

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

МАЛЫШАКОВ Альберт Владимирович

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СЕЗОННЫХ УСЛОВИЙ НА
НАДЕЖНОСТЬ ПНЕВМОПОДВЕСКИ АВТОБУСОВ БОЛЬШОГО
КЛАССА**

05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель -
доктор технических наук, профессор
Захаров Николай Степанович

Санкт-Петербург
2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	10
1.1. Основные тенденции развития технической эксплуатации автомобилей	10
1.2 Факторы, влияющие на надежность пневмоподвески и на расход запасных частей автобусов большого класса.....	16
1.3 Закономерности изменения условий эксплуатации	22
1.4 Методы снабжения запасными частями	25
1.5 Выводы. Задачи исследований	32
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	34
2.1. Общая методика исследований	34
2.2. Методика определения потребного количества запасных частей пневмоподвески автобусов большого класса.....	36
2.3. Схема концептуальной модели формирования потребного количества запасных частей.....	38
2.4. Локализация системы	39
2.5. Влияние сезонных изменений природно-климатических условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса	41
2.6. Математические модели влияния климатических факторов на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса	44
2.7. Разработка имитационной модели изучаемой системы.....	45
2.8. Выводы по главе 2.....	49
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	50
3.1. Цель и задачи экспериментальных исследований.....	50
3.2. Методика проведения экспериментальных исследований	50

3.2.1. Общая методика экспериментальных исследований	50
3.2.2. Планирование эксперимента.....	51
3.2.3. Методика сбора данных об интенсивности эксплуатации и отказах автомобилей.....	53
3.3. Результаты экспериментальных исследований	53
3.3.1. Закономерность распределения наработок на отказ пневмоподвески автобуса большого класса	53
3.3.2. Сезонные изменения интенсивности отказов пневмоподвески автобусов большого класса	57
3.3.3. Проверка гипотез о виде математических моделей влияния температуры воздуха и доли дней с осадками на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого.....	59
3.3.4. Оценка влияния температуры на деформацию пневмобаллонов	62
3.3.4. Проверка гипотезы о виде многофакторной модели влияния сезонных условий на интенсивности отказов пневмоподвески автобусов большого класса	65
3.4. Выводы по главе.....	68
4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ..	69
4.1. Анализ действующей в транспортных предприятиях ОАО «Сургутнефтегаз» системы снабжения запасными частями	69
4.1.1. Общие принципы работы системы.....	69
4.1.2 Эффективность системы восстановления работоспособности пневмоподвески.....	71
4.2 Определение оптимального уровня запаса пневмобаллонов на складе....	73
4.3. Методика определения потребного количества пневмобаллонов автобусов большого класса.....	90

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	92
СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ А	111
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ В	147
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	153
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	154
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	155

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Востребованность углеводородных ресурсов Сибири в условиях падения цен на энергоносители требует снижения себестоимости их добычи. На долю транспорта приходится до половины всех расходов по добыче нефти и газа. Кроме специальных автомобилей, непосредственно участвующих в производственных процессах нефтегазодобычи, важную роль играют также пассажирские транспортные средства (автобусы), перевозящие персонал к месту работы.

Климатические условия сибирского региона в зимний период снижают надежность автомобилей, это вызвано экстремально низкими температурами окружающей среды, достигающими до $-50...-60$ °С [6, 7, 24, 25, 25, 26, 27, 30, 47, 92, 68, 98]. При таких низких температурах металлические и полимерные материалы [44, 95, 96, 97, 98], применяющиеся в конструкции автобусов, становятся хрупкими, возрастает количество внезапных отказов. Практика показывает, что количество отказов в зимнее и осеннее время, по сравнению с летним, возрастает в 5-6 раз [69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 95, 96, 97, 98]. Кроме того, продолжительная и холодная зима способствует накоплению снега. Например, в ХМАО в твердом виде выпадает свыше 30% годового количества осадков. Повышенный снежный покров совместно с низкой температурой усиливают негативное воздействие на узлы и агрегаты автомобиля, особенно это касается деталей пневматической подвески. Исследования показывают, что сезонные снижения температуры воздуха приводит к значительному повышению количества отказов и простоев автомобилей по этой причине.

Потребность в запасных частях для восстановления работоспособности пневмоподвески в разные периоды года различны, и это не всегда учитывается действующей в автотранспортных предприятиях системой управления запасами на складе. Поэтому определение оптимального уровня запасов элементов подвески в разные периоды года с учетом особенностей эксплуатации служебных автобусов и сезонной вариации температуры окружающей среды, а также

интенсивности осадков, является задачей, востребованной практикой, требующей привлечения науки.

Степень разработанности темы исследования.

Вопрос обеспечения надежности автомобилей изучается длительное время. В разные периоды исследованиями, направленными на его решение, занимались ведущие институты страны: НАМИ, НИИАТ, СПбГАСУ, МАДИ, ВГТУ, СИБАДИ, ВГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, КАДИ, ОГУ, ХАДИ, ТюмГНГУ и многие другие.

Влияние температурных условий на надежность автомобиля отражено в трудах Е.С. Кузнецова, И.А. Луйка, Л.Г. Резника, Г.М. Ромалиса, С.Т. Чаркова, Н.С. Захарова, В.А. Максимова, М.И. Филатов, А.Н. Ракитина, Н.В. Семенова, Ю.С. Уржумцева, С.А. Чернова, Я.И. Кувшинова и других.

Надежность подвески исследовали Р.В. Ротенберг, И.Г. Пархиловский, Р.А. Акопян, М.Д. Агеев, Н.Н. Яценко, В.Я. Анилович, В.П. Афанасьев, В.К. Вахламов, А.И. Бучин, Ф.А. Цхай и другие.

Динамику работы пневмоподвески изучали Р.А. Акопян, Я.М. Певзнер, А.М. Горелик, В.А. Поляков, К.И. Гвинерия, Г.Д. Джохадзе, Н.Н. Рахманов, Б.И. Гершман, И.М. Рябов, А.К. Бируля, Н.А. Бухарин, В.Л. Бидерман, Н.Ф. Метлюк, В.П. Автушко и другие.

Обзор и анализ выполненных перечисленными учеными работ показывает, что влияние сезонных колебаний и условий эксплуатации изучено не в полной степени, поэтому требуется разработать методическое обеспечение для учета влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса.

Цель и задачи исследования.

Цель исследования – разработка методики оценки влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса для решения задачи определения потребного количества запасных частей.

Задачи исследования:

- 1) осуществить обзор и анализ выполненных исследований с целью обоснования научной новизны исследуемой темы;
- 2) обосновать факторы, значимо влияющие на надежность элементов пневмоподвески автобусов большого класса;
- 3) установить закономерности влияния выбранных факторов на показатели надежности пневмоподвески;
- 4) разработать математическую модель найденных закономерностей;
- 5) разработать имитационную модель формирования потребности в элементах пневмоподвески при эксплуатации автобусов в переменных природно-климатических условиях;
- 6) разработать методику оценки влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса и оценить экономический эффект от практического использования полученных результатов.

Объект исследования – процесс формирования потока отказов пневмоподвески автобусов большого класса с учетом сезонной вариации природно-климатических факторов.

Предмет исследования – методика оценки влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- определены факторы, влияющие на надежность пневмоподвески автобусов большого класса и закономерности их влияния на интенсивность потока отказов пневмобаллонов;
- разработаны математические модели влияния сезонных факторов на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса;
- разработана имитационная модель формирования потребности в элементах пневмоподвески при эксплуатации автобусов в переменных природно-климатических условиях;

- разработана методика определения потребности количества запасных частей, на основе имитационной модели и выявленных закономерностей формирования потребности в запасных частях в течение года.

Методической основой диссертационного исследования являются экспериментальные и теоретические методы исследования - системный анализ, метод априорного ранжирования, пассивный натурный и активный имитационный эксперименты, корреляционно-регрессионный анализ, имитационное моделирование, компьютерное программирование.

Область исследования соответствует требованиям паспорта научной специальности ВАК 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, п. 2. «Оптимизация планирования, организации и управления перевозками пассажиров и грузов, технического обслуживания, ремонта и сервиса автомобилей, использования программно-целевых и логистических принципов» и п. 9. «Эксплуатационная надежность автомобилей, агрегатов и систем».

Практическая ценность и реализация результатов исследований.

По результатам проведенных экспериментально-теоретических исследований разработано методическое и программное обеспечение (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016610010, дата регистрации 11.01.2016), позволяющее рассчитывать количество пневмобаллонов с учетом сезонной вариации интенсивности и условий эксплуатации, использование, которого даст возможность уменьшить простои автомобилей в ожидании ремонта, что снижает потери прибыли.

Базовые положения диссертационного исследования внедрены в Сургутском УТТ №3 ОАО «Сургутнефтегаз», что подтверждено соответствующим актом о внедрении от 13.11.2015 №33-01-40-2295.

Результаты исследования применяются в учебном процессе ТИУ при подготовке студентов по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», что подтверждено актом о внедрении в учебный процесс (протокол №11 от 01.06.2016).

Апробация работы. Основные результаты исследования доложены, обсуждены и одобрены на международной научно-практической конференции «Проблемы функционирования систем транспорта» (Тюмень, 2013, 2014, 2015, 2016 г.); международной научно-практической конференции «Транспортные и транспортно-технологические системы» (Тюмень, 2013, 2014, 2015 г.), всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии – нефтегазовому региону» (Тюмень, 2013, 2014 г.), на IV международном конгрессе студентов и молодых ученых (аспирантов, и докторантов) «Актуальные проблемы строительства», секция «Техническая эксплуатация транспортных средств» (Санкт-Петербург, 2016 г.).

Публикации. Материалы диссертации опубликованы в 29 печатных работах общим объемом 6,13 п.л., лично автором – 4,07 п.л., в том числе 6 работ опубликованы в изданиях, входящих в утвержденный ВАК РФ перечень ведущих рецензируемых научных журналов.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, 4-х глав с выводами по каждой из них, общих выводов. Диссертационная работа содержит 155 страниц машинописного текста, в том числе 20 таблиц, 48 рисунков, список использованной литературы из 157 наименований отечественных и зарубежных авторов, 6 приложений на 45 страницах.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1. Основные тенденции развития технической эксплуатации автомобилей

Одной из характерных особенностей научно-технической революции является интенсивность развития всех средств коммуникации общества, в том числе и транспорта. За последние 20-25 лет мировой автомобильный парк увеличился в 4-4,5 раза [1, 2, 3, 6], достигнув 300 млн. автомобилей. К концу XX века автомобильный парк превысил 380 ... 420 млн. автомобилей [1, 2, 3, 6].

Эксплуатация автомобильного парка связана с решением ряда сложных научно-технических, экономических и организационных проблем [1, 2, 3, 6].

Это, с одной стороны, обеспечение надежного и безопасного функционирования транспортной системы, требующее увеличения затрат на создание новых, более надежных и безопасных автомобилей, дорожное строительство, создание необходимой производственной базы и повышение квалификации персонала, совершенствование средств обслуживания и т.д.

