right) + 2 \cdot \sum V_{ci} \cdot c_i + \frac{V_m \cdot \alpha_M \cdot c_M}{100} \cdot 1,13;$$

Для лета:

$$S_{см} = K_{\text{летопробег}} \cdot \left(\frac{\sum V_{1i} \cdot c_i}{\Pi_{ТО-1}} + \frac{\sum V_{2i} \cdot C_i}{\Pi_{ТО-2}} \right) + 2 \cdot \sum V_{ci} \cdot c_i + \frac{V_m \cdot \alpha_M \cdot c_M}{100} \cdot 1,10;$$

Для осени:

$$S_{см} = K_{\text{осеньпробег}} \cdot \left(\frac{\sum V_{1i} \cdot c_i}{\Pi_{ТО-1}} + \frac{\sum V_{2i} \cdot C_i}{\Pi_{ТО-2}} \right) + 2 \cdot \sum V_{ci} \cdot c_i + \frac{V_m \cdot \alpha_M \cdot c_M}{100} \cdot 1,23.$$

Зависимости для расчета затрат на автомобильные шины

Для зимы:

$$S_{ш} = \frac{1,02 \cdot C_{ш} \cdot n_{ш} \cdot u \cdot K_{\text{зимпробег}} \cdot \theta_{\text{зим}} \cdot v_{\text{Тзим}}}{1000 \cdot (2 - \beta_{\text{зим}}) \cdot (h - h_g) \cdot v_{\text{Нзим}}} \cdot 1,32;$$

Для весны:

$$S_{ш} = \frac{1,02 \cdot C_{ш} \cdot n_{ш} \cdot u \cdot K_{\text{веснапробег}} \cdot \theta_{\text{весна}} \cdot v_{\text{Твесна}}}{1000 \cdot (2 - \beta_{\text{весна}}) \cdot (h - h_g) \cdot v_{\text{Нвесна}}} \cdot 1,21;$$

Для лета:

$$S_{ш} = \frac{1,02 \cdot C_{ш} \cdot n_{ш} \cdot u \cdot K_{\text{летопробег}} \cdot \theta_{\text{лето}} \cdot v_{\text{Тлето}}}{1000 \cdot (2 - \beta_{\text{лето}}) \cdot (h - h_g) \cdot v_{\text{Нлето}}} \cdot 1,30;$$

Для осени:

$$S_{ш} = \frac{1,02 \cdot C_{ш} \cdot n_{ш} \cdot u \cdot K_{\text{осеньпробег}} \cdot \theta_{\text{осень}} \cdot v_{\text{Тоень}}}{1000 \cdot (2 - \beta_{\text{осень}}) \cdot (h - h_g) \cdot v_{\text{Носень}}} \cdot 1,31.$$

Зависимости для расчета затрат на ТО и ремонт

Для зимы:

$$S_{ТОР} = \left[T_{ТОР} \cdot C_{ТАР} \cdot \left(1 + K_H \cdot K_{\text{ззим}} + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\alpha + \beta}{10000} \right) \cdot \frac{K_{\text{зимпробег}}}{1000} \right] \cdot 1,22;$$

Для весны:

$$S_{ТОР} = \left[T_{ТОР} \cdot C_{ТАР} \cdot \left(1 + K_H \cdot K_{\text{звесна}} + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\alpha + \beta}{10000} \right) \cdot \frac{K_{\text{веснапробег}}}{1000} \right] \cdot 1,29;$$

Для лета:

$$S_{TOP} = \left[T_{TOP} \cdot C_{TAP} \cdot \left(1 + K_H \cdot K_{зчлето} + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\alpha + \beta}{10000} \right) \cdot \frac{K_{летопробег}}{1000} \right] \cdot 1,27 ;$$

Для осени:

$$S_{TOP} = \left[T_{TOP} \cdot C_{TAP} \cdot \left(1 + K_H \cdot K_{зчосень} + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\alpha + \beta}{10000} \right) \cdot \frac{K_{осеньпробег}}{1000} \right] \cdot 1,23 .$$

Зависимости для расчета затрат на зарплату водителей и механиков

Для зимы:

$$S_B = K_{доп} \cdot C_{TAP} \cdot \left[\frac{W_{зим}}{q} \left(\frac{t_{нр}}{K_{грзим}} + \frac{1}{v_{Нзим} \cdot \gamma_{зим} \cdot \beta_{зим}} \right) + K_{зимпробег} \left(\frac{T_{TOP}}{n \cdot t_{CM}} + \frac{d_{кр}}{K_{кр}} \right) \cdot \frac{40}{n_p} \right] \cdot 0,49 ;$$

Для весны:

$$S_B = K_{доп} \cdot C_{TAP} \cdot \left[\frac{W_{весна}}{q} \left(\frac{t_{нр}}{K_{грвесна}} + \frac{1}{v_{Нвесна} \cdot \gamma_{весна} \cdot \beta_{весна}} \right) + K_{веснапробег} \cdot \left(\frac{T_{TOP}}{n \cdot t_{CM}} + \frac{d_{кр}}{K_{кр}} \right) \cdot \frac{40}{n_p} \right] \cdot 0,45 ;$$

Для лета:

$$S_B = K_{доп} \cdot C_{TAP} \cdot \left[\frac{W_{лето}}{q} \left(\frac{t_{нр}}{K_{грлето}} + \frac{1}{v_{Нлето} \cdot \gamma_{лето} \cdot \beta_{лето}} \right) + K_{летопробег} \cdot \left(\frac{T_{TOP}}{n \cdot t_{CM}} + \frac{d_{кр}}{K_{кр}} \right) \cdot \frac{40}{n_p} \right] \cdot 0,46 ;$$

Для осени:

$$S_B = K_{доп} \cdot C_{TAP} \cdot \left[\frac{W_{осень}}{q} \left(\frac{t_{нр}}{K_{гросень}} + \frac{1}{v_{Носень} \cdot \gamma_{осень} \cdot \beta_{осень}} \right) + K_{осеньпробег} \cdot \left(\frac{T_{TOP}}{n \cdot t_{CM}} + \frac{d_{кр}}{K_{кр}} \right) \cdot \frac{40}{n_p} \right] \cdot 0,47 .$$

Аналогичные образом произведены расчеты по автомобилям КамАЗ 5320 и КамАЗ 5511 в программе расчета Excel.

Расчет затрат на эксплуатацию автомобилей с учетом сезонных условий показал, что имеются значительные расхождения между расчетными и практическими данными с предприятия. Это обуславливается тем, что расчетные данные носят обобщенный характер, не учитывают большое количество факторов, влияющих на конечный результат, и являются усредненными. В результате чего получаются значения удельных затрат далекие от реальных условий и не способные в полной мере охарактеризовать влияние сезонных условий эксплуатации на эффективность работы парка автомобилей. Для этого при сравнении расчетных и практических данных были определены поправочные коэффициенты для каждого времени года, с учетом которых можно получить достоверную информацию об удельных затратах на эксплуатацию подвижного состава в соответствии с сезонным периодом для реального автотранспортного предприятия.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЧЕТА СЕЗОННЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ ПАРКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Любое автотранспортное предприятие предполагает в качестве основной цели извлечение прибыли от осуществления автомобильных перевозок. Необходимый уровень прибыли позволяет решать целый комплекс задач, которые обуславливают как стабильность и эффективность деятельности предприятия, так и создание материальной основы для реализации экономических функций государства (путем отчисления налогов). Соотнося прибыль и затраченные на ее получение ресурсы, можно судить об эффективности деятельности предприятия в целом [21,22].

Экономическая эффективность представляет собой результат, который можно получить, соизмерив показатели доходности деятельности предприятия к общим затратам и использованным ресурсам. Если показатели доходности предприятия превышают затраты, то достигается положительный эффект (критерием оценки здесь служит прибыль); в противном случае – отрицательный эффект (например, убытки).

