

На правах рукописи

РАКИТИН Александр Николаевич

**ВЛИЯНИЕ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
УСЛОВИЙ И ИНТЕНСИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
НА ПОТОК ОТКАЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ**

Специальность 05.22.10 - Эксплуатация автомобильного транспорта

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Тюмень 2004

Работа выполнена на кафедре эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин Тюменского государственного нефтегазового университета.

Научный руководитель

доктор технических наук
профессор Захаров Н.С.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук
профессор Карагодин В.И.;

кандидат технических наук
доцент Красовский В.Н.

Ведущая организация - Управление технологического транспорта и специальной техники №3 ООО «Сургутгазпром»

Защита состоится 22 апреля 2004 года в 12.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.273.04 при Тюменском государственном нефтегазовом университете по адресу: 625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенной печатью организации, просим присылать в адрес диссертационного совета.

Автореферат разослан 20 марта 2004 г.

Телефон для справок (3452) 22-93-02.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Евтин П.В.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Автомобильный транспорт является неотъемлемой частью транспортной системы страны. От транспортных расходов существенно зависит эффективность работы многих отраслей экономики. Значительную долю в себестоимости автомобильных перевозок составляют затраты на текущий ремонт (ТР) подвижного состава.

В условиях Западно-Сибирского нефтегазового региона значительная доля автомобилей работает в отрыве от постоянных баз. В этих условиях часто на первый план ставится вопрос не о снижении себестоимости использования автомобилей, а об их бесперебойной работе, так как потери от простоев основного производства из-за отсутствия автомобильной техники неизмеримо выше.

В течение года меняются интенсивность и условия эксплуатации. Соответственно варьирует поток отказов автомобилей, вызывая неравномерность загрузки постов текущего ремонта.

Если при расчете числа постов ТР и проектировании автотранспортных предприятий (АТП) исходить из среднего количества отказов в единицу времени, то в сезон с более интенсивной эксплуатацией или более тяжелыми условиями пропускная способность зоны ТР окажется недостаточной.

В существующих методиках технологического расчета зон текущего ремонта неравномерность поступления требований связывается с числом обслуживаемых на предприятии автомобилей. Влияние же вариации интенсивности и условий эксплуатации не учитывается. Следовательно, необходимо усовершенствовать методику технологического расчета путем учета указанных факторов. Для того чтобы решить эту задачу, нужно знать закономерности формирования потока требований на текущий ремонт с учетом сезонной вариации интенсивности и условий эксплуатации.

Работа выполнялась при поддержке грантом № 98-10-2.2-9 по фундаментальным исследованиям в области транспортных наук Министерства общего и профессионального образования РФ (1998 г.) и грантом № ТОО-13.0-2417 по фундаментальным исследованиям в области технических наук Министерства образования РФ (2000 г.), полученными на конкурсной основе.

Целью работы является установление закономерностей формирования потока отказов автомобилей с учетом влияния сезонной вариации интенсивности и условий эксплуатации и совершенствование на этой основе методики технологического расчета автотранспортных предприятий.

Объект исследований – процесс формирования потока отказов автомобилей с учетом влияния сезонной вариации интенсивности и условий эксплуатации.

Предмет исследований – закономерности влияния сезонных факторов и интенсивности эксплуатации на поток отказов автомобилей КамАЗ и Урал.

Научная новизна:

- установлены закономерности формирования потока отказов автомобилей с учетом влияния сезонной вариации интенсивности и условий эксплуатации;
- выявлены сезонные факторы, влияющие на поток отказов автомобилей и их элементов;
- установлены закономерности влияния этих факторов на поток отказов автомобилей и разработаны математические модели для их описания.

Практическая ценность заключается в разработке методики корректирования расчетного числа постов ТР с учетом сезонной вариации условий и интенсивности эксплуатации, использование которой позволяет уменьшить простои автомобилей в ожидании ремонта, что снижает потери прибыли.

На защиту выносятся:

- концептуальная схема формирования потока отказов автомобилей с учетом влияния сезонной вариации интенсивности и условий эксплуатации;
- результаты отбора сезонных факторов, влияющих на поток отказов автомобилей и их элементов;
- закономерности влияния этих факторов на поток отказов автомобилей;
- математические модели влияния сезонных факторов на параметр потока отказов автомобилей;
- методика корректирования расчетного числа постов ТР с учетом сезонной вариации условий и интенсивности эксплуатации.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены, обсуждены и одобрены на международном научно-практическом семинаре «Пути совершенствования технической эксплуатации и ремонта машин АТК» (Владимир, 1997), всероссийской научно-технической конференции «Моделирование технологических процессов бурения, добычи и транспортировки нефти и газа на основе современных информационных технологий» (Тюмень, 1998), международной научно-практической конференции «Проблемы адаптации техники к суровым условиям» (Тюмень, 1999), научно-технической конференции «Научные проблемы Западно-Сибирского нефтегазового комплекса» (Тюмень, 1999), международной научно-практической конференции «Проблемы эксплуатации транспортных систем в суровых условиях» (Тюмень, 2001), научно-практическом семинаре международной выставки-ярмарки «Транспортный комплекс – 2002» (Тюмень, 2002), всероссийской научно-технической конференции «Транспортные системы Сибири» (Красноярск, 2003).

Реализация результатов работы. Разработанная методика внедрена в Управлении технологического транспорта и специальной техники №3 ООО «Сургутгазпром». Экономический эффект составляет 120...180 руб. на один автомобиль в год. Кроме того, результаты исследований используются в учебном процессе ТюмГНГУ при подготовке инженеров по эксплуатации автомобильного транспорта.

Публикации. Основное содержание диссертационной работы опубликовано в 15 статьях и одном учебном пособии.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы (133 наименования), 5 приложений (54 страницы). Объем диссертации составляет 165 страниц (в том числе 26 таблиц и 49 иллюстраций).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность темы, излагается цель исследований, научная новизна, практическая ценность, а также основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена анализу состояния вопроса. В результате изучения ранее выполненных исследований установлено следующее.

На поток отказов автомобилей влияет большое число факторов. В ранее выполненных исследованиях изучено влияние ряда факторов на параметр потока отказов автомобилей. В то же время влияние сезонных условий исследовано недостаточно.

К сезонным условиям относятся факторы, периодически изменяющиеся в течение года. Это, прежде всего, температура воздуха. Кроме того, меняются дорожные условия, влажность, солнечная радиация, скорость и направление ветра.

Сезонное изменение условий эксплуатации ведет к вариации числа отказов в единицу времени.

Установлены закономерности влияния отдельных факторов на надежность автомобилей. По данным НИИАТ, изменение проезжаемости дорог ведет к изменению числа отказов ходовой части и сцепления. Понижение температуры воздуха вызывает увеличение параметра потока отказов автомобилей.

Влиянию температуры воздуха на надежность автомобилей и их элементов посвящен ряд исследований, выполненных в Тюменском промышленном институте, а позднее – в нефтегазовом университете.