Как следует из табл. 1.1, [45, с. 9] затраты, связанные с созданием производственной базы, техническим обслуживанием и ремонтом, значительны, но даже при этих затратах из-за отказов некоторых узлов и агрегатов автомобили простаивают в техническом обслуживании и ремонте.

С другой стороны – это требование сокращения значительных транспортных издержек, в том числе и затрат на техническую эксплуатацию автомобилей, являющееся предпосылкой дальнейшего развития транспортной системы [42].

Автомобильная и смежная отрасли промышленности обеспечивают количественный рост и изменение качественного состава парка, опираясь на требования потребителей.

Дорожно-строительная отрасль и органы регулирования обеспечивают улучшение условий движения.

Наличие соответствующей программы позволяет определить общегосударственные, межотраслевые и отраслевые задачи в планируемом периоде (рис. 1.1), [42, 43, 44, 45, 46, 47, 48] конкретизировав их в виде соответствующих планов и выделяемых ресурсов. Существенное влияние на методы реализации плана отраслью оказывает политика в области заработной платы, цен и тарифов.

Таблица 1.1

Средние затраты и капиталовложения на техническое обслуживание и ремонт автомобилей при сложившихся среднегодовых пробегах, млн. руб. [42, 46]

Тип автомобиля	Средне годовые затраты на ТО и ТР		Капитальные затраты на производственную базу на 1 автомобиль
	всего	в том числе запасные части	
Легковой, индивидуального пользования	0,14 - 0,17	0,06 - 0,08	0, 41- 0,43
Легковое, такси	0,55 - 0,62	0,25 - 0,30	3,8 – 4,4
Грузовой	0,77 - 0,85	0,20 - 0,35	3,0 - 3,2
Автобус	1,25 - 1,45	0,6- 0,75	6,6 - 7,7

В этих условиях может осуществляться управление эксплуатационной надежностью и определение места службы технической эксплуатации [44, 46, 47, 48]. Для службы технической эксплуатации общий план перевозок должен быть трансформирован в количество технически исправных автомобилей, готовых к транспортному процессу, и необходимых для этого трудовых и материальных ресурсов.

Обобщение опыта [6, 27, 30, 104, 105] показывает, что имеется устойчивая связь между коэффициентами выпуска α_B и технической готовности α_T , которые для транспорта общего пользования характеризуется следующим образом:

По грузовым автомобилям ... $\alpha_B^r = 0,77\alpha_T^r$

автобусам ... $\alpha_B^a = 0,93\alpha_T^a$

автомобилям-такси ... $\alpha_B^T = 0,92\alpha_T^T$ [42, с. 13].

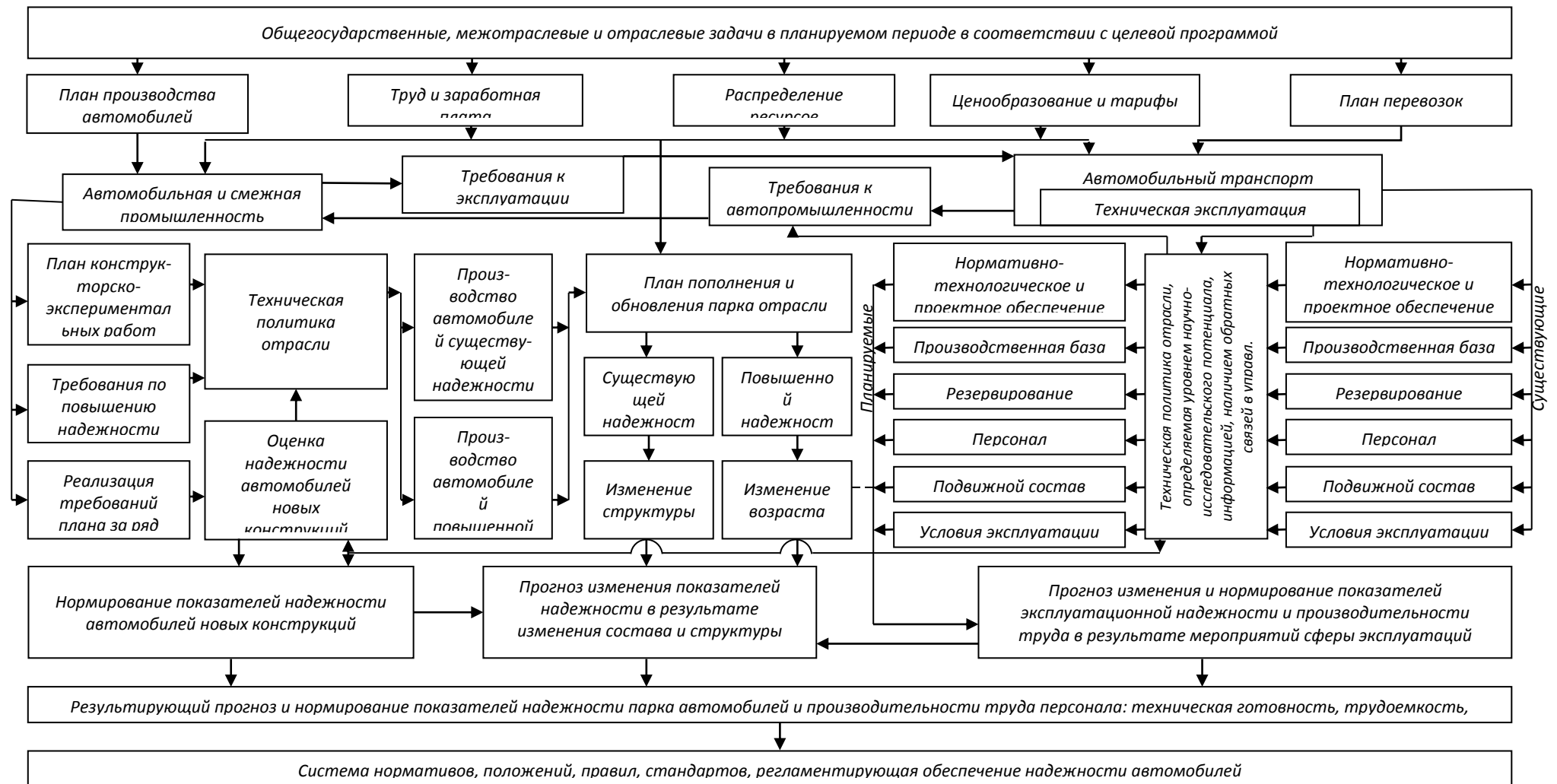


Рис. 1.1. Схема взаимодействия смежных отраслей при решении общегосударственных, межотраслевых и отраслевых задач в планируемом периоде[42]

Исследования эксплуатационной надежности автобусов большого класса проводил Е.С. Кузнецов [42, с.130] на примере класса автобусов семейства Икарус.

Метод установленных рациональных нормативов по режимам профилактики, разработанный НИИАТом и принятый при выполнении данной работы, состоит в выделении характерных родственных совокупностей деталей, узлов, соединений, оказывающих главное влияние на надежность автобусов и проведения за ними эксплуатационных наблюдений, имеющих цель – определение для каждой совокупности рациональных нормативов по режимам профилактики.

Данные, полученные на пробеге подконтрольной группы автобусов с начала эксплуатации до 100 тыс. км, приведены в таб. 1.2.

По автобусам Икарус - 260 наибольшее количество отказов (17,9 %) приходится на двигатель и его системы (охлаждения, топливную и выпуска отработавших газов), на тормозную систему приходится 12,8 %, на шины и электрооборудование - 12,6 %, на подвеску – 11,7 %.

По автобусам Икарус - 255 наибольшее количество отказов – 17,6 % - приходится на электрооборудование, на подвеску приходится 15,8 %, на двигатель и его системы – 15,6 %, шины -15,2 %, на тормозную систему -10,4 %.

По автобусам Икарус - 250 наибольшее количество отказов приходится на подвеску – 23,1 %, на двигатель приходится 16,7 %, на электрооборудование и шины – 11,5 %, на тормозную систему – около 8 %. На основе этих данных построена для данной модификации автобусов диаграмма Парето (рис. 1.2).

Распределение отказов по остальным агрегатам и системам автобусов примерно одинаково.

В двух случаях с автобусами Икарус-255, 250 наибольшее количество отказов связано с подвеской. Излом подкоренного листа №1 и листа

коренной рессоры; износ подушки дополнительной рессоры и амортизатора; трещина кронштейна дополнительной рессоры [56, 57, 58, 59, 60, 61].

Таблица 1.2

Распределение отказов, средний поток отказов и наработка на отказ автобусов Икарус [42]

Агрегаты	Автобус Икарус-260 на пробеге с начала эксплуатации до 100 тыс. км			Автобус Икарус-255 на пробеге с начала эксплуатации до 100 тыс. км			Автобус Икарус-250 на пробеге с начала эксплуатации до 150 тыс. км		
	Процент распределе	Средний поток	Средняя наработка	Процент распределе	Средний поток	Средняя наработка	Процент распределе	Средний поток	Средняя наработка на отказ,
Двигатель	17,98	0,30	3,1	15,62	0,22	1,5	16,71	,024	3,9
Коробка передач	1,70	0,03	34,8	3,12	0,04	22,9	3,34	0,050	20,5
Передний мост	5,63	0,10	10,5	3,39	0,05	21,1	5,19	0,08	13,2
Сцепление	3,12	0,05	18,9	3,91	0,05	18,3	3,71	0,05	18,5
Рулевое управление	5,77	0,10	10,2	4,69	0,06	15,3	7,42	0,11	9,2
Карданная передача	1,63	0,03	36,2	1,30	0,02	55,0	2,23	0,03	30,8
Задний мост	4,29	0,07	13,8	5,22	0,07	13,7	3,15	0,04	21,7
Подвеска	11,74	0,20	5,0	15,88	0,22	4,5	23,19	0,34	2,9
Тормоза	12,83	0,22	4,6	10,42	0,15	6,9	7,79	0,12	8,8
Электрооборудование	12,63	0,21	4,6	17,58	0,25	4,1	11,13	0,17	6,1
Кузов	10,5	0,17	5,9	3,64	0,05	19,6	4,64	0,06	14,8
Шины	12,63	0,22	4,7	15,23	0,2	4,7	11,50	0,17	5,9
Итого	100,0	1,70	0,6	100,0	1,40	0,7	100,0	1,46	0,7