К одним из немногих мероприятий по повышению экономической эффективности деятельности АТП можно отнести [1]:

- 1. Пересмотр норм расхода горюче-смазочных материалов;*
- 2. Установление систем контроля за маршрутом следования транспортного средства;*
- 3. Разделение технической и эксплуатационной службы;*
- 4. Разработка системы KPI (ключевые показатели эффективности) наиболее точно характеризующих деятельности предприятия.*

Приведенные инструменты повышения эффективности АТП не единственные. Можно также обратить внимание на исследование спроса в области перевозок, что поможет понизить долю разовых заказов, приобрести постоянных клиентов с большими объемами.

Для повышения экономической эффективности деятельности АТП в диссертации предложена методика рационального прогнозирования удельных затрат на эксплуатационные материалы и основные агрегаты автомобилей за счет учета сезонных условий [10,22].

Для оценки разработанной методики необходимо произвести расчет экономической эффективности от ее использования на АТП путем сравнения расчетных и практических данных относительно каждого эксплуатационного периода (зимний, весенний, летний и осенний).

Расчет осуществляется на основе абсолютных значений, определенных на основании рассчитанных удельных затрат (табл. 4.1– 4.4), и практических данных, полученных с предприятия (табл. 4.5 – 4.8, прил. 1,2).

Основные расходы на эксплуатацию ПС в зимний период

Таблица 4.1

Статьи расходов	Расходы в руб. на объем перевозок
1. Заработная плата	1 550 094
2. Автомобильное топливо	1 004 421
3. Смазочные материалы	26 559
4. Автошины	39 903
5. Техническое обслуживание и ремонт	158 240
6. Амортизация подвижного состава	45 487
7. Накладные расходы	161 712
8. Налоговые отчисления	284 640
Итого:	3 271 056

Валовая прибыль представляет собой превышение доходов от реализации услуг (T) над затратами на их производство и реализацию (C) и определяется по формуле, руб. [21]:

$$P_{\text{вал}} = T - C;$$

$$P_{\text{вал}} = 3361700 - 3271056 = 109356.$$

Чистая прибыль предприятия от реализации заявки определяется по формуле, руб. [21]:

$$P_{\text{чис}} = P_{\text{вал}} - \sum \text{НАЛ};$$

где $\sum \text{НАЛ}$ – общая сумма налогов, выплачиваемых из прибыли за каждый период.

$$P_{\text{чис}} = 109356 - (109356 \cdot 0,2 + 284640) = -201529.$$

На основе выполненных расчётов определяется рентабельность перевозок (услуг) по отношению к себестоимости – валовая и чистая по формулам, % [22]:

$$P_{\text{вал}}^{\text{усл}} = \frac{P_{\text{вал}}}{C} \cdot 100;$$

$$P_{\text{вал}}^{\text{усл}} = \frac{P_{\text{вал}}}{C} \cdot 100\% = \frac{109356}{3271056} \cdot 100\% = 3,34.$$

$$P_{\text{чис}}^{\text{усл}} = \frac{P_{\text{чис}}}{C} \cdot 100;$$

$$P_{чис}^{усл} = \frac{\Pi_{чис}}{C} \cdot 100\% = \frac{-201529}{3271056} \cdot 100\% = -6,16.$$

А также рентабельность производства по отношению к стоимости ОПФ по формулам, % [21]:

$$\rho_{вал}^{пр} = \frac{\Pi_{вал}}{ОПФ} \cdot 100;$$

$$P_{вал}^{пр} = \frac{\Pi_{вал}}{ОПФ} \cdot 100\% = \frac{109356}{23900000} \cdot 100 = 0,45.$$

$$\rho_{чис}^{пр} = \frac{\Pi_{чис}}{ОПФ} \cdot 100;$$

$$P_{чис}^{пр} = \frac{\Pi_{чис}}{ОПФ} \cdot 100\% = \frac{-201529}{23900000} \cdot 100 = -0,84.$$

В связи с уменьшением количества автомобильных перевозок в зимний период вследствие снижения спроса и ухудшения сезонных условий рентабельность АТП как по отношению к себестоимости, так и по отношению к ОПФ, получается отрицательной.

Основные расходы на эксплуатацию ПС в весенний период

Таблица 4.2

Статьи расходов	Расходы в руб. на объем перевозок
1. Заработная плата	1 975 454
2. Автомобильное топливо	1 354 093
3. Смазочные материалы	36 424
4. Автошины	57 214
5. Техническое обслуживание и ремонт	248 664
6. Амортизация подвижного состава	71 479
7. Накладные расходы	161 712
8. Налоговые отчисления	284 640
Итого:	3 889 680

$$\Pi_{вал} = 4385710 - 3889680 = 496030 \text{ руб};$$

$$\Pi_{чис} = 496030 - (496030 \cdot 0,2 + 284640) = 92342 \text{ руб};$$

$$P_{вал}^{усл} = \frac{496030}{3889680} \cdot 100\% = 12,75\%;$$

$$P_{чис}^{усл} = \frac{92342}{3889680} \cdot 100\% = 2,37\%;$$

$$P_{вал}^{нр} = \frac{496030}{23900000} \cdot 100\% = 2,07\%;$$

$$P_{чис}^{нр} = \frac{92342}{23900000} \cdot 100\% = 0,38\%.$$

Основные расходы на эксплуатацию ПС в летний период

Таблица 4.3

<i>Статьи расходов</i>	<i>Расходы в руб. на объем перевозок</i>
<i>1. Заработная плата</i>	<i>3 277 192</i>
<i>2. Автомобильное топливо</i>	<i>2 051 673</i>
<i>3. Смазочные материалы</i>	<i>58 020</i>
<i>4. Автошины</i>	<i>77 145</i>
<i>5. Техническое обслуживание и ремонт</i>	<i>406 904</i>
<i>6. Амортизация подвижного состава</i>	<i>116 967</i>
<i>7. Накладные расходы</i>	<i>161 712</i>
<i>8. Налоговые отчисления</i>	<i>284 640</i>
<i>Итого:</i>	<i>6 087 901</i>
<i>в т. ч. переменные расходы;</i>	<i>5 687 522</i>
<i>постоянные расходы</i>	<i>446 352</i>

$$\Pi_{вал} = 6710612 - 6087901 = 622711 \text{ руб};$$

$$\Pi_{чис} = 622711 - (622711 \cdot 0,2 + 284640) = 188620 \text{ руб};$$

$$P_{вал}^{усл} = \frac{622711}{6087901} \cdot 100\% = 10,23\%;$$

$$P_{чис}^{усл} = \frac{188620}{6087901} \cdot 100\% = 3,97\%;$$

$$P_{вал}^{нр} = \frac{622711}{23900000} \cdot 100\% = 2,61\%;$$

$$P_{чис}^{нр} = \frac{188620}{23900000} \cdot 100\% = 0,78\%.$$

Основные расходы на эксплуатацию ПС в осенний период

Таблица 4.4

Статьи расходов	Расходы в руб. на объем перевозок
1. Заработная плата	2 859 438
2. Автомобильное топливо	1 877 495
3. Смазочные материалы	45 530
4. Автошины	72 154
5. Техническое обслуживание и ремонт	316 481
6. Амортизация подвижного состава	90 974
7. Накладные расходы	161 712
8. Налоговые отчисления	284 640
Итого:	5 008 412

$$П_{вал} = 5611653 - 5008412 = 603241 \text{ руб.};$$

$$П_{чис} = 603241 - (603241 \cdot 0,2 + 284640) = 173823 \text{ руб.};$$

$$R_{вал}^{усл} = \frac{603\,241}{5008412} \cdot 100\% = 12,04\% ;$$

$$R_{чис}^{усл} = \frac{П_{чис}}{С} \cdot 100\% = \frac{173823}{5008412} \cdot 100\% = 2,87\% ;$$

$$R_{вал}^{нр} = \frac{П_{вал}}{ОПФ} \cdot 100\% = \frac{603241}{23900000} \cdot 100\% = 2,52\% ;$$

$$R_{чис}^{нр} = \frac{П_{чис}}{ОПФ} \cdot 100\% = \frac{173823}{23900000} \cdot 100\% = 0,73\% .$$

В сравнении с зимним периодом рентабельность АТП по отношению к себестоимости и к ОПФ значительно выше в весенний, летний и осенний периоды эксплуатации вследствие резкого увеличения объема перевозок и снижения эксплуатационных затрат.