В работах, выполненных под руководством Резника Л.Г., установлены закономерности влияния температуры воздуха на интенсивность изнашивания механизмов трансмиссии, на интенсивность расходования ресурса дви-

гателя. По результатам этих исследований определены численные значения коэффициента K_3 для корректирования нормативов технического обслуживания (ТО) и ремонта автомобилей, приведенные в Положении о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.

В работах, выполненных под руководством Захарова Н.С., установлены закономерности влияния сезонных изменений условий и интенсивности эксплуатации на трудоемкость текущего ремонта автомобилей, на ресурс двигателей.

В ряде исследований установлено влияние температуры воздуха на параметр потока отказов автомобилей и некоторых их элементов. Соответственно в течение года меняется число отказов. Выявлена так называемая «сезонная волна» отказов. В то же время не раскрыт механизм ее формирования. Не выявлены закономерности влияния комплекса факторов, меняющихся сезонно, на параметр потока отказов. Не разработана методика оценки значимости сезонных изменений условий эксплуатации и параметра потока отказов.

Устранение отказов в зоне ТР – стохастический процесс. Работу зоны ТР можно представить как систему массового обслуживания (СМО). При этом поток отказов – входящий поток СМО.

При расчетах входящего потока и определении числа постов ТР используются два подхода – детерминированный и стохастический. При детерминированном расчеты выполняются на основе средних значений основных влияющих факторов. При этом для обеспечения достаточной производительности зоны ТР базовое число постов корректируется с помощью определенных коэффициентов. В частности, нестационарность потока отказов учитывается коэффициентом неравномерности поступления автомобилей в зону ТР. В известных методиках этот коэффициент связывается только с размером парка автомобилей, но не учитывает сезонную неравномерность.

Таким образом, проведенный анализ позволил сформулировать следующие задачи исследований, решение которых позволяет достичь поставленной цели.

1. Установить закономерность формирования потока отказов автомобилей с учетом влияния сезонной вариации интенсивности и условий эксплуатации
2. Выявить сезонные факторы, влияющие на поток отказов автомобилей и их элементов.
3. Установить закономерности влияния этих факторов на поток отказов автомобилей и разработать математические модели для их описания.
4. Разработать методику практического использования полученных результатов и оценить их эффективность.

Для решения этих задач проведены теоретические и экспериментальные исследования.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям. В ней изложена общая методика исследований, установлены закономерности формирования потока отказов автомобилей с учетом сезонной вариации интенсивности и условий эксплуатации, предварительно оценена степень влияния сезонных факторов на поток отказов автомобилей, разработаны гипотезы о виде математических моделей влияния сезонных факторов на поток отказов автомобилей.

Для установления закономерностей формирования потока отказов автомобилей с учетом сезонной вариации интенсивности и условий эксплуатации определена структура изучаемой системы (рис. 1).

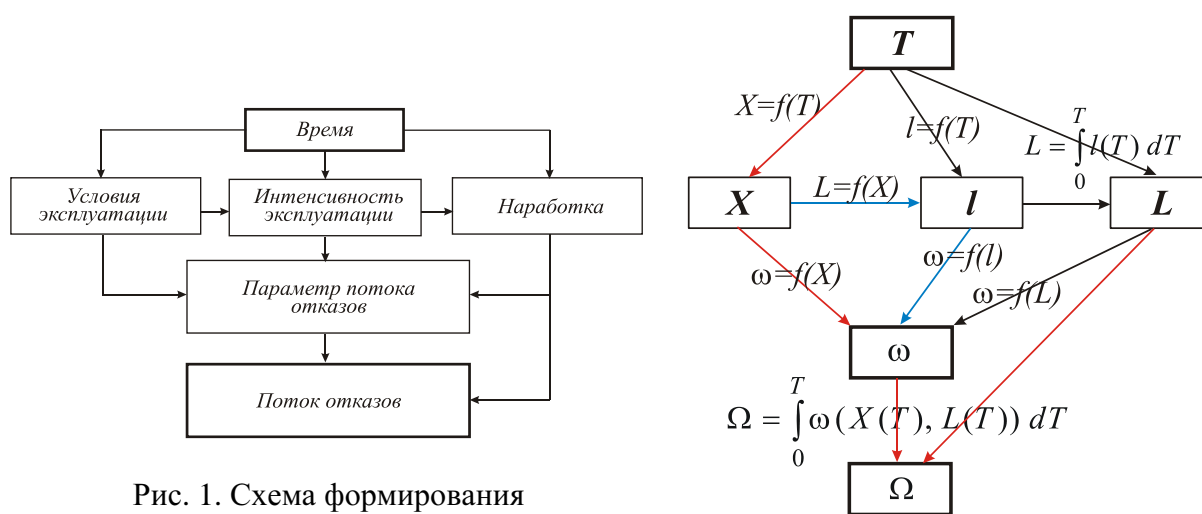


Рис. 1. Схема формирования потока отказов автомобилей

Рис. 2. Закономерности формирования потока отказов автомобилей

Входом системы является время. По времени меняются условия и интенсивность эксплуатации. От интенсивности эксплуатации зависит скорость приращения наработки.

Вариация условий и интенсивности эксплуатации ведет к изменению параметра потока отказов. Кроме того, параметр потока отказов зависит от наработки автомобиля с начала эксплуатации.

Поток отказов определяется параметром потока, который характеризует интенсивность процесса, и наработкой в единицу времени.

Если учесть, что число отказов определяется как произведение параметра потока отказов и наработки автомобилей за рассматриваемый период, то становится очевидным влияние интенсивности эксплуатации на поток отказов. Исследования, проведенные совместно с Довбней Б.Е., показали, что

интенсивность эксплуатации автомобилей существенно меняется в течение года. Следствие этого – изменение потока отказов.

В выполненных ранее исследованиях влияние интенсивности эксплуатации на «сезонную волну» отказов не учитывалось.

Далее на основе проведенного анализа выявлены закономерности формирования потока отказов (рис. 2).

Для локализации рассматриваемой системы определен перечень сезонных факторов, существенно влияющих на поток отказов.

При решении этой задачи сначала был сформирован исходный перечень сезонных факторов (табл. 1). Эти факторы разбиты на три группы: климатические, дорожные, транспортные.

Таблица 1

Исходный перечень сезонных факторов

Наименование фактора	Наименование показателей фактора	Буквенное обозначение	Размерность	Источник получения информации о значении показателя
Климатические факторы				
Температура воздуха	Средняя месячная температура	t	°С	ГОСТ 16350-80 http://meteo.infospace.ru http://www.gismeteo.ru http://thermo.karelia.ru/weather http://www.washingtonpost.com/wp-srv/weather
Осадки	Количество дней с осадками за месяц	N	Ед.	D=N/N _{мес}
	Доля дней с осадками за месяц	D	–	
	Среднее количество осадков за месяц	h	Мм	http://meteo.infospace.ru http://www.gismeteo.ru http://thermo.karelia.ru/weather http://www.washingtonpost.com/wp-srv/weather
Скорость ветра	Средняя месячная скорость ветра	V	М/с	ГОСТ 16350-80
Влажность воздуха	Средняя месячная относительная влажность	B	%	
Солнечная радиация	Средняя месячная интегральная поверхностная плотность потока суммарного солнечного излучения	R	Вт/м ²	ГОСТ 16350-80
	Энергетическая экспозиция прямого солнечного излучения	E	МДж/м ²	
Дорожные условия				
Состояние дорожного покрытия	Коэффициент сопротивления качению	f	–	Методика Лахно Р.П.
Транспортные условия				
Скорость движения	Средняя техническая скорость движения	V _T	Км/ч	Отчетные данные АТП
Интенсивность эксплуатации	Средний суточный пробег	L	Км	

Следующий этап отбора – оценка значимости сезонных изменений факторов. Для этого изменение показателей факторов предложено аппроксимировать гармоническими моделями вида:

$$X_i = X_C + \sum_{k=1}^g X_k \text{Cos}(m(kT_i - T_{0k})),$$

где X_C – постоянная компонента;
 k – номер гармоники;
 g – количество гармоник;
 X_k – полуамплитуда колебания k -й гармоники;
 T_i – время;
 m – интервал между T_i и T_{i+1} в градусах;
 T_{0k} – начальная фаза колебания k -й гармоники.