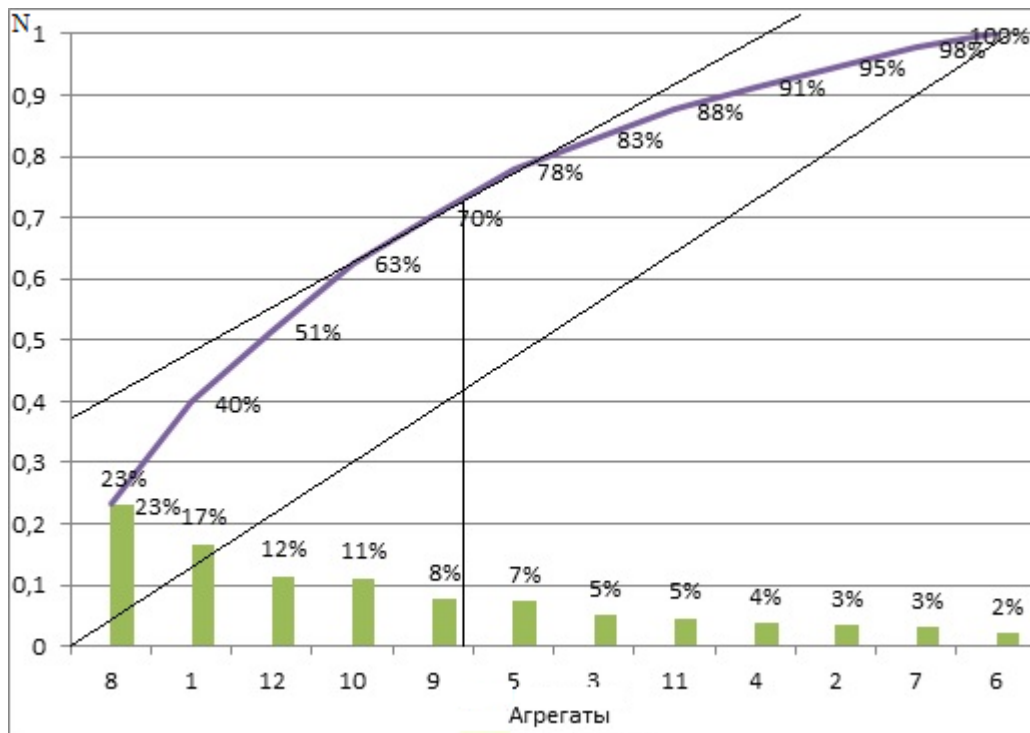


Рис.1.2 Диаграмма Парето распределения отказов для автобусов Икаруса 250:

1 - подвеска задняя; 2 - сцепление; 3 - электрооборудование; 4 - кузов; 5 - шины; 6 - рулевое управление; 7 - коробка передач; 8 - двигатель; 9 - тормоза; 10 - шины; 11 - карданная передача; 12 - передняя подвеска

Важно отметить, что пневмоподвеска, а именно пневмобаллон, относится к перечню лимитирующих деталей [56, 57, 58, 59, 60, 61]. Существует три способа определить перечень деталей, относящихся к лимитирующим надежность (рис. 1.3).

Примером одного из способа определения перечня деталей критических по надежности, является ABC анализ.

Графический метод является наиболее наглядным и позволяет получить достаточную для практических целей точность. Для этого необходимо составить убывающий ряд числа отказов деталей пневмоподвески. Полученный ряд представим в виде графика (рис. 1.2), где на оси ординат указаны значения числа отказов по каждой из деталей, а на оси абсцисс – значения числа наименований деталей n. Через полученные

точки проводим плавную кривую. На построенной кривой находим точку перегиба, в которой наблюдается заметное снижение числа отказов, и из нее опускаем перпендикуляр на ось абсцисс. Точка пересечения с осью и определит число наименований деталей, которые следует отнести к лимитирующим надежность. В данном случае 5 систем оказались в перечне критических по надежности - это двигатель, передняя и задняя подвеска, шины и тормоза, они и составили 70% деталей, критических по надежности [56, 57, 58, 59, 60, 61, 55].

Важнейшими элементами автомобиля являются механизмы подвески. Особенно надежность подвески актуальна для автобусов большого класса, так как от ее состояния существенно зависят комфорт и безопасность пассажиров [111, 112, 113, 114, 115, 116, 117].

1.2 Факторы, влияющие на надежность пневмоподвески и на расход запасных частей автобусов большого класса

Надежность пневмоподвески зависит от большого количества факторов. Которые в свою очередь можно разделить на климатические, дорожные, режим работы и т.д. Климатическим факторам относятся температура (высокие и низкие ее значения), доля дней с осадками, влажность, солнечная радиация, туманы, пыльные бури (рис. 1.5).

Изменения свойств материалов зависит не только от наличия перечисленных факторов, но также и от интенсивности и продолжительности их проявления. Следует отметить, что климатические факторы интенсифицируют отказы, которые возникают в результате действия сил трения, усталостных явлений в металле, случайных перегрузок и других проявлений износа деталей. На рис. 1.4 показаны воздействия климатических факторов на автомобиль [66, с. 94].

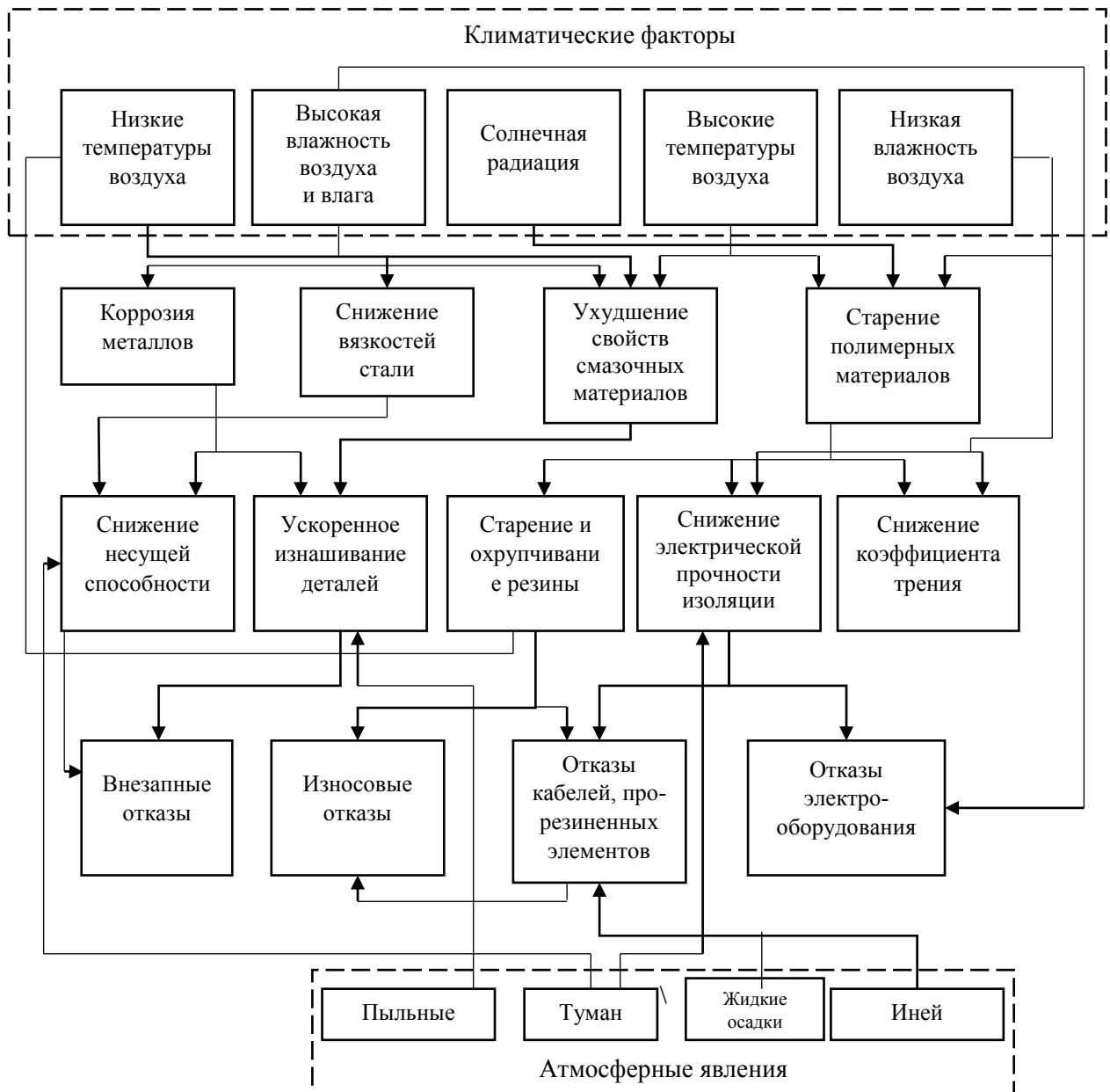


Рис. 1.4. Схема комплексного влияния основных климатических факторов и атмосферных явлений на надежность объектов [66]

Кузнецовым Е.С. предложена классификация факторов, влияющих на расход запасных частей (рис. 1.5). Большинство авторов берут за основу данную классификацию, добавляя новые исследования. Совокупность факторов, определяющих потребности в запасных частях, обычно делят на четыре группы: конструктивные, эксплуатационные, технологические и организационные [43, 44, 45, 46, 47, 48].



Рис. 1.5. Классификация факторов, влияющих на расход автомобильных запчастей [52]

В своих исследованиях Луйк И.А. выделяет три основных типа факторов, которые влияют на техническое состояние автомобиля. Первый - конструктивные факторы определяются формами, размерами деталей, жесткостью конструкции и т.д. Технологические факторы зависят от качества материалов, используемых для изготовления деталей, применения соответствующей термической обработки их и сборочных работ. На техническое состояние автомобиля в большей степени оказывают влияние выше перечисленные факторы [52, 53, 54, 55, 56].

Говорущенко Н.Я. предложено разделить запасные части на четыре вида. Первый вид - детали, от которых зависит безопасность движения (в процессе эксплуатации автомобилей они периодически меняются, независимо от их состояния). Второй вид - детали, срок службы которых равен пробегу автомобилей до капитального ремонта (в процессе эксплуатации не меняются). Третий вид - детали, имеющие ограниченный срок службы и замена которых предусмотрена в процессе эксплуатации

автомобилей. Четвертый вид - детали, замена которых сопутствует замене деталей первых трех групп (прокладки, уплотнения, крепежные детали и т.д.).

На автотранспортные предприятия основное внимание должно уделяться снабжению запчастями первой, третьей и четвертой группы. Срок службы агрегатов и отдельных деталей, в значительной мере, зависит от условий эксплуатации автомобилей. Поэтому в каждом автомобильном предприятии следует вести статистический анализ сроков службы отдельных узлов и деталей и на основе этого осуществлять планирование и снабжение запчастями [17, 18, 19, 20, 21].

Максимов В.А. опираясь на методику, ранее предложенную Кузнецовым Е.С., предложил декомпозицию условий эксплуатации, определяющих расход запасных частей (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Декомпозиция условий эксплуатации, определяющих расход запасных частей [61]

В качестве метода выявления наиболее значимых факторов используется априорное ранжирование.

На начальном этапе исследования подготавливается анкета. В анкету включены 5 факторов, влияющих на надежность автобуса. В эксперименте участвовало 7 экспертов – специалистов по транспорту в компании ОАО «Сургутнефтегаз».

Были рассмотрены следующие факторы:

- квалификация водителя;
- дорожные условия;
- интенсивность эксплуатации;
- природно-климатические условия;
- возраст автомобиля (потеря работоспособности).