Основные расходы на эксплуатацию ПС в зимний период

Таблица 4.5

Статьи расходов	Расходы в руб. на объем перевозок
1. Заработная плата	1 053 967
2. Автомобильное топливо	384 315
3. Смазочные материалы	50 993
4. Автошины	104 548

5.Техническое обслуживание и ремонт	474 722
6.Амортизация подвижного состава	45 487
7.Накладные расходы	161 712
8.Налоговые отчисления	284 640
Итого:	2 560 384

$$П_{вал} = 3361700 - 2560384 = 801316 \text{ руб};$$

$$П_{чис} = 501316 - (501316 \cdot 0,2 + 284640) = 324360 \text{ руб};$$

$$P_{вал}^{усл} = \frac{801316}{2560384} \cdot 100\% = 31,29\% ;$$

$$P_{чис}^{усл} = \frac{324360}{2560384} \cdot 100\% = 11,56\% ;$$

$$P_{вал}^{нр} = \frac{801316}{23900000} \cdot 100\% = 3,35\% ;$$

$$P_{чис}^{нр} = \frac{324360}{23900000} \cdot 100\% = 1,36\% .$$

Основные расходы на эксплуатацию ПС в весенний период

Таблица 4.6

Статьи расходов	Расходы в руб. на объем перевозок
1. Заработная плата	1 430 384
2. Автомобильное топливо	607 067
3. Смазочные материалы	80 132
4. Автошины	100 126
5.Техническое обслуживание и ремонт	745 991
6.Амортизация подвижного состава	71 479
7.Накладные расходы	161 712
8.Налоговые отчисления	284 640
Итого:	3 481 531

$$П_{вал} = 4385710 - 3481531 = 904179 \text{ руб};$$

$$П_{чис} = 904179 - (904179 \cdot 0,2 + 284640) = 402536 \text{ руб};$$

$$P_{вал}^{усл} = \frac{904179}{3481531} \cdot 100\% = 25,97\% ;$$

$$P_{чис}^{усл} = \frac{402536}{3481531} \cdot 100\% = 12,67\% ;$$

$$P_{вал}^{нр} = \frac{904179}{23900000} \cdot 100\% = 3,78\% ;$$

$$P_{чис}^{нр} = \frac{402536}{23900000} \cdot 100\% = 1,68\%.$$

Основные расходы на эксплуатацию ПС в летний период

Таблица 4.7

Статьи расходов	Расходы в руб. на объем перевозок
1. Заработная плата	1 971 056
2. Автомобильное топливо	993 383
3. Смазочные материалы	131 127
4. Автошины	86 402
5. Техническое обслуживание и ремонт	1 220 714
6. Амортизация подвижного состава	116 967
7. Накладные расходы	161 712
8. Налоговые отчисления	284 640
Итого:	4 966 001

$$\Pi_{вал} = 6710612 - 4966001 = 1744611 \text{ руб};$$

$$\Pi_{чис} = 1744611 - (1744611 \cdot 0,2 + 284640) = 1041264 \text{ руб};$$

$$P_{вал}^{усл} = \frac{1744611}{4966001} \cdot 100\% = 35,13\% ;$$

$$P_{чис}^{усл} = \frac{\Pi_{чис}}{C} \cdot 100\% = \frac{1041264}{4966001} \cdot 100\% = 20,97\% ;$$

$$P_{вал}^{нр} = \frac{\Pi_{вал}}{ОПФ} \cdot 100\% = \frac{1744611}{23900000} \cdot 100\% = 7,30\% ;$$

$$P_{чис}^{нр} = \frac{\Pi_{чис}}{ОПФ} \cdot 100\% = \frac{1041264}{23900000} \cdot 100\% = 4,36\%.$$

Основные расходы на эксплуатацию ПС в осенний период

Таблица 4.8

Статьи расходов	Расходы в руб. на объем перевозок
1. Заработная плата	1 820 489
2. Автомобильное топливо	772 631
3. Смазочные материалы	101 987
4. Автошины	84 420
5. Техническое обслуживание и ремонт	949 444
6. Амортизация подвижного состава	90 974

7. Накладные расходы	161 712
8. Налоговые отчисления	284 640
Итого:	4 266 297

$$\Pi_{вал} = 5611653 - 4266297 = 1345356 \text{ руб.};$$

$$\Pi_{чис} = 1345356 - (1345356 \cdot 0,2 + 284640) = 737830 \text{ руб.};$$

$$R_{вал}^{усл} = \frac{1345356}{4266297} \cdot 100\% = 31,53\% ;$$

$$R_{чис}^{усл} = \frac{737830}{4266297} \cdot 100\% = 17,29\% ;$$

$$R_{вал}^{нр} = \frac{\Pi_{вал}}{ОПФ} \cdot 100\% = \frac{1345356}{23900000} \cdot 100\% = 5,63\% ;$$

$$R_{чис}^{нр} = \frac{\Pi_{чис}}{ОПФ} \cdot 100\% = \frac{737830}{23900000} \cdot 100\% = 3,09\% .$$

На рис. 4.1, 4.2 представлены графики рентабельности перевозок по отношению к себестоимости и ОПФ в различное время года, полученные с использованием данных, рассчитанных по известным зависимостям, не учитывающих поправочные коэффициенты, и практических данных с исследуемого предприятия.

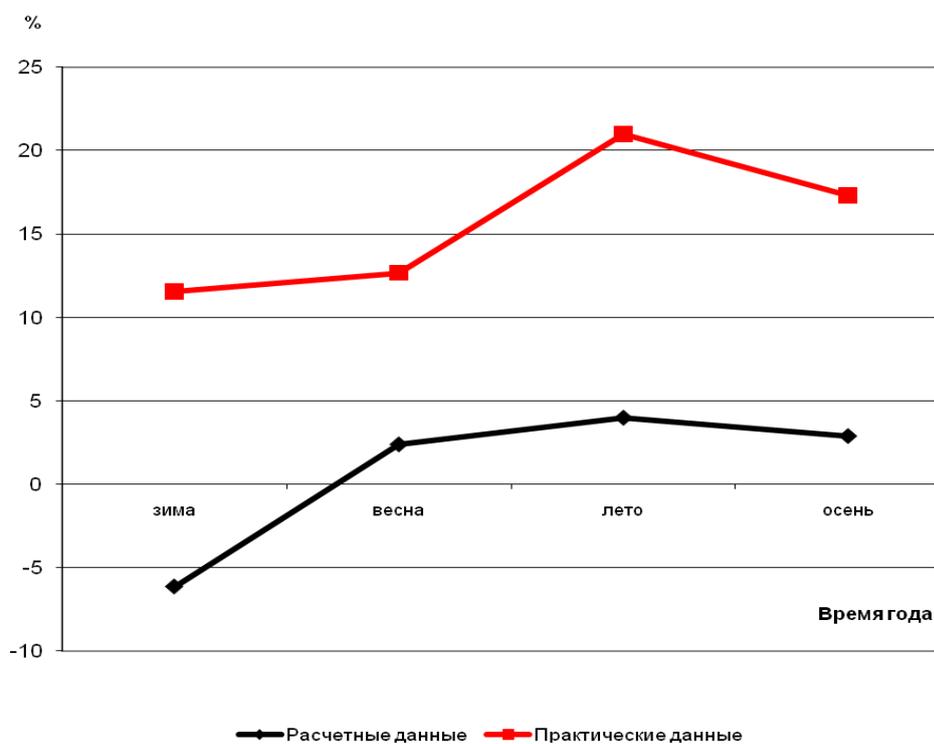


Рис.4.1. График рентабельности перевозок по отношению к себестоимости процесса перевозок