Затем эти модели линеаризовались путем замены переменных:

$$X_i = X_C + \sum_{k=1}^g X_k \cdot z_k, \quad \text{где} \quad z_k = \text{Cos}(m(kT_i - T_{0k})).$$

После этого гармоническую модель можно рассматривать как многофакторную линейную регрессионную. Соответственно появляется возможность использовать для оценки значимости факторов аппарат корреляционно-регрессионного анализа. Таким образом, условие значимости сезонной вариации фактора можно свести к условию значимости первой или второй гармоники. Условие значимости k -ой гармоники:

$$\frac{|r_{X/z_k}|}{\sqrt{1 - (r_{X/z_k})^2}} \sqrt{n-2} \geq t_P,$$

где t_P - табличное значение критерия Стьюдента для доверительной вероятности P и $n - 2$ степеней свободы.

Подобная методика использовалась и для оценки значимости сезонных изменений потока отказов.

В ряде публикаций утверждается, что климатические факторы коррелированы с температурой воздуха, поэтому их можно не учитывать, если учтена температура. На основе предварительного анализа была выдвинута гипотеза о том, что не все климатические факторы имеют значимую линейную корреляционную связь. В частности, предполагалось, что с температурой не связано количество осадков.

Окончательное решение о значимости сезонных изменений факторов и о существенности корреляционных связей можно принять только на основе результатов эксперимента.

Далее в аналитических исследованиях разрабатываются гипотезы о виде математических моделей влияния сезонных факторов на поток отказов. На основе анализа результатов ранее выполненных исследований выдвинуто

предположение о том, что влияние температуры на параметр потока отказов автомобилей и их элементов описывается квадратичными моделями. Для других же факторов предложены экспоненциальные модели.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям. Цель эксперимента – проверить разработанные в аналитических исследованиях гипотезы о степени влияния сезонных факторов, а также о виде математических моделей и определить численные значения входящих в них параметров.

Эксперименты предусматривали сбор данных:

об изменении климатических факторов в течение года;

об интенсивности эксплуатации;

о фактическом количестве отказов автомобилей по месяцам.

Эксперимент можно характеризовать как пассивный, заключающийся в сборе статистической информации.

На рис. 3 представлены графики изменения в течение года сезонных факторов.

Гармонический анализ изменений факторов по сезонам производился в следующей последовательности:

сначала результаты эксперимента представлялись в графическом виде, и проводилась предварительная оценка степени изменения фактора;

затем данные аппроксимировались гармонической моделью;

далее оценивался вклад гармоник в изменение фактора;

и, наконец, гармоники линеаризовались, что позволяло оценить значимость каждой из них.

Ниже приведены гармонические модели изменения факторов по времени:

$$t = 2,1 + 15,5 \cdot \text{Cos}(30(T - 6,9)), \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$D = 0,42 + 0,06 \cdot \text{Cos}(30(T - 10,1)) + 0,04 \cdot \text{Cos}(30(2 \cdot T - 1,0));$$

$$h = 34,8 + 29,7 \cdot \text{Cos}(30(T - 7,6)), \text{ мм};$$

$$V = 4,3 + 0,33 \cdot \text{Cos}(30(T - 1,5)) + 0,36 \cdot \text{Cos}(30(2 \cdot T - 8,7)), \text{ м/с};$$

$$B = 63,9 + 13,9 \cdot \text{Cos}(30(T - 11,7)) + 2,2 \cdot \text{Cos}(30(2 \cdot T - 2,2)), \text{ } \%;$$

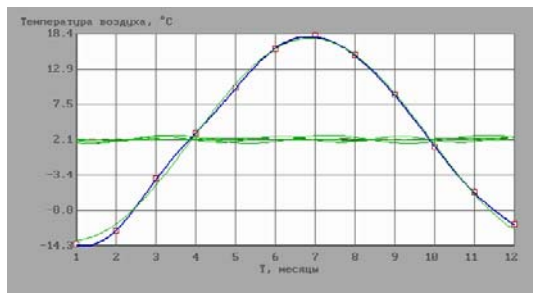
$$R = 583 + 286 \cdot \text{Cos}(30(T - 6,2)), \text{ Вт/м}^2;$$

$$E = 399 + 170 \cdot \text{Cos}(30(T - 6,2)) + 36 \cdot \text{Cos}(30(2 \cdot T - 6,1)), \text{ МДж/м}^2;$$

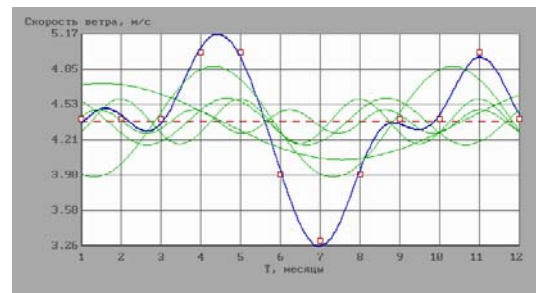
$$f = 0,039 + 0,008 \cdot \text{Cos}(30(T - 8,1)) + 0,004 \cdot \text{Cos}(30(2 \cdot T - 10,2));$$

$$V_m = 34,6 + 3,4 \cdot \text{Cos}(30(T - 2,2)), \text{ км/ч};$$

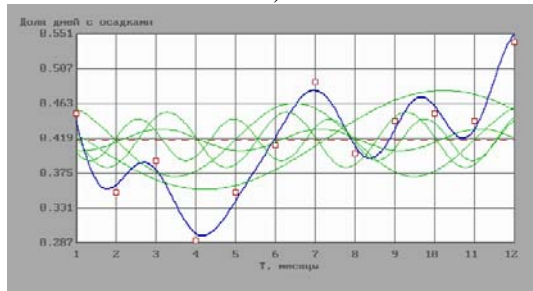
$$L = 270 + 27,8 \cdot \text{Cos}(30(T - 2,4)), \text{ км}.$$