Матрица рангов, полученная из анкет, приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Экспертный анализ факторов

№ эксперта	X1– Квалификация водителя	X2– Дорожные условия	X3– Техническое состояние (потеря работоспособности)	X4– Природно- климатические условия	X5– Возраст автомобиля
1	5	3	4	1	2
2	4	2	3	1	5
3	5	4	3	1	2
4	5	2	1	2	3
5	5	2	4	1	2
6	5	3	2	1	4
7	5	4	2	1	3
Σ	34	20	19	8	21
Δi	-13,6	0,4	1,4	12,4	-0,6
$(\Delta i)^2$	184,96	0,16	1,96	153,76	0,36

Оценка согласованности мнений экспертов проводилась по коэффициенту конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot 341}{5^2 \cdot (7^3 - 5)} = 0,62.$$

Несмотря на то, что полученное значение коэффициента конкордации значительно отличается от нуля, проверим его значимость по критерию Пирсона:

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot 341}{5 \cdot 7(7+1)} = 18,73.$$

Гипотеза о наличии согласованности мнений экспертов может быть принята, если при заданном числе степеней свободы табличное значение χ^2 меньше расчетного для 5% погрешности.

С учетом 5 % уровня погрешности, числа степеней свободы $f=6$ табличное значение критерия $\chi^2=12,6$. Следовательно, мнение экспертов согласовано. Построим диаграмму рангов для рассматриваемых факторов (рис. 1.7).

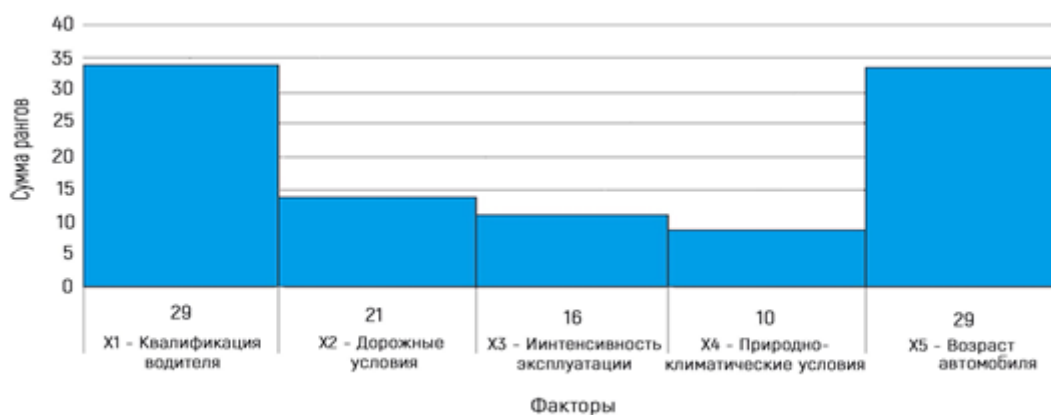


Рис. 1.7 Диаграмма априорного ранжирования факторов

Таким образом, по результатам проведенного эксперимента установлено, что в наибольшей степени на надежность пневмоподвески автобусов влияют природно-климатические условия, далее в порядке убывания, возраст автомобиля и дорожные условия.

1.3 Закономерности изменения условий эксплуатации

Надежность автомобиля значительно зависит от условий его эксплуатации. В отличие от конструктивной и производственной надежности, которая достигнута в процессе его конструирования и изготовления опытного образца автомобиля, для практического использования автомобиля исключительно большое значение имеет его эксплуатационная надежность, полученная путем статистической обработки материалов массовой эксплуатации автомобиля в конкретных условиях.

Условия эксплуатации автомобиля – это совокупность дорожных и климатических условий, режима использования автомобиля, условий погрузки и выгрузки грузов и пр.

При эксплуатации автомобилей в тяжелых дорожных условиях увеличивается нагрузка, действующая на детали автомобиля, вызывая ускоренный износ, усталость металла, нарушение стабильности креплений и регулировок, а в ряде случаев, поломку деталей силовой передачи и ходовой части [7, 13, 16, 18, 22, 23].

Исследованиями, проведенными в НИИАТе, установлено, что при работе автомобиля на грунтовых дорогах, средняя периодичность между текущими ремонтами заднего моста составляет 1,7-5,8 тыс.км., а при работе на автомобильной дороге с асфальтобетонным покрытием 7,5-11,5 тыс.км., при работе автомобиля на грунтовых дорогах шпильки крепления фланца полуоси менялись после пробега 5,7-17,5 тыс.км., соответственно при работе на дорогах с асфальтобетонными покрытиями – после 33,5 тыс.км. [45, 46, 47, 48, 49, 50].

Аналогичные данные получены и по текущему ремонту подвески автомобиля. Средняя периодичность между ремонтами подвесок автомобиля при работе на грунтовой дороге 2,6-3,8 тыс.км, на дороге с асфальтобетонным покрытием 7-10 тыс.км. т.е. в 2,6-2,7 раза больше [50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57].

Изменение дорожных условий вызывает не только изменение нагрузочных и скоростных режимов работы механизмов и агрегатов автомобиля, а также, в значительной степени, меняется и характер действия нагрузок - амплитуда и их частота. Особенно неблагоприятно вибрация сказывается на сроке службы и надежности радиатора, деталей электрооборудования, несущих кузовов легковых автомобилей и автобусов, долговечности деталей рессорной подвески.

Большое влияние на надежность работы автомобиля оказывают климатические и сезонные условия. Такие факторы как изменение температуры окружающего воздуха (в частности её понижение), ухудшение состояния дорожного покрытия или поломку деталей автотранспортного средства.

Исследованиями Захарова Н.С. и Ракитина А.Н. установлено влияние сезонных изменений условий и интенсивности эксплуатации на поток отказов автомобилей (рис. 1.8) [103].

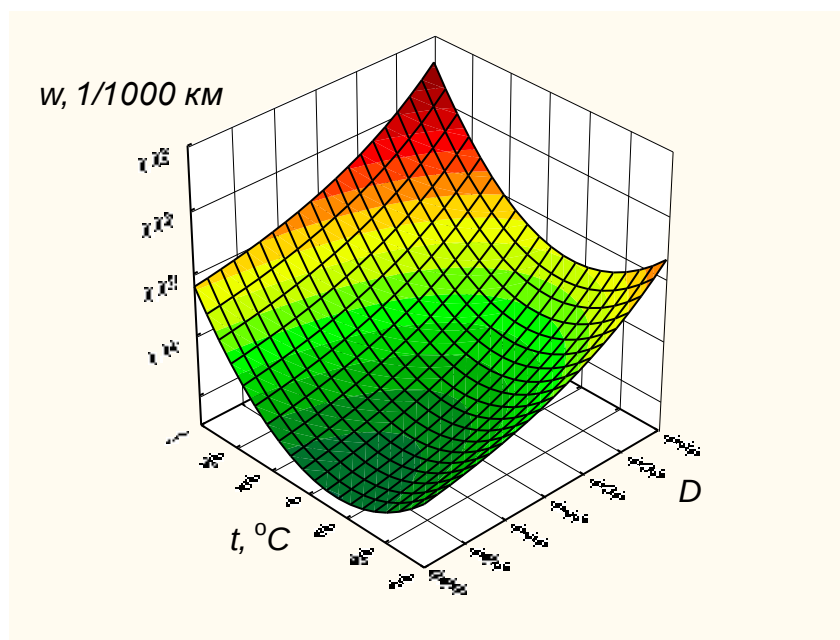


Рис. 1.8. Влияние температуры воздуха и осадков на параметр потока отказов двигателей КамАЗ-4310[103]

Каждый из факторов эксплуатации автомобилей изменяется по времени. Особенно это характерно для климатических условий, у которых

наблюдается цикличность, проявляющаяся в смене сезонов года. Так, Захаров Н.С. [27] в своих исследованиях рассматривает закономерности изменения условий эксплуатации по времени. К важнейшим факторам климатических условий эксплуатации автомобилей относятся температура окружающего воздуха и влажность.

В таблице 1.4 приведена сравнительная характеристика среднемесячных температур для городов Москва и Сургут.

Таблица 1.4

Сравнительная таблица среднемесячных температур городов в соответствии со СНиП «Строительная климатология»

Город	Месяц	Температура °С	Город	Месяц	Температура °С
Москва	Январь	- 10,2	Сургут	Январь	-22
	Февраль	- 9,2		Февраль	-19,6
	Март	- 4,3		Март	-13,3
	Апрель	4,4		Апрель	-3,5
	Май	11,9		Май	4,1
	Июнь	16		Июнь	13
	Июль	18,1		Июль	16,9
	Август	16,3		Август	14
	Сентябрь	10,7		Сентябрь	7,8
	Октябрь	4,3		Октябрь	-1,4
	Ноябрь	-1,9		Ноябрь	-13,2
	Декабрь	-7,3		Декабрь	-20,3

1.4 Методы снабжения запасными частями

Изучение отечественного и зарубежного опыта организации МТО (материально-техническое обеспечение) [39, 40, 41, 42, 43, 44, 45] показало, что решается эта сложная задача путем применения складского способа продвижения продукции производственно-технического назначения от изготовителей к потребителям, заключающегося в централизации различных по номенклатуре и объему запасов на складах различных уровней. На складах следующего уровня хранимая номенклатура шире, а запасы по каждому наименованию больше и т.д., и, наконец, вся номенклатура запасных частей и самые большие запасы по каждому наименованию деталей хранятся на центральном складе, например, завода-изготовителя данного автомобиля [48, с. 308].

Способ определения номенклатуры и объемов запасных частей, которые следует хранить на каждом складе, и процесс поддержания этих запасов на потребном уровне, принято называть управление запасами. Процесс управления запасами на складах разного уровня осуществляется различными методами. В основном, наиболее распространено деление всей номенклатуры запасных частей для каждой модели автомобиля по частоте спроса на группы, например, А, В и С.

Первая группа (детали высокого спроса) включает около 10% общей номенклатуры запасных частей (100-150 наименований). Ими удовлетворяется около 85% заказов потребителей, а стоимость составляет около 70% стоимости всей наименований. Именно эти детали чаще всего выходят из строя, и заменой их на АТП устраняют большую часть неисправностей [56, 57, 58, 59].

Вторая группа (детали среднего спроса) включает 15% общей номенклатуры, но ими удовлетворяется только 10% спроса на запасные части, а стоимость не превышает 20% [56, 57, 58, 59].

Третья группа (детали редкого спроса) включает 75% общей номенклатуры (600-700 наименований). Ими всего удовлетворяется всего 5% спроса на запасные части, а стоимость не превышает 10% [56, 57, 58, 59, 60, 61].