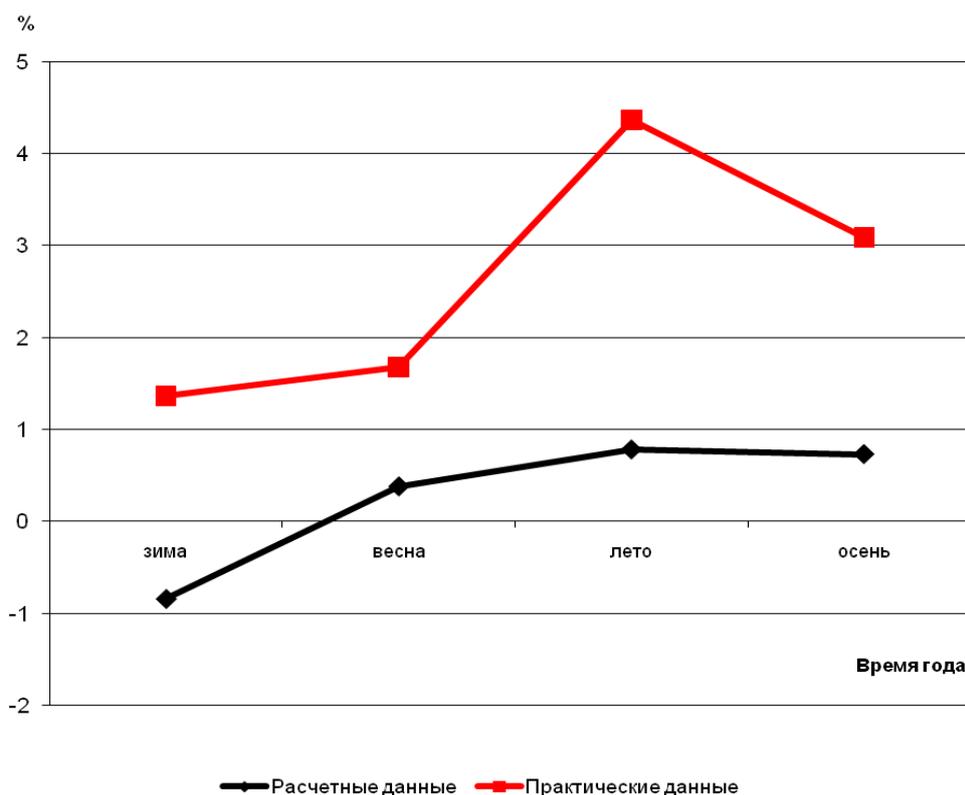


Рис.4.2. График рентабельности перевозок по отношению к ОПФ

Анализ графиков (рис. 4.1, 4.2) показал существенное расхождение между расчетными и практическими данными. Это объясняется тем, что расчетные данные носят обобщенный характер, не учитывают большое количество факторов, влияющих на конечный результат, и являются усредненными, и неспособными в полной мере охарактеризовать влияние сезонных условий эксплуатации на эффективность работы парка автомобилей, а также повышенными расходами на топливо и зарплату водителей и механиков.

Вследствие этого снижается экономическая эффективность АТП, результатом чего являются отрицательные показатели рентабельности в зимний период.

Для приближения расчетных показателей рентабельности к реальным необходимо использовать полученные поправочные коэффициенты (см. глава 3), что позволит более рационально спрогнозировать удельные затраты на эксплуатационные материалы и силовые агрегаты автомобилей, а также зарплату водителей и механиков с учетом сезонных условий.

Заключение

В результате проведенных теоретических и аналитических исследований получены следующие научные выводы и практические результаты:

1. Выявлено, что для наиболее полной оценки влияния условий эксплуатации на комплексные показатели надежности автомобилей, в частности на КТГ, целесообразно исследовать эффективность эксплуатации автомобилей.

2. Проанализированы состав и структура, исследуемого парка грузовых автомобилей и объем работы АТП, из чего следует, что наиболее нагруженными и обеспечивающими выполнение большего объема транспортной работы являются автомобили модели КамАЗ 6520, КамАЗ 5511 и КамАЗ 5320, соответственно выбранные в качестве исследуемого автопарка.

3. Определены зависимости удельных затрат на расход запасных частей и материалов автомобилей при их эксплуатации в различных сезонных условиях.

4. Получены математические зависимости для расчета затрат на материальные части и ТО в различных сезонных условиях, что даст возможность прогнозировать затраты для различного типа подвижного состава.

5. Проведен расчет экономической эффективности учета сезонных условий при прогнозировании удельных затрат на эксплуатацию парка грузовых автомобилей, который показал, что наблюдается существенное расхождение между расчетными и практическими данными. Это связано с тем, что расчетные данные носят обобщенный характер и не позволяют в полной мере охарактеризовать влияние сезонных условий эксплуатации на эффективность работы парка автомобилей.

Таким образом, применение предложенной методики учета сезонных условий позволит более рационально прогнозировать удельные затраты и повысить эффективность эксплуатации автомобилей, которая, как указывалось ранее, напрямую связана со временем простоя в ТО и ремонте, а также с объемом грузоперевозок. Следовательно, снижение эксплуатационных затрат на АТП приведет к существенному увеличению комплексных показателей надежности, в частности коэффициента технической готовности.