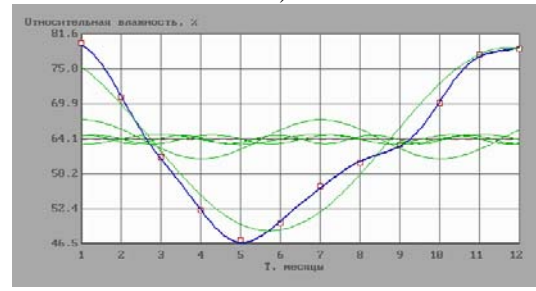
а)



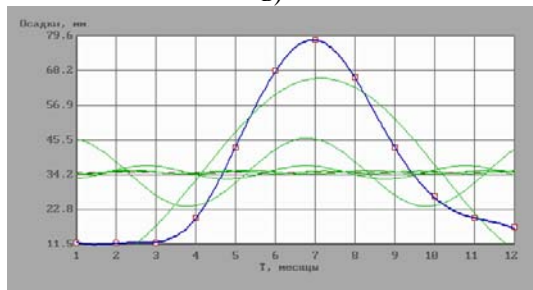
б)



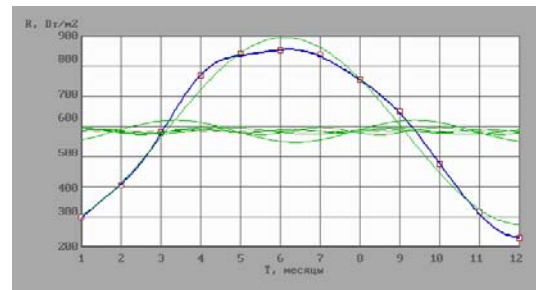
в)



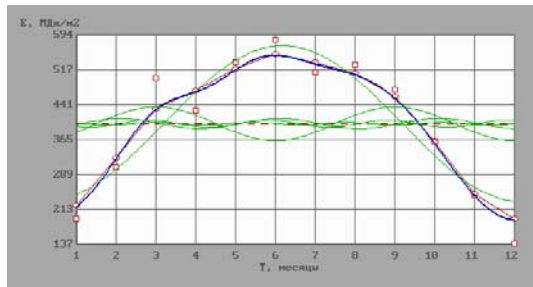
г)



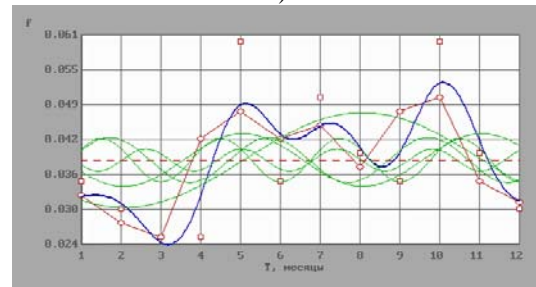
д)



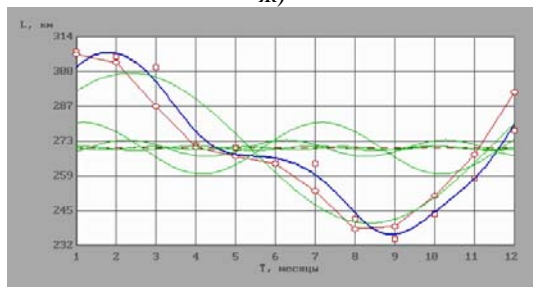
е)



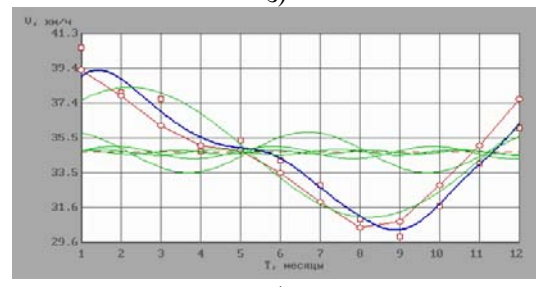
ж)



з)



и)



к)

Рис. 3. Изменение по времени сезонных факторов

(экспериментальные точки, аппроксимирующие кривые и гармоники 1...5 порядков):

а – температуры воздуха; б – скорости ветра, в - доли дней с осадками; г – относительной влажности воздуха; д - количества осадков; е - средней месячной интегральной поверхностной плотности потока суммарного солнечного излучения; ж - энергетической экспозиции прямого солнечного излучения; з – коэффициента сопротивления качению; и - среднего суточного пробега автомобилей; к - средней технической скорости движения автомобилей

Анализ полученных результатов показал, что:

1 - все рассматриваемые факторы существенно циклически меняются в течение года;

2 – изменение факторов по времени с достаточной точностью описывается гармоническими моделями;

3 – наиболее значима во всех случаях первая гармоника (с периодом 1 год), существенно ниже влияние второй гармоники (с периодом $\frac{1}{2}$ года), влияние остальных гармоник в большинстве случаев статистически не значимо.

Далее проверялась гипотеза о коррелированности климатических факторов. Для этого построена матрица корреляционных полей (рис. 4) и корреляционная таблица.

Оценка значимости коэффициентов парной корреляции по критерию Стьюдента показала, что все факторы, кроме доли дней с осадками, имеют существенную линейную корреляционную связь с температурой воздуха.

Аналогично оценивалось влияние температуры воздуха на эксплуатационные факторы (коэффициент сопротивления качению, среднюю техническую скорость, среднесуточный пробег).