Определение немногочисленных по номенклатуре, но важных по расходу и стоимости деталей (группа А), а также материалов и деталей, которые следует отнести к группам В и С, производится с помощью графика, приведенного на рис. 1.9

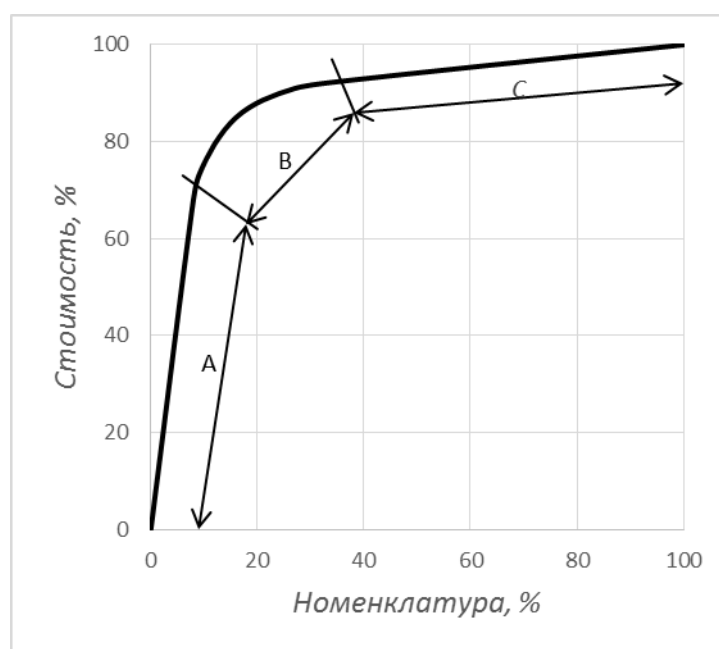


Рис. 1.9. График для анализа взаимосвязи номенклатуры и стоимости деталей и материалов [56]

Экономико-математические методы основаны на определении таких оптимальных размеров и периодичности заказов, при которых стоимость получения и хранения одной детали является минимальной. Входными данными для определения размера и периодичности заказа служат: годовая потребность V в деталях в стоимостном выражении; издержки S , связанные с оформлением и получением заказа, издержки C по содержанию единицы запаса [56, 57, 58, 59].

Если одновременно заказать всю готовую потребность в деталях, то стоимость оформления и доставка заказа будут на единицу заказа минимальные, а затраты, связанные с хранением, максимальные. Например, при годовой потребности в 300 деталей и единовременном их заказе в течение года, запас будет изменяться от максимального (рис. 1.10), равного 300, до минимального, равного (за вычетом страхового запаса) нулю. При этом издержки хранения будут определяться средним уровнем запаса, равного 150 деталям [56, 57, 58, 59, 60, 61].

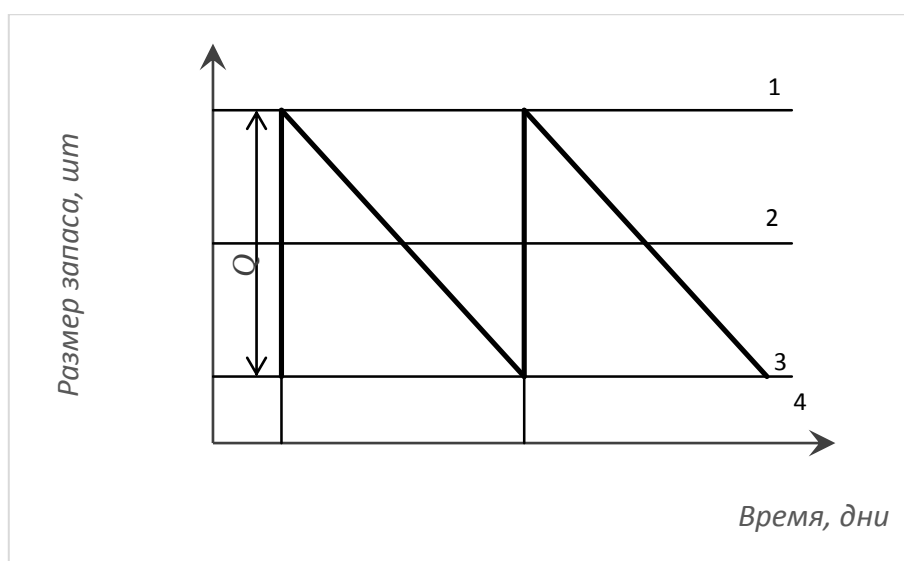


Рис. 1.10. Регулирование уровня запасов: 1 - максимальный уровень запаса; 2 - средний уровень запаса; 3 - минимальный уровень (резервный); 4 - нулевой уровень запаса.

Если размер заказа сократить в 10 раз (до 30 деталей), то издержки хранения будут определяться новым средним размером - 15 деталей, т.е. сократятся, а затраты, связанные с оформлением и доставкой заказа, увеличатся (вместо одного - 10 заказов) [56, 57, 58, 59, 60, 61].

Для планирования потребного объема производства запасных частей в основу должен быть положен показатель нормы расхода автомобильных запасных частей, который может объективно регулировать процессы

производства и потребления запасных частей. Существуют разные методы определения расхода запасных частей (рис.1.11) [56, 57, 58, 59, 60, 61].

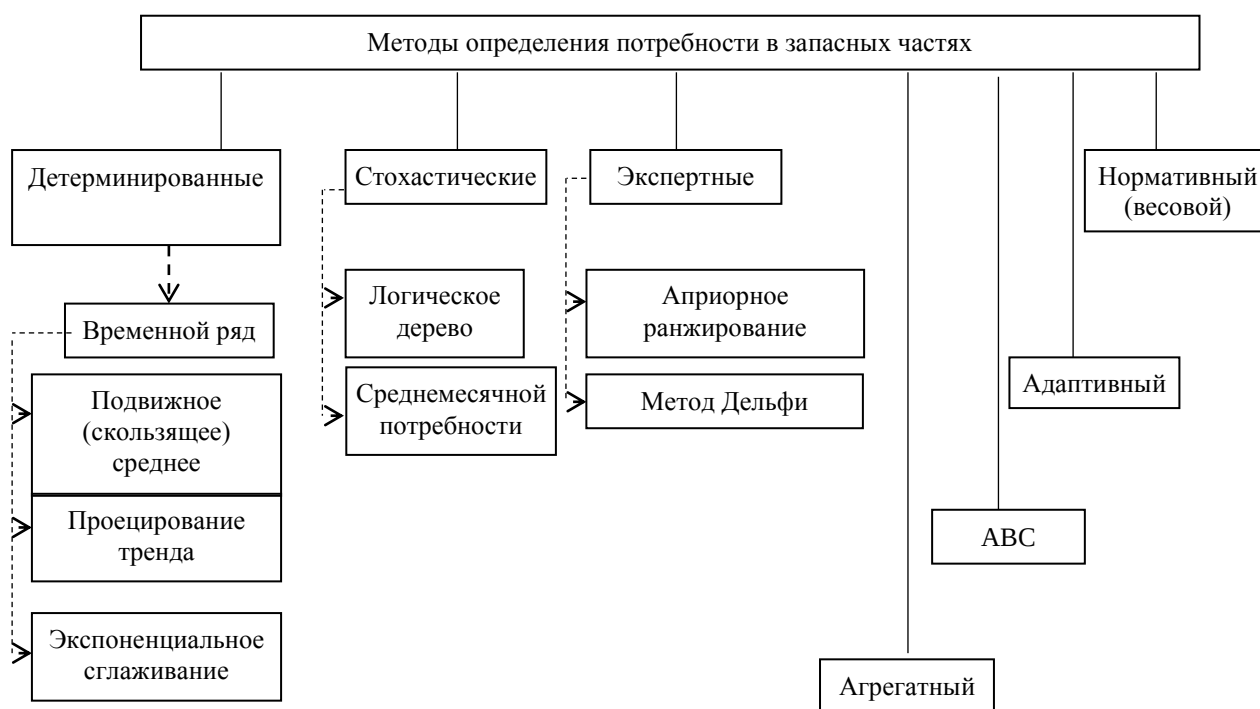


Рис. 1.11. Методы определения потребности в запасных частях

Для максимально эффективного использования методов определения расхода запасных частей необходимо в качестве исходных данных использовать численные значения, получить которые представляется возможным в оперативном порядке и текущих условиях эксплуатации автомобилей. Результаты анализа методик определения количества запасных частей сведены в таблицу 1.5.

Стратегия развития управления запасами в управлениях технологического транспорта нефтегазового комплекса региона Западной Сибири осуществляется системой снабжения с фиксированным интервалом времени между поставками. Эта стратегия развития является целесообразной, и ее оптимизация не является актуальной для исследования и не входит в рамки исследования. Задача управления запасами сводится к выбору объема заказа и резерва запасных частей.

Результаты анализа методик определения запасных частей

№	Автор	Метод	Достоинства	Недостатки
1.	Луйк И.А.	Нормативный	Применение методики, если автопарк составляет свыше 100 автомобилей.	Не учитывает влияние сезонных факторов.
2.	Кузнецов Е.С.	Нормативный	Методика на 100 автомобилей в год.	Не учитывает влияние сезонных факторов.
3.	Говорущенко Н.Я.	Экспертный, стохастический	Методика для предприятий с большим автопарком.	Не учитывает влияние сезонных факторов.
4.	МАТ РСФСР (ЦНИЛ)	Нормативный	Универсальная методика.	Сложность вычисление на ЭВМ. Сложность вычисления для парка превышающие 100 автомобилей.
5.	ГОСНИТИ	Детерминированный	Возможность вычисления на ЭВМ	Не учитывает влияние сезонных факторов использования методики только на сельхоз технике.
6.	Крамаренко Г.В.	Экспертный	Учитывает влияние дорожных условий на расход запасных частей.	Не учитывает влияние сезонных факторов.
7.	Остапюк О.Я.	Агрегатный	Узкая специализация исследования.	Не учитывает влияние сезонных факторов.
8.	Борозенец В.Н.	Агрегатный	Расчет полностью производится на ЭВМ.	Специализированная сельскохозяйственная техника.

9.	Беляев Ю.А	Детерминированный	Применение АСУ.	Не учитывает издержки, связанные с хранением и управлением запасами.
10.	Срабаев В.И.	Нормативный	Методика применима только к малому бизнесу.	Не учитывает влияние сезонных факторов.
11.	Щетина В.А.	Детерминированный	Точность вычисления, применения множество методов.	Не учитывает влияние сезонных факторов.
12.	Геронимус Б.Л.	Нормативный	Возможность вычисления на ЭВМ	Не удобна в использовании для больших предприятий. Не учитывает влияние сезонных факторов.
13.	Клевин А.И.	Адаптивный	Упрощены вычисления, упрощен сбор данных.	Полностью использование АСУ. Не учитывает влияние сезонных факторов.
14.	Рыжиков Ю.И.	Детерминированный	Точность вычисления	Не учитывает влияние сезонных факторов.
15.	Логинова Н.А.	АВС	Проста вычисления в	Не точность вычисления, не учитывает влияние сезонных факторов.
16.	Бычков В.П.	Нормативный	Проста вычисления в	Не учитывает влияние сезонных факторов.
17.	Безуглый Б.Д.	Экспертный	Учитывает сезонные изменения по ГСМ	Не учитывает влияние сезонных факторов.
18.	Шейнин А.М.	Экспертный	Точность вычисления	Не учитывает влияние сезонных факторов.

В дальнейшем рассмотрим систему контроля запасов в Управлении технологического транспорта и управлении механизированных работ ОАО «Сургутнефтегаз». Здесь можно выделить несколько уровней, имеющих различные объем и специфику хранения:

- 1 уровень - центральный склад хозяйствующего субъекта;
- 2 уровень - склад структурных подразделений;
- 3 уровень - производственный склад структурных подразделений.

В системе формирования заказов на поставку запасных частей в каждый склад содержится информация о наличии запасов на других складах. Эта информация находится в едином центре принятия решений, где в дальнейшем и выдаются заказы поставщикам.