Список литературы

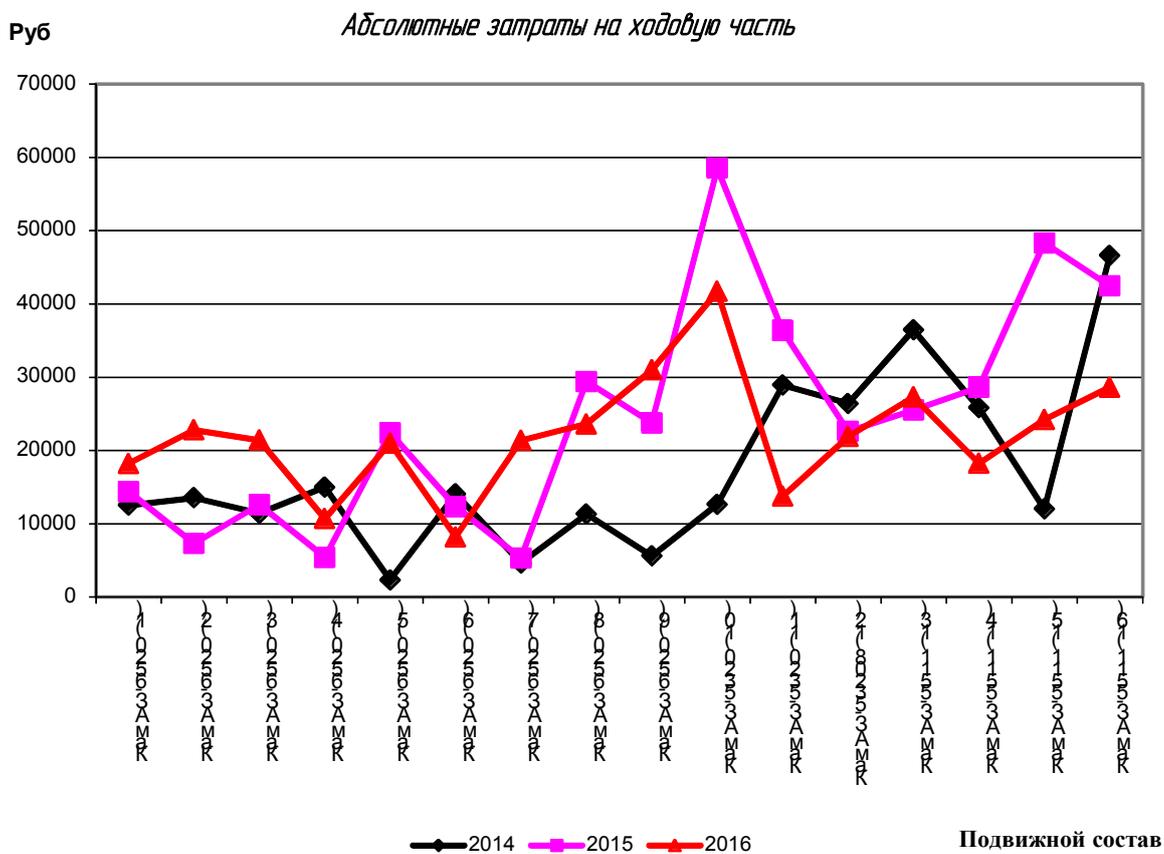
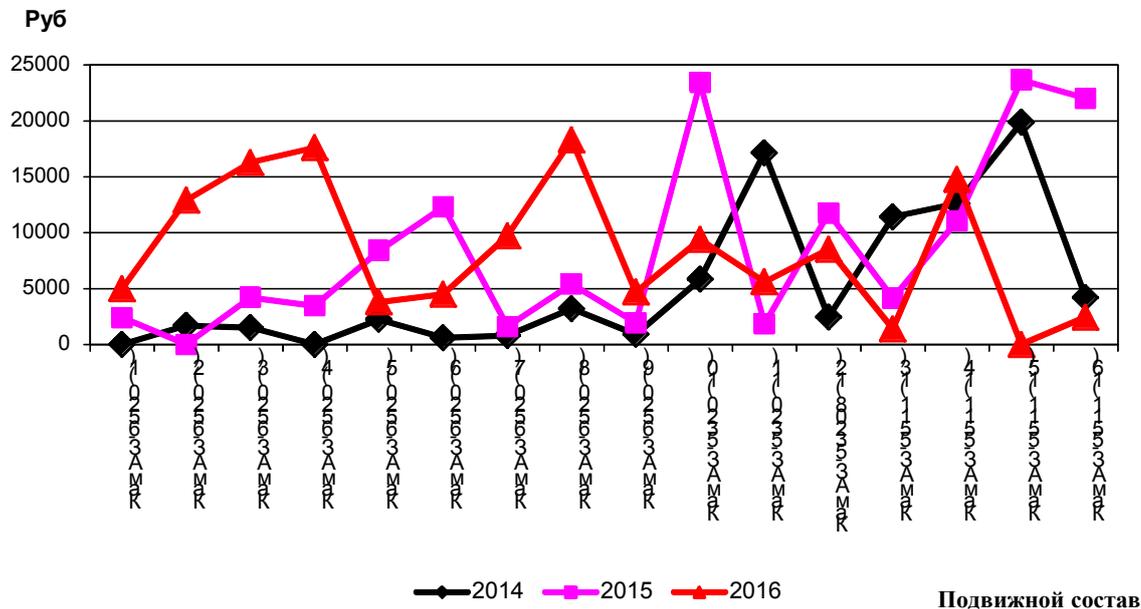
1. *Великанов Д.П. Эффективность автомобильных транспортных средств и транспортной энергетики. М.: Наука, 1989. – 536 с.*
2. *Вознесенский А. В. Влияние сезонных изменений условий на расходование ресурсов при эксплуатации автомобилей дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 2004. – 163 с.*
3. *ГОСТ 16350–80. Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей. – М.: Изд-во стандартов, 1981.*
4. *ГОСТ 27.502–83. Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений. – М.: Изд-во стандартов, 1984.*
5. *ГОСТ 20334–81 Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники. Показатели эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности. – М.: Изд-во стандартов, 1982.*
6. *Григорьян Т.А. Влияние сезонных условий на трудоемкость текущего ремонта автомобилей Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 2000. – 18 с*
7. *Захаров Н.С. Влияние сезонных условий на процессы изменения качества автомобилей: Дис. ... д-ра техн. наук. – Тюмень, 2000. – 525 с.*
8. *Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей;– М.: Транспорт, 1991.– 413 с.*
9. *Паули, Н.В. Исследование влияния уровня затрат на надежность и эффективность грузовых автомобилей / М.Ю. Обшивалкин, Н.В. Паули, Ю.В. Родионов // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. – № 1. – С. 3–12.*
10. *Паули, Н.В. Исследование накопления затрат грузовых автомобилей с наработкой / М.Ю. Обшивалкин, Н.В. Паули, Ю.В. Родионов // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 3. – С. 14–21.*
11. *Паули, Н.В. К вопросу моделирования процессов старения элементов автомобиля и их влияния на безотказность / Ю.В. Родионов, М.Ю. Обшивалкин, Н.В. Паули // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы VI международной научно-технической конференции. – Пенза: ПГУАС, 2010. – С. 72–77.*
12. *Паули, Н.В. К вопросу оценки влияния условий и режимов эксплуатации автомобилей на эффективность их использования / М.Ю. Обшивалкин, В.А. Мизгачев, Н.В. Паули // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы IX международной научно-практической конференции. – Оренбург: ОГУ, 2009. – С. 72–77.*

13. Паули, Н.В. О влиянии уровня затрат на безотказность и долговечность грузовых коммерческих автомобилей / Ю.В. Родионов, М.Ю. Обшивалкин, Н.В. Паули // *Автотранспортное предприятие*. – 2012. – № 12. – С. 43–46.
14. Паули, Н.В. О влиянии уровня затрат на техническое состояние автомобилей и их ресурс / Н.В. Паули, М.Ю. Обшивалкин // *Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2012: материалы международной научно-практической конференции.*–Одесса: КУПРИЕНКО, 2012.–Вып. 3.–Том 2.–С. 58–62.
15. Паули, Н.В. Продление эффективного ресурса автомобилей за счет усиленного контроля состояния / М.Ю. Обшивалкин, Н.В. Паули // *Безопасность транспортных средств в эксплуатации: материалы 79-й международной научно-технической конференции*. – Нижний Новгород: НГТУ, 2012. – С. 156–163.
16. Паули, Н.В. Скрытые неисправности как фактор старения автомобиля / М.Ю. Обшивалкин, Н.В. Паули // *Проблемы и достижения автотранспортного комплекса: материалы IX всероссийской научно-технической конференции*. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – С. 43–46.
17. Ракитин А. Н. Влияние сезонных изменений условий и интенсивности эксплуатации на поток отказов автомобилей Дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 2004. – 163 с.
18. Резник Л. Г. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. – М.: Транспорт, 1989.–135 с.
19. Родионов Ю.В. Анализ условий эксплуатации автомобилей / Ю.В. Родионов, Е.А. Островская // *Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: Эксплуатация и развитие автомобильного транспорта: материалы XII международной заочной НТК*. – Пенза: ПГУАС, 2016. – С. 146–151.
20. Родионов, Ю.В. Влияние сезонных условий эксплуатации на показатели надежности / Ю.В. Родионов, В.А. Мизачев, Е.А. Островская // *Мир транспорта и технологических машин*. – 2016, №1 (52). – С. 3–10.
21. Родионов Ю.В., Обшивалкин М.Ю., Мизачев В.А. *Автотранспортное предприятие*.— 2011.—№ 1. — С. 45 – 50. — ISSN 2076–3050.
22. Х.А. Фасхиев, И.М. Костин *Обеспечение конкурентоспособности грузовых автомобилей на этапе разработки*. – Набережные Челны: Изд-во Камского политехнического института, 2007.–349 с.