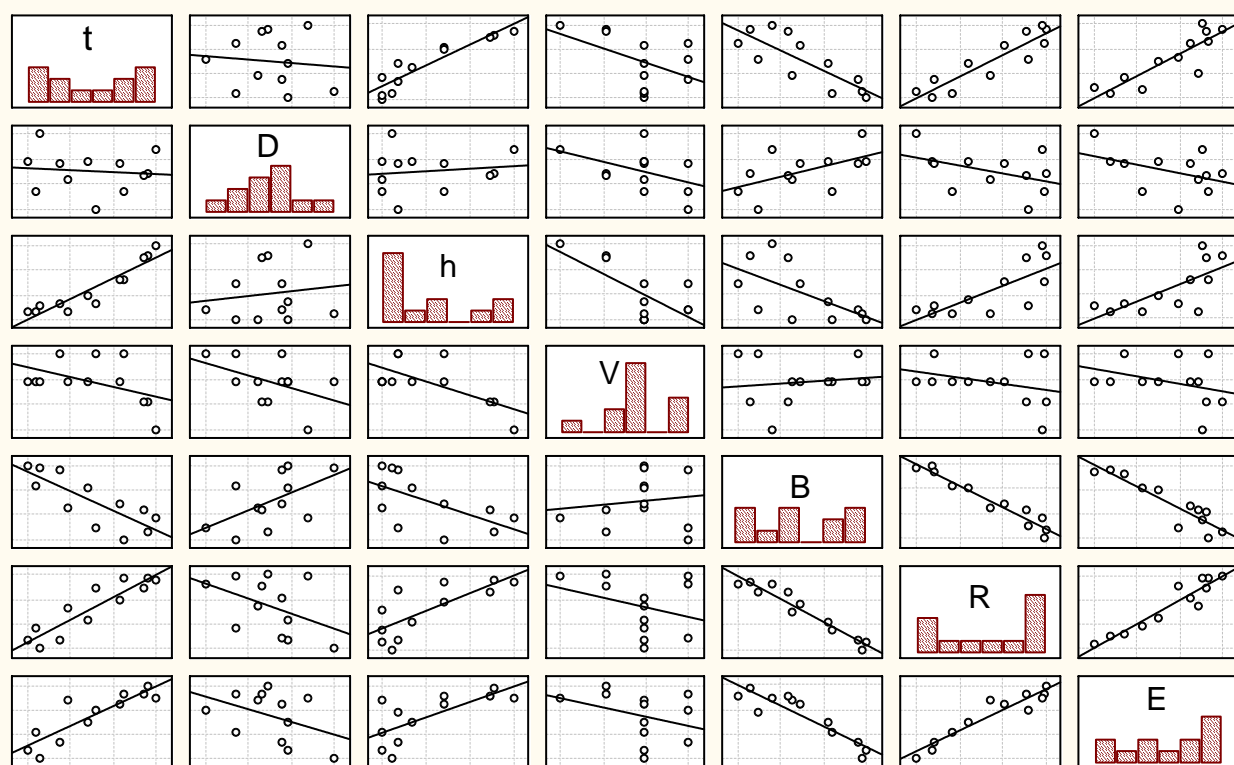


Рис. 4. Матрица корреляционных полей взаимосвязи климатических факторов

Анализ показал, что все перечисленные факторы имеют статистически значимую линейную корреляционную связь с температурой воздуха (рис. 5).

Далее по такой же методике оценивалось изменение потока отказов автомобилей в целом и их элементов в течение года. Доказано, что для всех основных агрегатов и систем автомобиля сезонное изменение потока отказов существенно (рис. 6).

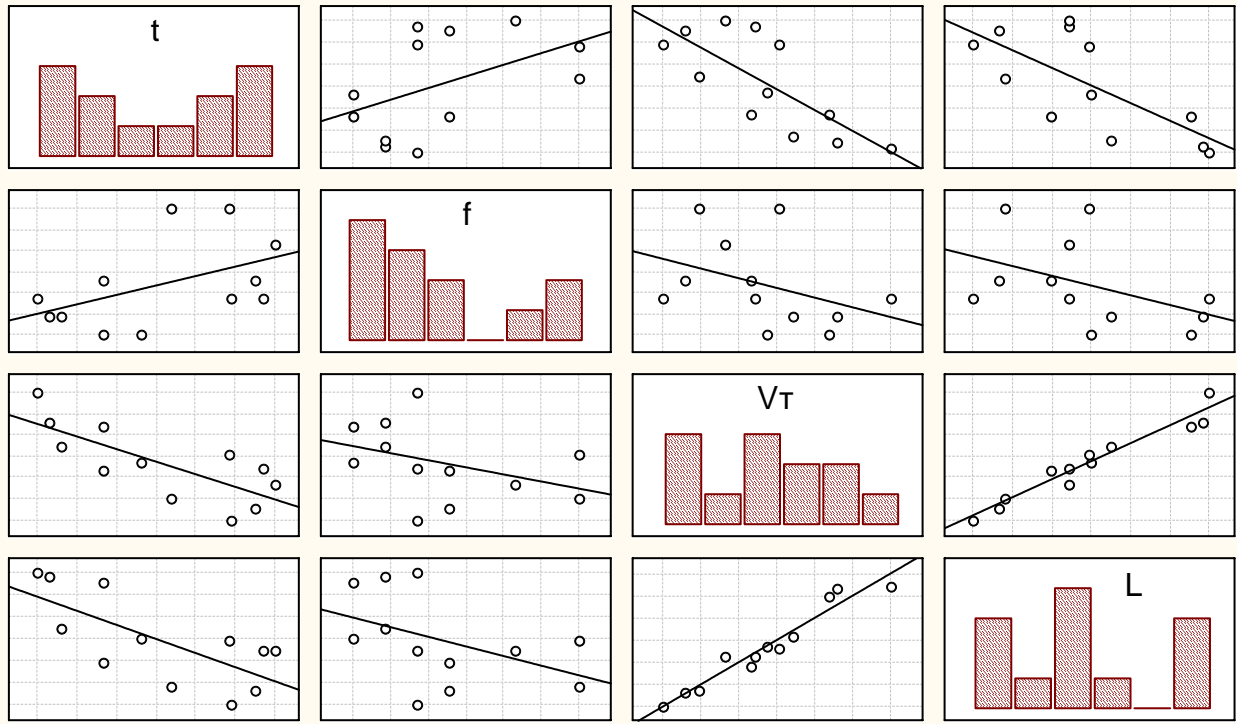


Рис. 5. Матрица корреляционных полей взаимосвязи температуры воздуха и эксплуатационных факторов

Модели изменения параметров потока отказов (1/1000 км) автомобиля и его элементов приведены ниже:

$$\omega_{\text{дв.}} = 0,054 + 0,030 \cdot \text{Cos}(30(T - 11,3)) + 0,011 \cdot \text{Cos}(30(2 \cdot T - 11,8));$$

$$\omega_{\text{КП}} = 0,020 + 0,010 \cdot \text{Cos}(30(T - 9,0)) + 0,015 \cdot \text{Cos}(30(4 \cdot T - 11,9));$$

$$\omega_{\text{РК}} = 0,042 + 0,020 \cdot \text{Cos}(30(T - 11,5)) + 0,021 \cdot \text{Cos}(30(2 \cdot T - 9,7)) + 0,016 \cdot \text{Cos}(30(4 \cdot T - 8,8));$$

$$\omega_{\text{РУ}} = 0,041 + 0,015 \cdot \text{Cos}(30(T - 7,5)) + 0,020 \cdot \text{Cos}(30(5 \cdot T - 6,8));$$

$$\omega_{\text{ВМ}} = 0,044 + 0,032 \cdot \text{Cos}(30(T - 11,4)) + 0,025 \cdot \text{Cos}(30(2 \cdot T - 9,9)) + 0,023 \cdot \text{Cos}(30(4 \cdot T - 8,3));$$

$$\omega_{\text{нр.}} = 0,031 + 0,019 \cdot \text{Cos}(30(T - 10,9)) + 0,017 \cdot \text{Cos}(30(2 \cdot T - 10,1));$$

$$\omega_{\text{авт.}} = 0,234 + 0,108 \cdot \text{Cos}(30(T - 11,4)) + 0,083 \cdot \text{Cos}(30(2 \cdot T - 10,1)).$$