Между предприятиями и поставщиками в ОАО «Сургутнефтегаз» установлена прямая связь. Такой способ снабжения в УТТ называют транзитной поставкой. Наличие прямой связи ускоряет реакцию изготовителей на новые требования к качеству и ассортименту материальных ресурсов, обеспечивает ритмичные поставки, уменьшает число бракованных изделий. В системе транзитных поставках существенным изъяном является невозможность частых заказов. Здесь важно учитывать такое понятие как «транзитная норма отгрузки» - это объем партии, поставка который считается экономически целесообразным. Чаще всего для перевозок используют танкеры, вагоны, платформы, контейнеры.

Из данных, приведенных выше, можно сделать вывод о том, что обновление материальных запасов, и, в частности, запасных частей, происходит всего 4 раза в год. В вопросе поддержания определенного количества запасов крайне важно определить их потребный уровень: чрезмерный объем запасов приводит к неоправданным затратам на их содержание, а также «замораживает» денежные средства предприятия; недостаточный объем запасных частей приведет к низкой технической

готовности подвижного состава, что непосредственно отразится на основном производстве.

Рассматривая систему управления запасами ОАО «Сургутнефтегаз», важно учитывать также приведенный ниже перечень статей расходов по управлениям технологического транспорта или управлениям механизированных работ:

- стоимость хранения запасов;
- стоимость складского помещения;
- эксплуатационные расходы;
- транспортные расходы внутри предприятия;
- убытки от снижения потребительских качеств;
- стоимость поставки;
- материальный ущерб от дефицита запасных частей.

1.5 Выводы. Задачи исследований

По результатам анализа необходимо сделать следующие выводы.

На интенсивность потока отказов автомобилей влияет значительное число факторов. Влияние некоторых из них изучено в исследованиях Кузнецова Е.С., Луйка И.А., Авдонькина Ф.Н., Захарова Н.С., Говорущенко Н.Я., Лукинского В.С., Крамаренко Г.В., Лудченко А.А., Вережкина Н.И., Максимова В.А. и др.

Необходимо отметить, что влияние сезонных условий изучено недостаточно полно.

Как показывают представленные выше и наши собственные исследования [68, 69, 70, 71, 72] одними из самых важных сезонных факторов (значительно изменяющихся в разные периоды года), влияющих на надежность автомобиля и его систем, являются температура воздуха и другие природно-климатические факторы.

Ранее были установлены закономерности влияния таких факторов на надежность автомобилей. Влияние сезонных условий на надежность автобусов большого класса и отдельных элементов подвески отражено в исследованиях Кузнецова Е.С.

В Тюменском индустриальном университете под руководством Захарова Н.С. проведен ряд исследований по влиянию температуры воздуха на надежность автомобиля и отдельных его элементов.

Многие исследователи отмечают, что в течение календарного года количество отказов меняется циклично, это позволяет сделать предположение о наличии фактора «сезонности».

В целом, следует отметить, что механизм формирования отказов под воздействие факторов такого вида недостаточно исследован.

Это позволило сформулировать следующие задачи исследования.

1. Осуществить обзор и анализ выполненных исследований с целью обоснования научной новизны исследуемой темы.
2. Обосновать факторы, значимо влияющие на надежность элементов пневмоподвески автобусов большого класса;
3. Установить закономерности влияния выбранных факторов на показатели надежности пневмоподвески;
4. Разработать математическую модель найденных закономерностей;
5. Разработать имитационную модель формирования потребности в элементах пневмоподвески при эксплуатации автобусов в переменных природно-климатических условиях;
6. Разработать методику оценки влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса и оценить экономический эффект от практического использования полученных результатов.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая методика исследований

Основываясь на выводах и задачах, изложенных в конце первой главы, а также поставленной цели сформулированы объект, предмет, гипотезы и общая методика исследований.

Объект исследования – процесс формирования потока отказов пневмоподвески автобусов большого класса с учетом сезонной вариации природно-климатических факторов.

Предмет исследования – методика оценки влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса.

Для решения поставленных задач частично использовались результаты анализа ранее проведенных исследований по аналогичной проблематике.

В основу теоретических исследований (рис. 2.1) положен системный подход. В соответствии с ним на первом этапе необходимо составить схему изучаемой системы, установить ее входы и выходы. В дальнейшем система структурируется. Вид структуры определяется входящими в нее элементами. Далее находятся взаимосвязи между этими элементами.

Одним из важнейших этапов исследований по приведенной схеме является отбор факторов, значимо влияющих на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса. На основании ранее проведенных исследований предварительно составлен перечень сезонных факторов. Необходимым условием отбора является их подверженность сезонной вариации. После этого оценивались корреляционные связи между ними, и отбирались независимые факторы.

Для создания модели, определяющей каким образом сезонные природно-климатические факторы оказывают влияние на поток отказов пневмоподвески автобусов большого класса, использован эмпирический подход. За основу выдвинута гипотеза о виде модели, после этого

определены численные значения ее параметров. Затем проводился эксперимент, по результатам которого делался вывод об адекватности предложенной модели.



Рис.2.1 Укрупненная схема исследования

На основе полученных таким образом моделей разрабатывалась методика расчета потребного количества запасных частей.

2.2. Методика определения потребного количества запасных частей пневмоподвески автобусов большого класса

Для установления закономерностей формирования потока отказов, предлагается использовать системный подход [27, 28, 29, 31].

В качестве этапов исследования можно выделить следующие:

- определение критерия эффективности функционирования исследуемой системы;
- структурирование системы (выделение отдельных элементов);
- исследование закономерностей и зависимостей между элементами;
- моделирование системы;
- определение путей практического использования результатов [28, 29, 31].

Целевая функция определена как минимум затрат на эксплуатацию. Перед транспортным предприятием главной задачей ставится – выполнять объем транспортной работы в заданном интервале времени [28, 29, 31].

Целевая функция получит вид:

$$Z_{\Sigma} \rightarrow \min \quad (2.1)$$

При рассмотрении компонентов, составляющих Z_{Σ} , можно отметить зависимость слагаемых от формирования потока отказов. Главное в целевой функции — это затраты на текущий ремонт автомобилей. Важно учесть, что часть расходов связана с транспортировкой, хранением, поддержанием уровня запасов запасных частей в части текущей деятельности и страховых случаев. Один из важных моментов, учитываемых при управлении запасами в организации - это объем оборотных средств, размещенных в структуру запасов.

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{упущ.}} + Z_{\text{произв.}} + Z_{\text{хран.}} + Z_{\text{приобр.}} \rightarrow \min, \quad (2.2)$$

где $Z_{\text{упущ.}}$ – упущенная прибыль из-за простоев подвижного состава от дефицита запасных частей.

$Z_{\text{произ.}}$ – потери, связанные с простоем основного производства из-за отсутствия бригады рабочих из-за невыхода автомобиля на линию.

$Z_{\text{хран.}}$ – потери, связанные с хранением на складе запасных частей.

$Z_{\text{приобр.}}$ – потери, связанные с приобретением запасных частей.

В связи с этим, можно определить критерий минимума суммарных затрат представить в следующем виде (рис. 2.2).

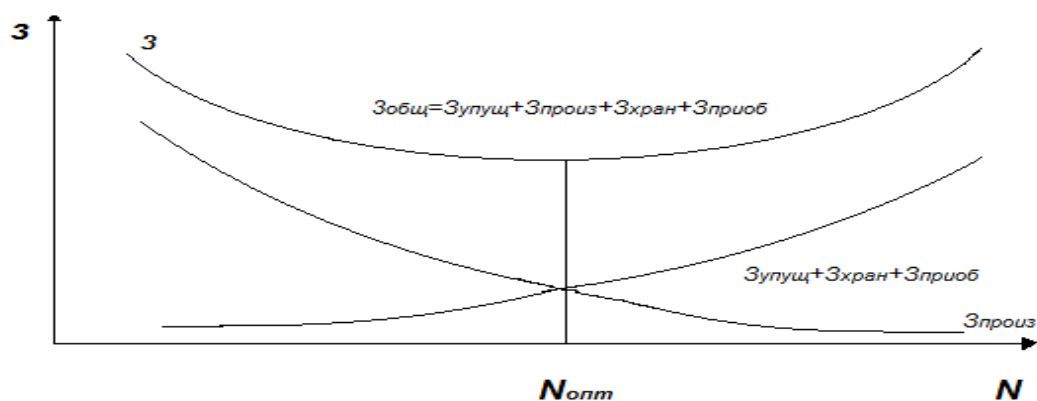


Рис. 2.1. Определение требуемого числа запасных частей $N_{\text{зан}}$, по критерию минимума суммарных затрат

На предприятии важно сохранить баланс между низкой себестоимостью использования автомобильного транспорта и поддержанием должного уровня запасов, который бы определял бесперебойность работы автомобилей.

В таком варианте критерий успешности функционирования исследуемой системы измеряется в рамках обеспечения надежности автомобиля. В связи с этим можно обеспечить бесперебойную работу подвижного состава и основного производства.

2.3. Схема концептуальной модели формирования требуемого количества запасных частей

В большинстве ранее выполненных по близкой тематике исследований рассматриваемая система представляется в виде «черного ящика», и рассматривается связь между входом и выходом. Но, по мнению Захарова Н. С. [27], к недостаткам такого подхода относится узкая область использования, то есть невозможность распространения значений параметров моделей за рамки тех условий, для которых они определены. Для устранения этого недостатка необходима установить еще и закономерности взаимодействия элементов исследуемой системы. На рис 2.3. представлена схема концептуальной модели, позволяющая учесть эти закономерности.