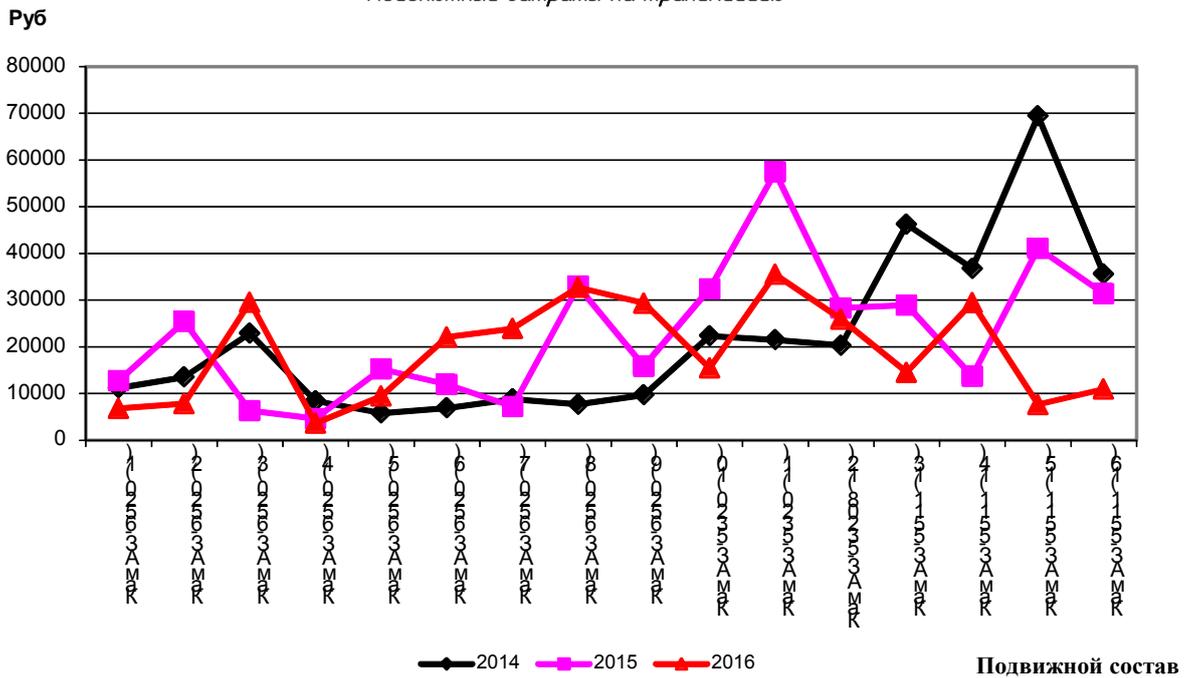
Приложения

Абсолютные значения затрат по видам запасных частей

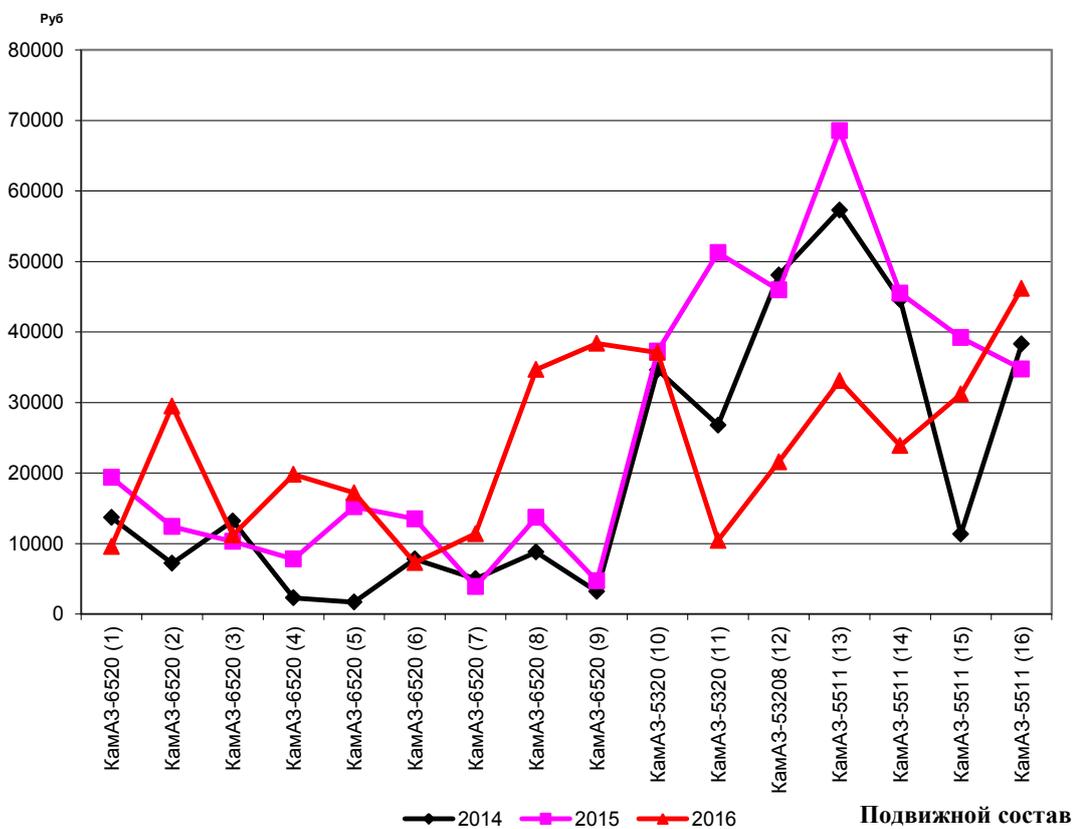
Абсолютные затраты на электрооборудование