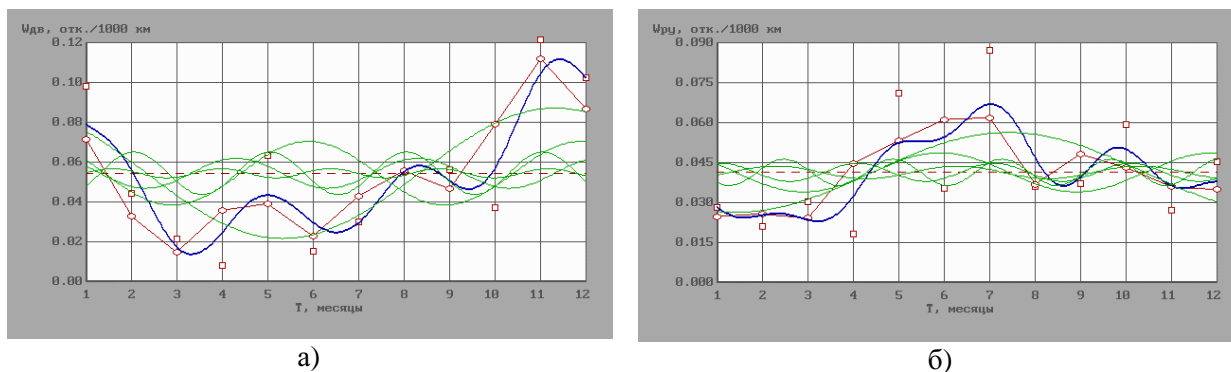


Рис. 6. Изменение по времени параметра потока отказов элементов автомобилей Урал-4320: а – двигателей; б - рулевых управлений

На следующем этапе исследований оценивалась степень влияния сезонных факторов на параметры потока отказов автомобиля и его элементов. Оценка значимости коэффициентов корреляции по критерию Стьюдента и учет корреляционных связей между факторами позволили выявить перечень факторов, которые необходимо учитывать при моделировании потока отказов: для двигателя такими факторами являются температура воздуха и доля дней с осадками; для коробки передач – только доля дней с осадками; для раздаточной коробки – температура воздуха; для рулевого управления – коэффициент сопротивления качению; для ведущих мостов – температура воздуха; для прочих отказов – влажность воздуха; для автомобиля в целом, так же, как и для двигателя - температура воздуха и доля дней с осадками.

Далее устанавливались закономерности влияния этих факторов на параметр потока отказов и разрабатывались математические модели этих закономерностей.

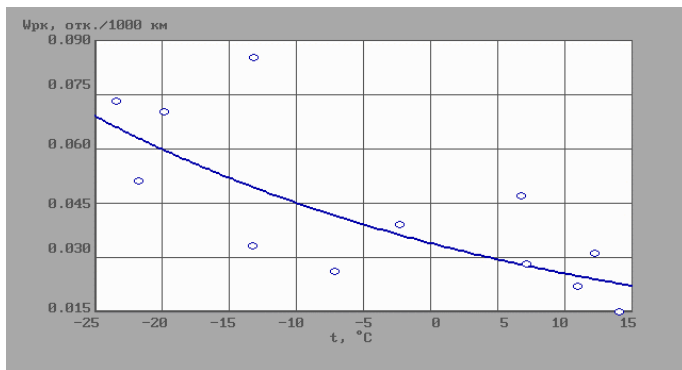
Выдвинутые в теоретических исследованиях гипотезы подтвердились частично. Предполагалось, что влияние температуры описывается квадратичной моделью. Анализ показал, что для двигателя и автомобиля в целом эта модель адекватна, а для раздаточной коробки и ведущих мостов наилучшую аппроксимацию обеспечивает экспоненциальная модель (рис. 7а и 7б). Влияние относительной влажности на параметр потока прочих отказов и коэффициента сопротивления качению на параметр потока отказов рулевых управлений описывается также экспоненциальными моделями.

На параметр потока отказов двигателей и автомобилей в целом, как установлено в данной работе, влияют температура воздуха и доля дней с осадками. Это влияние описывается двухфакторной моделью.

Частный вид моделей для двигателя и автомобиля приведен ниже:

$$\omega_{дв.} = 0,014 + 0,000015 \cdot (t - 7,1)^2 + 0,0011 \cdot e^{6,1 \cdot D}, \text{ 1/1000 км;}$$

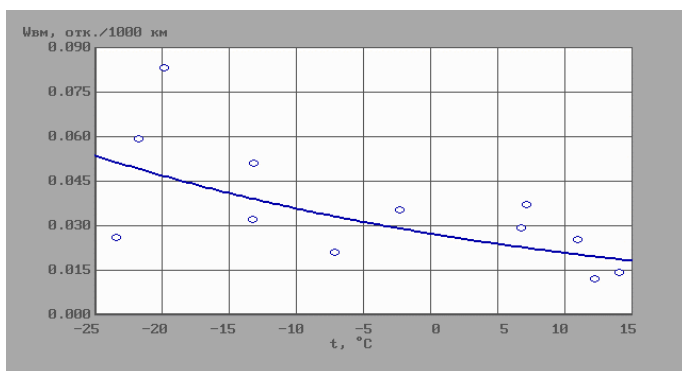
$$\omega_{авт.} = 0,042 + 0,000032 \cdot (t - 5,0)^2 + 0,0018 \cdot e^{7,6 \cdot D}, \text{ 1/1000 км.}$$



а) Влияние температуры воздуха на параметр потока отказов раздаточных коробок

$$\omega_{ПК} = 0,034 \cdot e^{-0,028t},$$

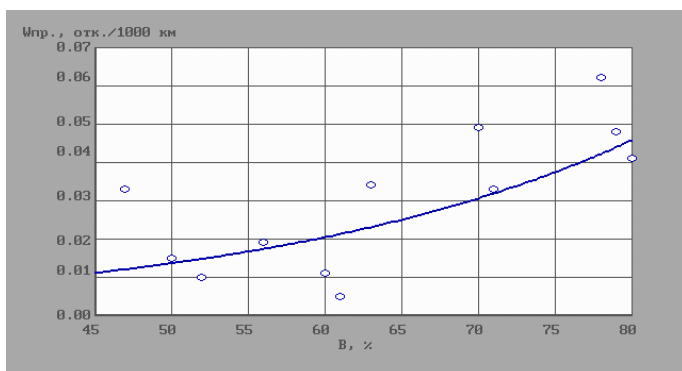
1/1000 км.



б) Влияние температуры воздуха на параметр потока отказов ведущих мостов

$$\omega_{ВМ} = 0,027 \cdot e^{-0,026t},$$

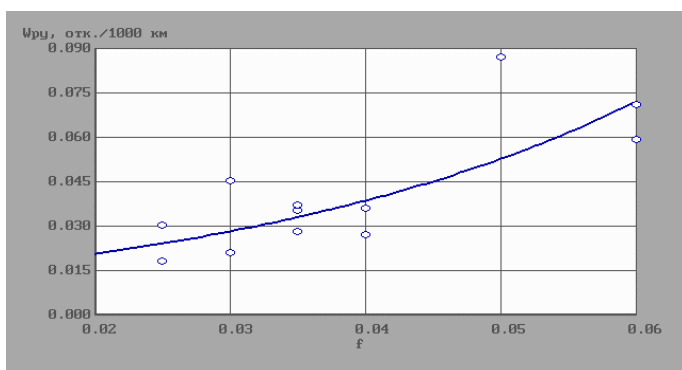
1/1000 км.



в) Влияние относительной влажности воздуха на параметр потока прочих отказов

$$\omega_{пр.} = 0,0018 \cdot e^{0,04 \cdot B},$$

1/1000 км.