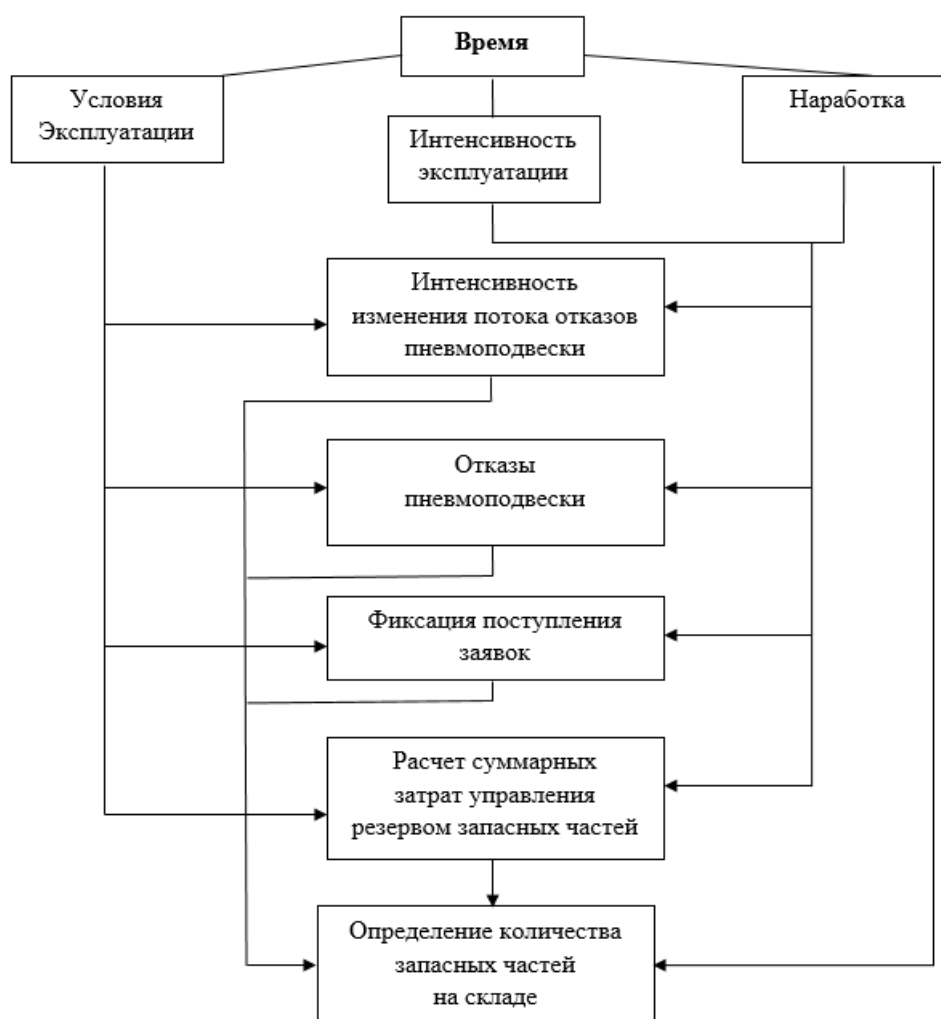


Рис. 2.3 Схема концептуальной модели определение количества запасных частей

Часть закономерностей (изменение по времени интенсивности и условий эксплуатации) относятся к рядам динамики. Значения выходных параметров формируют трендовые, периодические и случайные компоненты.

Потребно количество в запасных частях в обще случае зависит от интенсивности отказов λ и наработки всех автомобилей за рассматриваемый период:

$$N_{onm} = f(\lambda, L_{общ}). \quad (2.3)$$

В следующих разделах данной главы выдвигаются гипотезы о виде математических моделей. В главе 3 производилась экспериментальная проверка этих гипотез.

2.4. Локализация системы

Локализация системы сводится к отбору значимых факторов, определяющих изменение выхода изучаемой системы.

Первый из факторов - температура воздуха - изменяется по времени (T) и, исходя из этого, формирует три компоненты (среднегодовые, среднемесячные и ежедневные колебания). При этом важно учитывать амплитуду среднемесячных значений температуры воздуха по сравнению со среднегодовыми значениями (в данном случае можно указать на сезонную составляющую). Однако, следует отметить, что ежедневные колебания температуры формируют среднемесячные значения, и, соответственно, случайную составляющую. В общем виде

$$t_{воз} = f(T). \quad (2.4)$$

Вторым фактором по воздействию на надежность элементов пневмоподвески являются осадки. Интенсивность осадков (h_{oc}) в значительной мере зависит от влажности, а влажность, в свою очередь, зависит от температуры воздуха и от календарного времени:

$$h_{oc}=f(T, t_{603}). \quad (2.5)$$

Третьим фактором является интенсивность эксплуатации, которая в общем случае изменяется по времени. Под интенсивностью эксплуатации прежде всего понимают пробег автомобиля за определенный промежуток времени, например, сутки. Она характеризуется среднегодовым, среднемесячным, среднесуточным значениями.

$$l=f(T). \quad (2.6)$$

Для автобусов большого класса, предназначенных для перевозки персонала к месту основного производства по фиксированным маршрутам, характерно относительное постоянство интенсивности и она не подвержена сезонным изменениям.

От интенсивности эксплуатации зависит пробег с начала эксплуатации (наработка), который с течением времени изменяется при выполнении автомобилем транспортной работы:

$$L=f(T). \quad (2.7)$$

Перечисленные факторы формируют интенсивность отказов. Если интервал времени между событиями (отказами) распределен по экспоненциальному закону, то число событий в заданном интервале распределено по закону Пуассона [29]. Интенсивность отказов зависит от условий эксплуатации X и пробега с начала эксплуатации:

$$\lambda =f(X, L). \quad (2.8)$$

Кроме перечисленных факторов, необходимо еще учитывать уровень организации системы управления запасами O , он влияет на время простоя в системе t_d (простой в связи отсутствием запасных частей) и можно выразить следующим образом:

$$t_d=f(O, T, \lambda, N_{pp}). \quad (2.9)$$

После определения факторов занесем их в таблицу (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Исходный перечень факторов

Наименование фактора	Наименование показателей фактора	Буквенное обозначение
1	2	3
Температура воздуха	Средняя месячная температура, °C	t
Влажность (в зимний период времени)	Количество дней с осадками за месяц, ед.	N
	Доля дней с осадками за месяц	D
	Среднее количество осадков за сутки, мм	h

2.5. Влияние сезонных изменений природно-климатических условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса

Как было отмечено выше, потребность в запасных частях для пневмоподвески автобусов зависит от интенсивности отказов и общего пробега автобусов за рассматриваемый период. Для моделирования процесса формирования потока отказов необходимо установить влияние сезонных условий на интенсивность отказов. При это важно понимать физическую сущность процессов, определяющих интенсивность отказов.

В предыдущем разделе рассмотрены сезонные факторы, влияющие на интенсивность отказов. В таблице 2.2 показано влияние природно-климатических факторов на физические свойства пневмоподвески.

На рисунке 2.5 представлена 3-D модель пневмобаллона автобуса, отмечено образование льда на направляющей и рукавном элементе для автобуса большого класса KAROSA C-934.

Таблица 2.2

Влияние сезонных изменений природно-климатических факторов на
свойства пневмоподвески

Наименование фактора	Наименование показателей фактора	Влияние фактора
Температура воздуха	Среднемесячная температура	Потеря эластичности, прочности
Осадки	Количество дней с осадками за месяц	Стадия деформации, разрыв
	Интенсивность осадков	Стадия деформации, разрыв

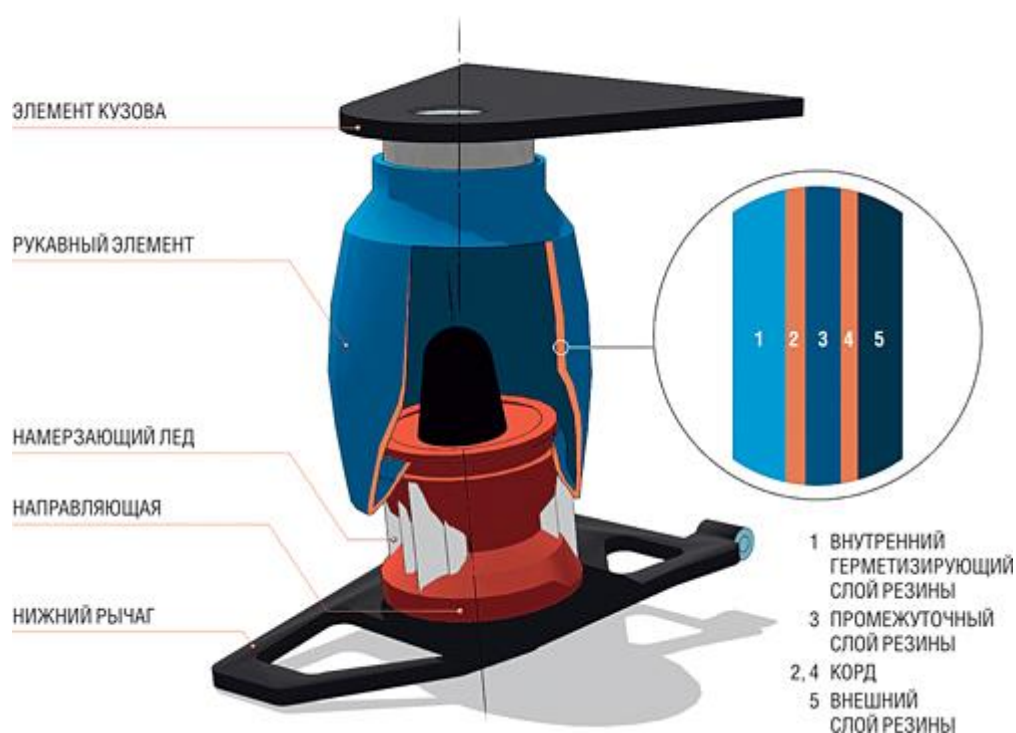


Рис. 2.5 3-D модель пневмобаллона автобуса KAROSA C-934

Пневмобаллон состоит из 2-х слоев тканевого корда, полиамидных нитей, которые позволяют обеспечивать гибкость баллона,

герметизирующего слоя эластомера, стальной проволоки, обматывающей корд, и синтетического каучука. Полиамидные нити, в свою очередь, делятся на эластомеры и термопласты. Эластомеры — это полимеры с высокоэластичными свойствами. Термопласты — это один из видов полимеров, который характеризуется низкой температуре стеклования. На автобусах, используемых в ОАО «Сургутнефтегаз», установлены пневмобаллоны на основе термопластов. Они имеют более низкую, по сравнению с натуральным каучуком, температуру стеклования, что при низкой температуре окружающей среды сказывается на гибкости ткани (полиамидные нити), приводит к затвердеванию материала и его разрушению.

В зимний период времени на пневмоподвеску влияет низкая температура воздуха и осадки (снег). При низкой температуре воздуха разрушается полимерный материал термопласт.

Движение автобусов большого класса часто происходит по заснеженной дороге, что ведет к налипанию снега у арок колес (рис. 2.5). При относительно продолжительном пробеге автобуса от одного пункта до другого происходит обледенение пневмобаллона и защитного кожуха возле колеса. Это в дальнейшем приводит к протиранию и разрыву корда и отказу пневмобаллона.

В летний период обычно происходит срыв зажимного кольца и резинокордного рукавного элемента. Резинокордовый рукав состоит из резиновой оболочки и внутреннего металлического скелета. Из-за срыва зажимного кольца происходит попадание воды на металлический скелет (стальной проволоки обматывающий скелет). К следующему сезону у пневмобаллона происходит отказ из-за разрыва скелета или микротрещин в пневмобаллоне.

2.6. Математические модели влияния климатических факторов на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса

При разработке математических моделей влияния климатических факторов на интенсивность отказов пневмоподвески использовался эмпирический подход. Сначала на основе анализа асимптотики зависимостей выдвигаются гипотезы о виде моделей, затем на основе эксперимента эти гипотезы проверяются, и определяются численные значения входящих в них параметров.

Проведенный анализ показал, что среди природно-климатических факторов наибольшее влияние на надежность пневмоподвески оказывают температура воздуха t и доля дней с осадками D . Для разработки гипотез о виде математических моделей их влияния на интенсивность отказов пневмобаллонов подвески рассмотрим физические процессы, определяющие их надежность.

При изменении температуры воздуха меняется эластичность и прочность на разрыв материалов пневмобаллонов. При низких температурах материалы теряют эластичность, их деформация ведет к появлению трещин. При определенном количестве циклов нагружения происходит разрыв баллона. При повышении температуры материал становится более эластичным, но при высоких температурах снижается его прочность. Это повышает вероятность разрушения при работе подвески.