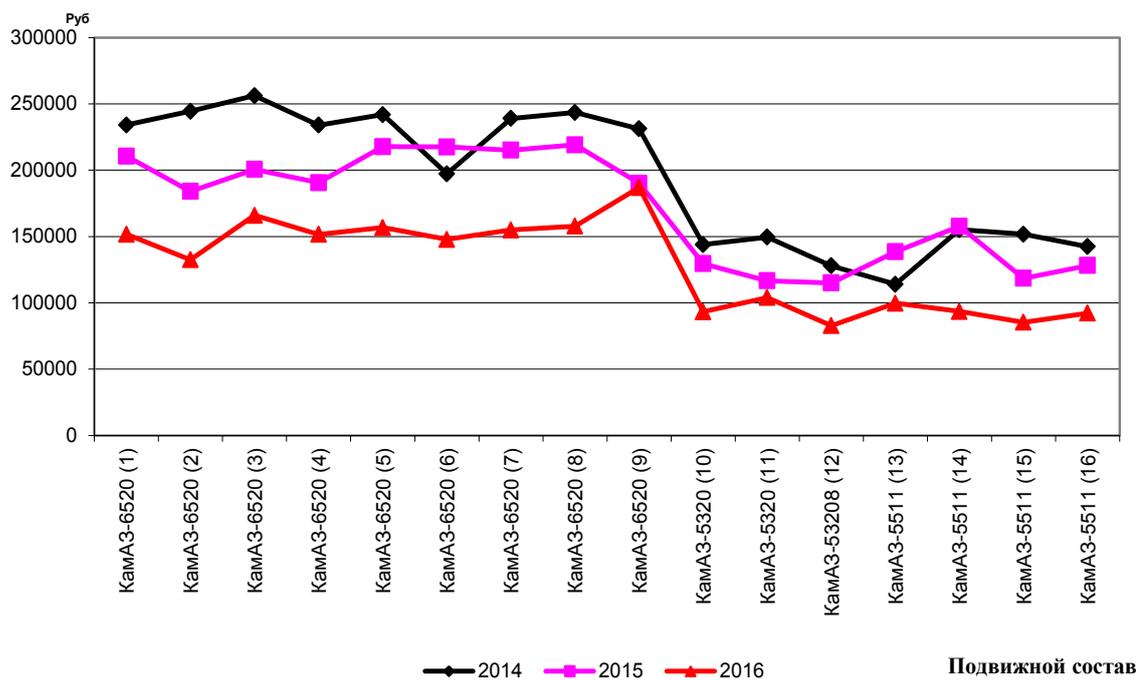
Абсолютные затраты на трансмиссию



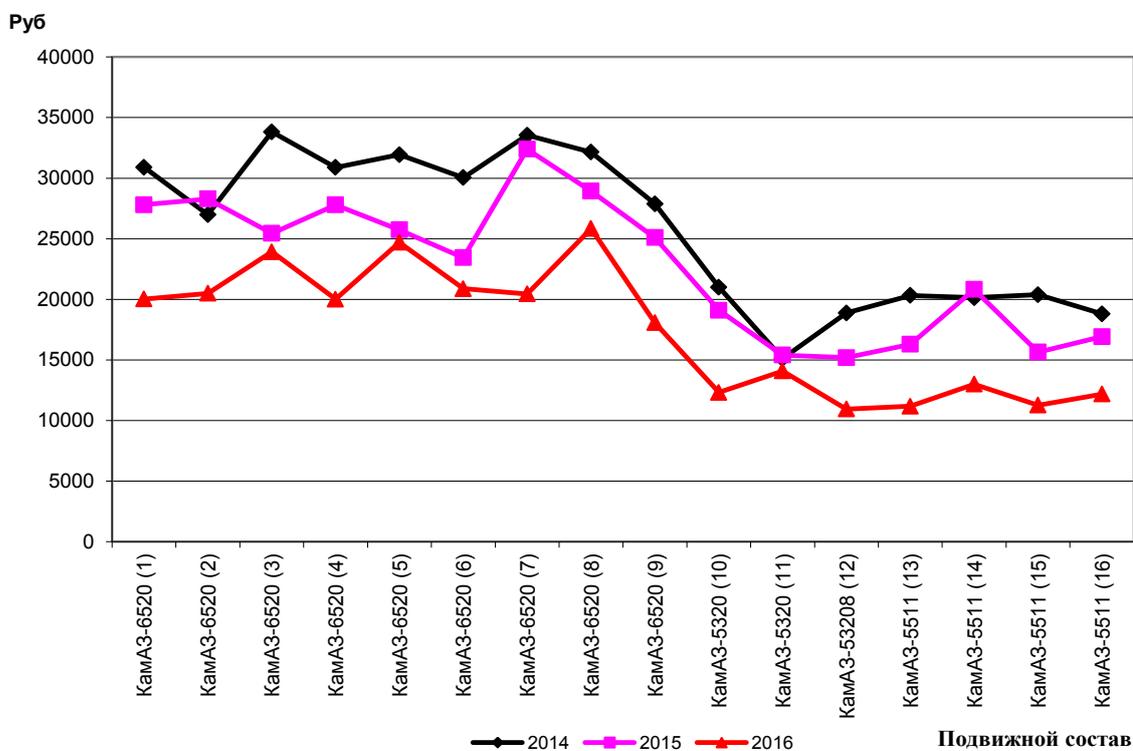
Абсолютные затраты на двигатель



Абсолютные затраты на топливо

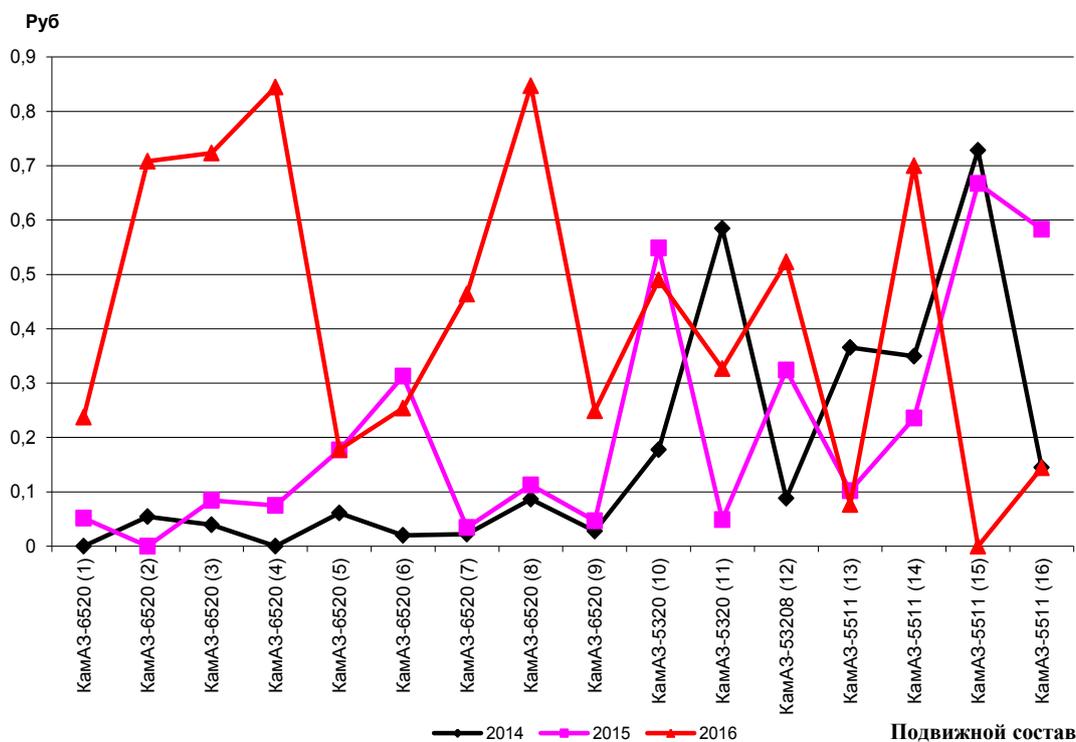


Абсолютные затраты на смазочные материалы

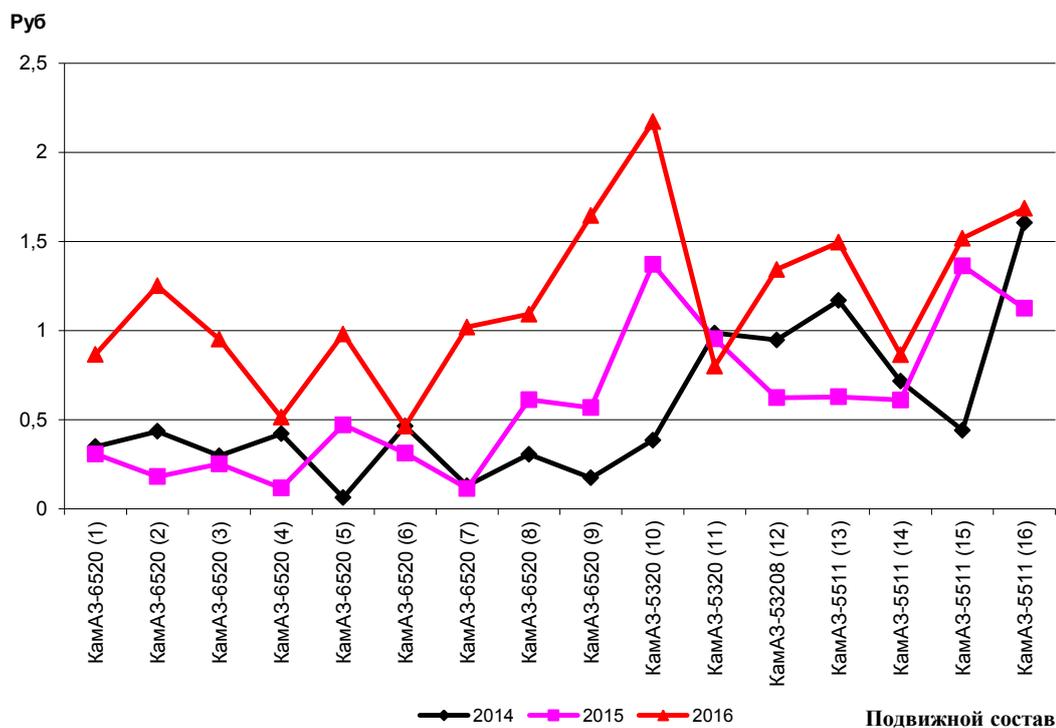


Удельные значения затрат по видам запасных частей