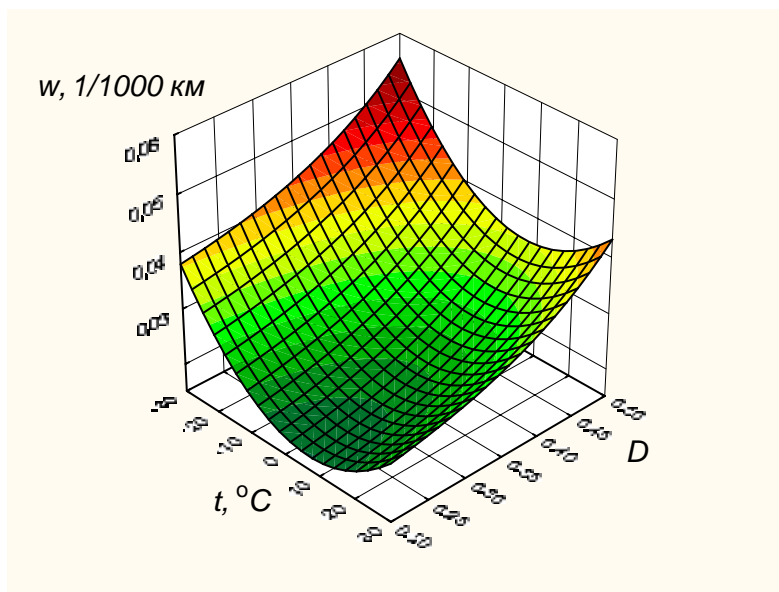


г) Влияние коэффициента сопротивления качению на параметр потока отказов рулевых управлений

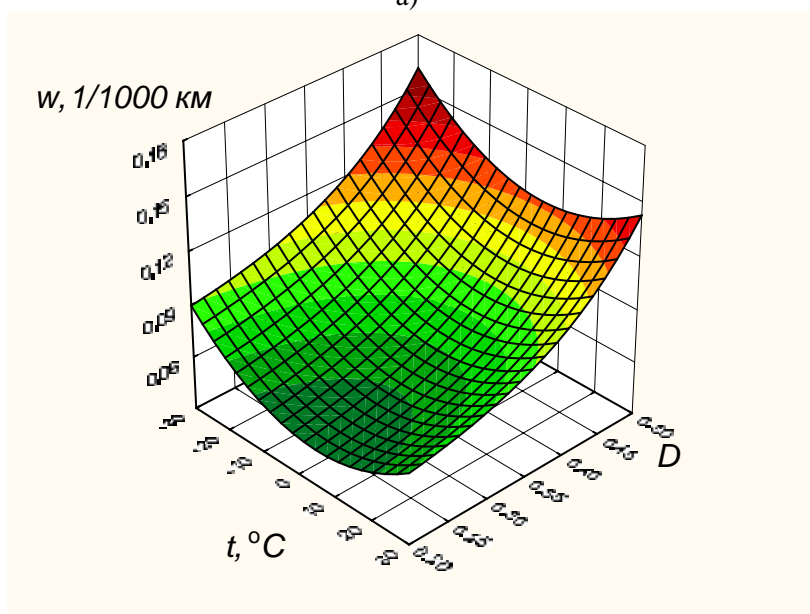
$$\omega_{РУ} = 0,011 \cdot e^{31 \cdot f},$$

1/1000 км.

Рис. 7. Влияние сезонных факторов на параметр потока отказов



а)



б)

Рис. 8. Влияние температуры воздуха и доли дней с осадками на параметр потока отказов двигателей (а) и автомобилей (б) КамАЗ-4310

Таким образом, в результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований решены первые три задачи исследований.

Четвертая глава

посвящена практическому использованию результатов исследований.

Полученные результаты можно использовать при расчете числа постов текущего ремонта, а также для корректирования объема оборотного фонда агрегатов с учетом сезонной вариации интенсивности и условий эксплуатации.

При определении числа постов ТР предложено коэффициент неравномерности поступления автомобилей рассматривать как произведение двух коэффициентов:

ϕ' - коэффициент, зависящий от числа автомобилей в парке;

ϕ'' - коэффициент,

учитывающий сезонную неравномерность потока отказов.

В соответствии разработанной методикой рассчитывается параметр потока отказов для каждого месяца с учетом изменения условий эксплуатации (табл. 2). Затем рассчитывается пробег за месяц, число отказов. Определяется среднемесячное число отказов, рассчитывается коэффициент неравномерности для каждого месяца. Для дальнейшего использования принимается максимальное значение ϕ'' .

Таблица 2

Расчет коэффициента сезонной неравномерности поступления автомобилей
на посты текущего ремонта

Месяц	t, °C	D	l, тыс. км/мес.	$\omega=f(t,D)$, 1/1000 км	$\Delta L=l \cdot \Delta T$, тыс. км	$\Omega_i=\omega \cdot \Delta L$, ед.	$\phi'' = \frac{\Omega_i}{\Omega_{cp}}$
Январь	-14	0,45	3,89	0,109	3,89	0,422	1,42
Февраль	-12	0,35	3,51	0,077	3,51	0,270	0,91
Март	-4	0,39	4,29	0,079	4,29	0,341	1,14
Апрель	3	0,29	3,87	0,058	3,87	0,226	0,76
Май	10	0,35	2,53	0,069	2,53	0,173	0,58
Июнь	16	0,41	2,6	0,086	2,6	0,225	0,76
Июль	18	0,49	2,65	0,122	2,65	0,323	1,09
Август	15	0,4	2,75	0,083	2,75	0,228	0,76
Сентябрь	9	0,44	3,22	0,094	3,22	0,301	1,01
Октябрь	1	0,45	3,24	0,098	3,24	0,316	1,06
Ноябрь	-6	0,44	2,57	0,097	2,57	0,249	0,84
Декабрь	-11	0,54	3,13	0,159	3,13	0,498	1,67
Всего					38,25	3,573	
Среднее				0,094	3,18	0,298	1,00

Ниже приведена таблица с результатами определения коэффициента сезонной неравномерности для различных климатических регионов и предприятий разной специфики.

Таблица 3

Рекомендуемые значения коэффициента неравномерности поступления автомобилей в зону ТР для различных климатических регионов и специфики работы АТП

Специфика работы АТП	Коэффициенты неравномерности для климатических регионов		
	Умеренный	Холодный	Очень холодный
АТП общего назначения	1,20	1,25	1,30
Сельхозперевозки	1,40	1,35	1,30
Обслуживание объектов нефтегазодобывающей промышленности	1,80	1,85	1,90

Использование полученных результатов на практике позволяет уменьшить простои автомобилей в ожидании ремонта, что снижает потери прибыли. Затраты на создание и содержание дополнительных постов ТР окупаются за короткий период.

Разработанная методика внедрена в Управлении технологического транспорта и специальной техники №3 ООО «Сургутгазпром». Экономический эффект составляет 120...180 руб. на один автомобиль в год. Кроме того, результаты исследований используются в учебном процессе ТюмГНГУ при подготовке инженеров по эксплуатации автомобильного транспорта.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. На основе выполненных исследований решена важная научно-практическая задача по установлению закономерностей влияния сезонных условий на формирование потока отказов автомобилей и разработке на этой основе методики корректирования расчетного числа постов ТР.

2. Установлены закономерности формирования потока отказов автомобилей. Поток отказов определяется параметром потока, который характеризует интенсивность процесса, и наработкой в единицу времени.

3. Установлен перечень факторов, которые необходимо учитывать при моделировании потока отказов: для двигателя такими факторами являются температура воздуха и доля дней с осадками; для коробки передач – только доля дней с осадками; для раздаточной коробки – температура воздуха; для рулевого управления – коэффициент сопротивления качению; для ведущих мостов – температура воздуха; для прочих отказов – влажность воздуха; для автомобиля в целом, так же, как и для двигателя - температура воздуха и доля дней с осадками.

4. Установлены закономерности и математические модели влияния сезонных факторов на поток отказов автомобилей и их элементов. Для двигателя и автомобиля влияние температуры на параметр потока отказов описывается квадратичной моделью, а для раздаточной коробки и ведущих мостов наилучшую аппроксимацию обеспечивает экспоненциальная модель. Влияние относительной влажности на параметр потока прочих отказов и коэффициента сопротивления качению на параметр потока отказов рулевых управлений описывается также экспоненциальными моделями. Установлен вид двухфакторных моделей влияния температуры и доли дней с осадками на параметр потока отказов двигателей и автомобилей в целом.

5. Полученные результаты предложено использовать при расчете числа постов текущего ремонта. Для этого предлагается коэффициент неравномерности поступления автомобилей рассматривать как произведение двух коэффициентов: коэффициента, зависящего от числа автомобилей в парке, и коэффициента, учитывающего сезонную неравномерность потока отказов.

6. Рассчитаны значения коэффициента сезонной неравномерности поступления автомобилей на посты ТР для различных климатических регионов и предприятий разной специфики.

7. Разработанная методика внедрена в Управлении технологического транспорта и специальной техники №3 ООО «Сургутгазпром». Кроме того, результаты исследований используются в учебном процессе ТюмГНГУ.

Основное содержание диссертации **опубликовано** в следующих работах.

1. Захаров Н.С., Ракитин А.Н. Расчет мощности зоны текущего ремонта автомобилей с учетом сезонной вариации условий эксплуатации // Пути совершенствования технической эксплуатации и ремонта машин АТК: Тез. докл. междунаrod. науч.-практич. семинара. – Владимир, ВлГУ, 1997, с. 7-8.

2. Захаров Н.С., Ракитин А.Н. Методический подход к проектированию предприятий технологического транспорта для обслуживания магистральных трубопроводов // Научно-технические проблемы Западно-Сибирского нефтегазового комплекса: Сб. науч. тр. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1997, с. 153-156.

3. Захаров Н.С., Ракитин А.Н. Влияние сезонных условий на параметр потока отказов автомобилей КамАЗ // Эксплуатация технологического транспорта и специальной автомобильной и тракторной техники в отраслях топливно-энергетического комплекса: Межвуз. сб. науч. тр.- Тюмень: ТюмГНГУ, 1998. – С. 63-66.

4. Захаров Н.С., Довбня Б.Е., Ракитин А.Н. Имитационная модель восстановления транспортной подсистемы производственных систем нефтегазового комплекса // Моделирование технологических процессов бурения, добычи и транспортировки нефти и газа на основе современных информационных технологий: Материалы всероссийск. науч.-техн. конф. – Тюмень, 1998. - С. 129-130.

5. Захаров Н.С., Довбня Б.Е., Ракитин А.Н. Совершенствование методики проектирования предприятий технологического транспорта для обслуживания магистральных трубопроводов // Академия транспорта. Уральское межрегиональное отделение. Вестник. – Курган, 1998. - С. 28-30.

6. Захаров Н.С., Довбня Б.Е., Ракитин А.Н. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий: Учебное пособие. - Тюмень: Вектор Бук, 1998. – 160 с.

7. Захаров Н.С., Григорьян Т.А., Довбня Б.Е., Ракитин А.Н. Использование гармонических рядов для моделирования сезонных изменений технико-экономических показателей работы автомобилей // Приспособленность автомобилей, строительных и дорожных машин к суровым условиям эксплуатации: Межвуз. сб. науч. тр. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. – С. 65-67.

8. Захаров Н.С., Григорьян Т.А., Довбня Б.Е., Ракитин А.Н. Влияние сезонных условий на производственные программы предприятий по техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобилей // Приспособленность автомобилей, строительных и дорожных машин к суровым условиям эксплуатации: Межвуз. сб. науч. тр. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. – С. 67-69.

9. Ракитин А.Н., Захаров Н.С. Влияние сезонных условий на параметр потока отказов спецавтомобилей на шасси КрАЗ-255 // Приспособленность автомобилей, строительных и дорожных машин к суровым условиям эксплуатации: Межвуз. сб. науч. тр. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. – С. 134-137.

10.Ракитин А.Н. Проектирование предприятий технологического транспорта нефтегазодобывающей промышленности // Приспособленность автомобилей, строительных и дорожных машин к суровым условиям эксплуатации: Межвуз. сб. науч. тр. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. – С. 131-134.

11.Ракитин А.Н., Григорьян Т.А., Захаров Н.С. Оценка сезонных факторов, влияющих на поток отказов автомобилей // Проблемы адаптации техники к суровым условиям: Доклады междунаро. науч.-практ. конф. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. – С. 205-207.

12.Захаров Н.С., Григорьян Т.А., Довбня Б.Е., Петелин А.А., Ракитин А.Н. Учет сезонных условий при технической эксплуатации автомобилей // Научные проблемы Западно-Сибирского нефтегазового комплекса: Тез. докл науч.-техн. конф. – Тюмень, ТюмГНГУ, 1999. – С. 342-344.

13.Ракитин А.Н. Влияние сезонных условий на надежность автомобилей // Приспособленность машин к суровым условиям: Межвуз. сб. науч. тр. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2001. – С. 42-44.

14.Захаров Н.С., Ракитин А.Н., Орлов С.М. Влияние сезонных условий на надежность автомобилей и расход запасных частей // Проблемы эксплуатации машин в суровых условиях: Материалы междунаро. науч.-практ. конф. Часть 2. – Тюмень, 2002. – С. 113-115.

15.Ракитин А.Н., Пинигина Е.П. Влияние сезонных условий на параметр потока отказов двигателей автомобилей КраЗ-255 // Транспортный комплекс - 2002: Материалы науч.-практич. семинара международной выставки-ярмарки. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2002. – С. 168-170.

16.Ракитин А.Н. Влияние сезонных условий на параметр потока отказов автомобилей Урал-4320 // Транспортные системы Сибири: Материалы Всероссийской науч.-техн. конф. – Красноярск: КГТУ, 2003. – С. 115-117.

Подписано в печать 19.03.2004

Заказ №

Формат 60×84 1/16

Отпечатано на RISO GR 3750

Бум. писч. №1

Усл. изд. л. 1,0

Усл. печ. л. 1,0

Тираж 120 экз.

Издательство «НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Тюменский государственный нефтегазовый университет»

625000, Тюмень, ул. Володарского, 38

Отдел оперативной полиграфии издательства «Нефтегазовый университет»

625000, Тюмень, ул. Володарского, 38