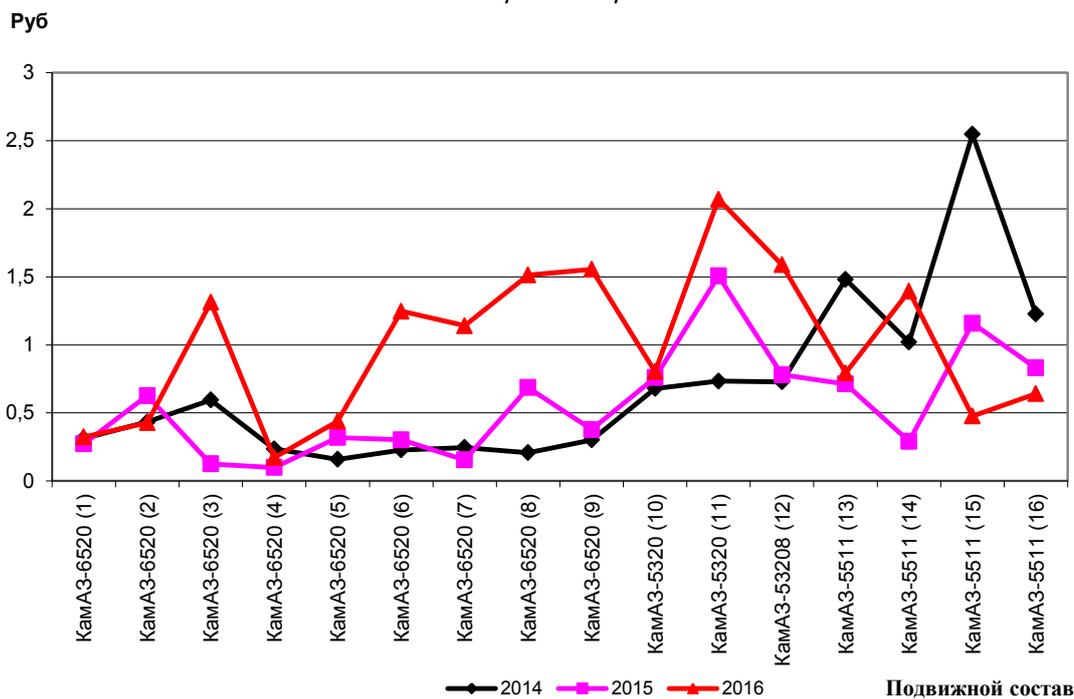
Удельные затраты на электрооборудование



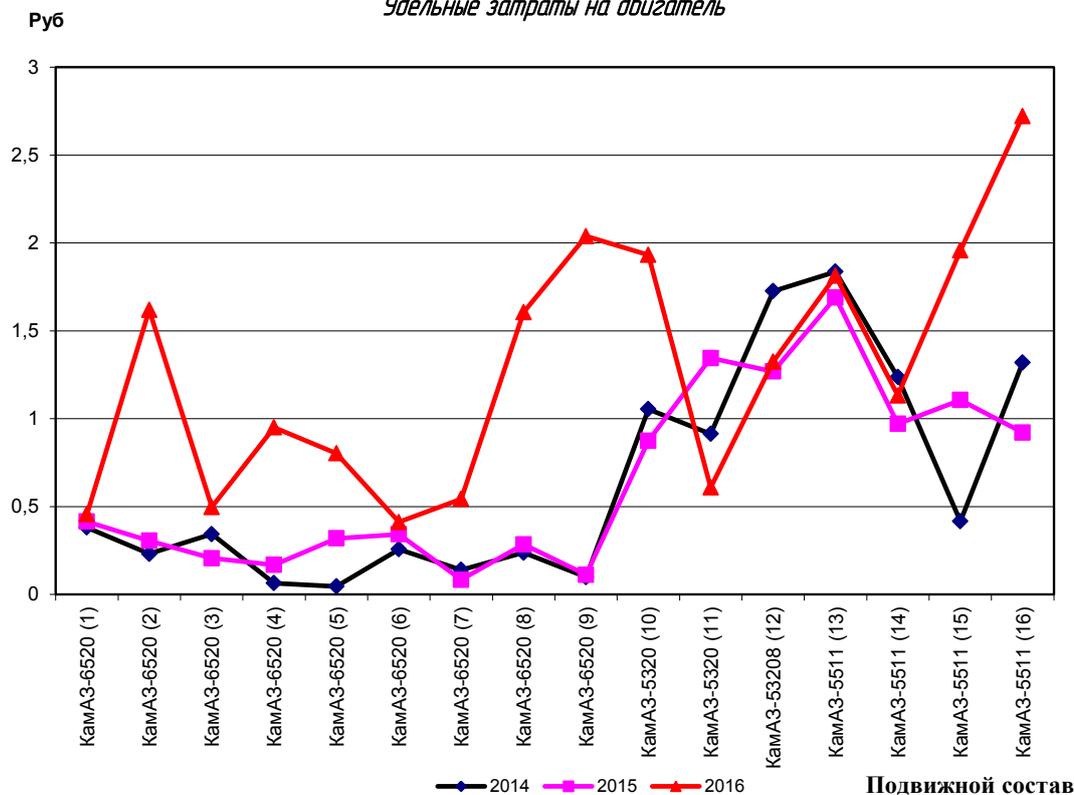
Удельные затраты на ходовую часть



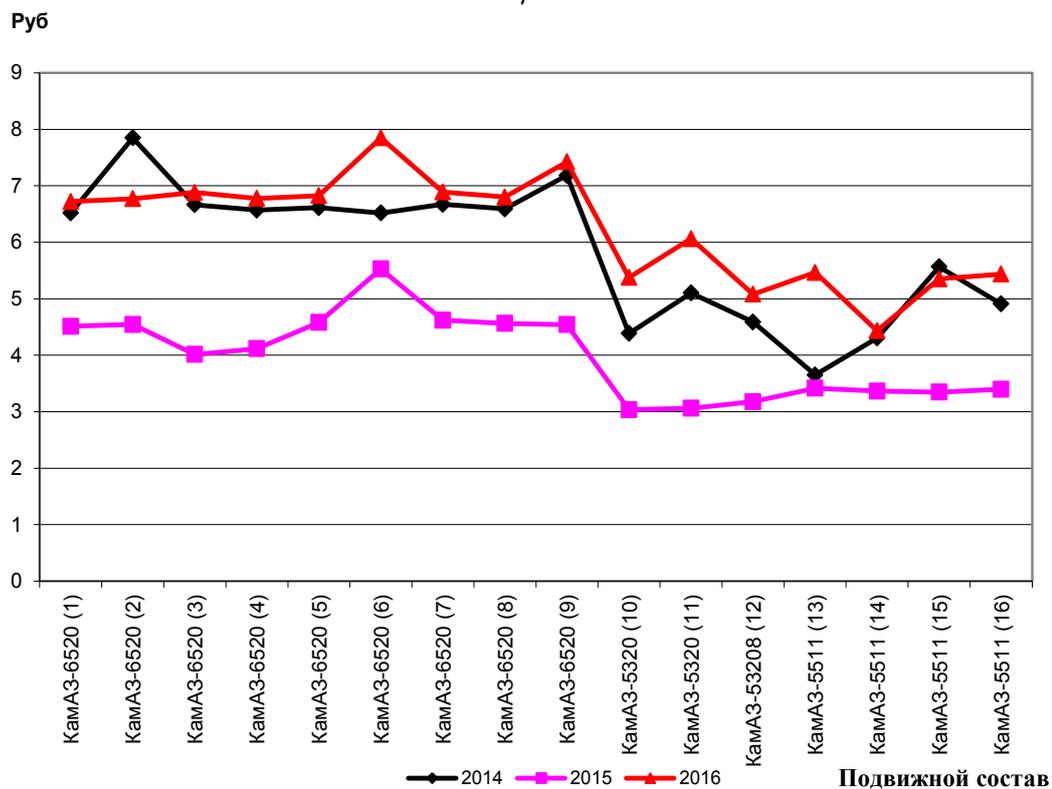
Удельные затраты на трансмиссию



Удельные затраты на двигатель



Удельные затраты на топливо



Удельные затраты на смазочные материалы