Учитывая изложенное, можно предположить, что зависимость интенсивность отказов пневмобаллона от температуры окружающего воздуха близка к параболе с минимумом в районе 10 ... 20 °С. Для ее описания можно использовать полином 2-й степени:

$$\lambda = a_0 + a_1 t + a_2 t^2, \quad (2.10)$$

где $a_0 \dots a_2$ – параметры модели (эмпирические коэффициенты).

Влияние доли дней с осадками на интенсивность отказов неоднозначно. При температуре воздуха ниже 0 °С увеличение D ведет образованию устойчивого обледенения элементов подвески и механическому воздействию на пневмобаллон, что повышает вероятность отказа. В условиях положительных температур увеличение D может, напротив, положительно влиять на условия работы пневмобаллона за счет его охлаждения дождевой водой. Поэтому предположим, что рассматриваемая закономерность описывается степенной моделью вида:

$$\lambda = b_1 D^{b_2}, \quad (2.11)$$

где b_1, b_2 – параметры модели (эмпирические коэффициенты).

Для разработки многофакторных моделей исходные однофакторные модели перемножаются. После этого коэффициенты модели обозначаются новыми силами. Получается многофакторная модель со смешанными эффектами:

$$\lambda = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + A_3 t D^{A_6} + A_4 t^2 D^{A_6} + A_5 D^{A_6}, \quad (2.12)$$

где $A_0 \dots A_6$ – параметры модели (эмпирические коэффициенты).

Далее нужно выяснить, насколько необходимо использовать смешанные эффекты. Для этого нужно сравнить модель на главных эффектах

$$\lambda = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + A_3 D^{A_4} \quad (2.13)$$

и модель со смешанными эффектами после проведения эксперимента.

2.7. Разработка имитационной модели изучаемой системы

Эффективность автомобильного транспорта зависит от условий эксплуатации, которые меняются по сезонам года [1, 8, 12]. В наибольшей степени варьируют температура воздуха, количество осадков и дорожные условия [2]. При существенном сезонном изменении природно-климатических условий известные методы планирования технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) не позволяют в ряде случаев обеспечить

заданный уровень работоспособности: нормативы ресурса элементов автомобилей, расхода запасных частей не соответствуют реализуемой долговечности и фактическому расходу; нормативы периодичности ТО не обеспечивает заданной технической готовности; нормативные параметры производственно-технической базы не соответствуют потребностям в производственных площадях, постах ТО и Р [3, 4, 5, 14, 15].

Это обусловлено тем, что теоретические основы используемых систем ТО и Р, методик корректирования нормативов недостаточно учитывают переменный характер природно-климатических условий [10, 11]. При этом нормирование расхода запасных частей на уровне автомобиля производится по наработке, а на уровне предприятия – по времени. Это несоответствие может влиять на точность расчетов, причем сила влияния зависит от вариации природно-климатических условий по времени [7, 13].

В этой связи в ТИУ проводятся исследования, целью которых является разработка совокупности теоретических положений, позволяющих адекватно интерпретировать и моделировать процессы изменения качества автомобилей и их групп с учетом сезонной вариации условий и интенсивности эксплуатации, а также разрабатывать практические методы повышения эффективности использования подвижного состава.

Частью указанных исследований является изучение надежности элементов пневматической подвески автобусов в условиях Севера Тюменской области [16]. От надежности подвести автобусов зависит комфорт и безопасность пассажиров [6, 9]. В конструкции подвески используются пневмобаллоны. В зимний период существенно возрастает количество их отказов по сравнению с летним. Это ведет к неравномерной потребности в запасных частях. Для исключения простоев автобусов из-за отсутствия запасных частей, а также устранения излишних запасов необходимо знать закономерности формирования потока отказов пневмоподвески автобусов большого класса с учетом влияния сезонной

вариации условий эксплуатации, что позволяет совершенствовать на этой основе методику определения потребности в запасных частях.

На первом этапе исследований установлен полный перечень факторов, влияющих на надежность подвески. Затем проведен предварительный отбор на основе результатов ранее выполненных исследований и выдвинута гипотеза о перечне значимых факторов. Окончательный отбор осуществлялся на основе результатов эксперимента, выполненного в УТТ №3 ОАО «Сургутнефтегаз».

Далее была разработана структура изучаемой системы. Общая схема имитационной модели системы управления запасами разработана на основе базовых моделей формирования качества автомобилей, описанных в работах Захарова Н.С. [27].

При разработке гипотез о виде математических моделей взаимодействия элементов системы на первом этапе проведен анализ содержательной сущности изучаемой зависимости. Затем выдвинуты гипотезы о виде однофакторных моделей. Проверка их адекватности выполнена на основе экспериментальных исследований (см. глава 3). На их базе разработана многофакторная регрессионная модель.

Поскольку условия эксплуатации автобусов изменяются во времени случайным образом, то для определения количества отказов в различные периоды года необходимо использовать имитационную модель.

Алгоритм имитационной модели представлен на рис. 2.6.

Сначала задается количество годовых циклов моделирования N_{year} , затем текущим номерам года, месяца и дня присваиваются начальные значения. Далее генерируется значение температуры воздуха и вероятности осадков, а также пробега автобусов.

На следующем этапе генерируется интенсивность отказов пневмобаллонов. Полученные значения умножаются на интенсивность эксплуатации и количество автобусов для расчета количества отказов.

Номер дня увеличивается на единицу, и проверяется условие окончания месяца. Если номер дня не превышает количества дней в месяце, то повторяется дневной цикл расчета количества отказов, в ином случае номер месяца увеличивается на единицу, и проверяется условие окончания года. Если номер месяца не превышает 12, то повторяется цикл расчета количества отказов, в ином случае номер года увеличивается на единицу, и проверяется условие окончания моделирования. Если не достигнуто условие окончания моделирования, то расчеты продолжаются по заданному циклу, в ином случае выводятся на печать результаты моделирования, и расчеты заканчиваются.

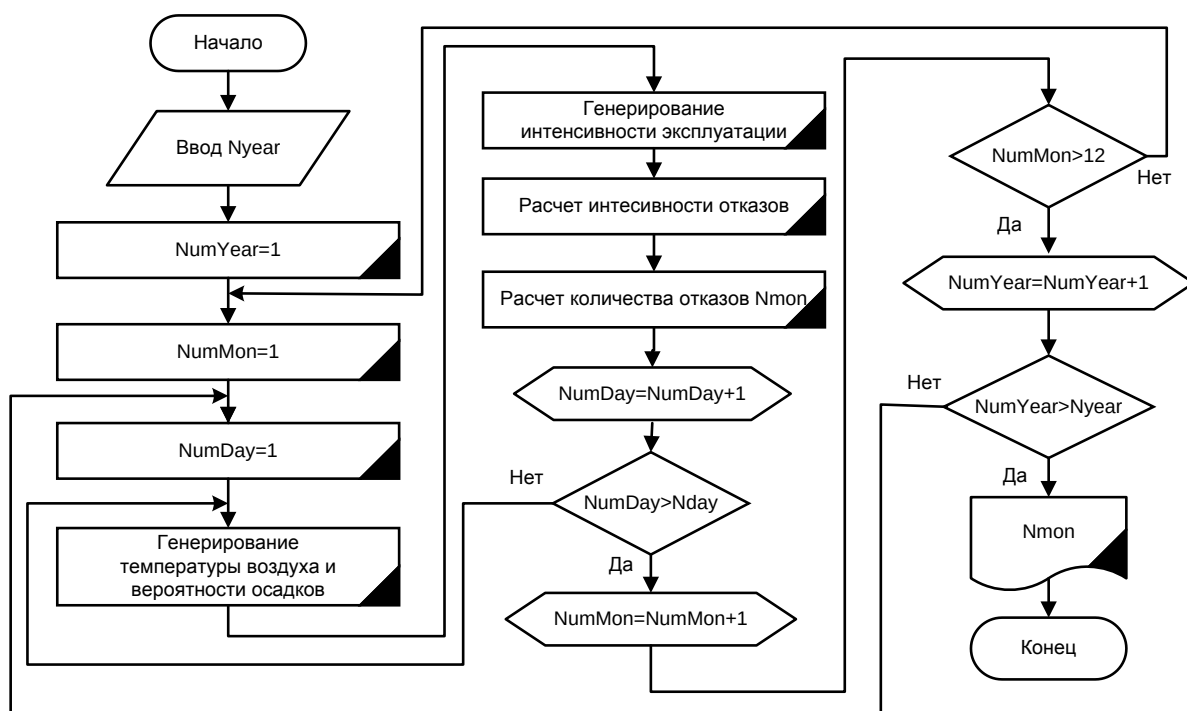


Рис. 2.6 Алгоритм имитационной модели влияния сезонных изменений температуры окружающей среды и интенсивности осадков на количество отказов пневмоподвески автобусов

Случайные компоненты температуры воздуха, осадков и интенсивности эксплуатации автобусов формируют случайную компоненту количества отказов. Полученные на модели распределения количества

отказов позволяют оценить не только среднюю потребность в заменах пневмобаллонов по месяцам, но и определить запас баллонов для исключения простоев автобусов из-за их отсутствия с заданной вероятностью.

2.8. Выводы по главе 2

Исследованы физические процессы, происходящие в конструкции пневмобаллонов из различных материалов при воздействии на них внешних факторов. Установлена взаимосвязь между изменением физического состояния материала пневмобаллона и уровнем его надежности. Определены факторы, наиболее существенно снижающие надежность упругого элемента пневмоподвески.

Разработаны гипотезы о виде математических моделей влияния природно-климатических факторов на интенсивность отказов пневмоподвески.

Разработана имитационная модель влияния сезонных изменений температуры окружающей среды и интенсивности осадков на количество отказов пневмоподвески автобусов

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Цель и задачи экспериментальных исследований

В процессе эксперимента последовательно были решены следующие задачи.

1. Определение значимости факторов, выбранных по результатам экспертных оценок.

2. Проверка гипотезы о виде математических моделей сезонных изменений температуры окружающей среды и интенсивности осадков и определение численных значений их параметров.

3. Проверка гипотезы о виде математической модели влияния температуры окружающей среды и интенсивности осадков на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса.

4. Определение численных значений параметров математической модели влияния температуры окружающей среды и интенсивности осадков на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса.

3.2. Методика проведения экспериментальных исследований

3.2.1. Общая методика экспериментальных исследований

В диссертационной работе эксперимент проводится в три этапа.

Первый этап - сбор статистических данных по температуре воздуха и суточной интенсивности осадков.

Второй этап - сбор данных по числу отказов пневмоподвески автобусов в эксплуатации.

Третий этап – обработка результатов эксперимента и их анализ.

В эксперименте участвовали 6 марок автобусов большого класса. По каждой модели автобуса был собран необходимый объем информации: пробег автобуса на момент отказа, количество отказов, время прохождения

ТО, время простоя автобуса в результате отсутствия запасных частей и количество деталей, приобретённых для замены.

Таблица 3.1

Автобусы большого класса с пневмоподвеской, эксплуатируемые
в ОАО «Сургутнефтегаз»

№ пп	Марка	Списочное количество
1	KAROSA-C934	128
2	KAROSA-C954	98
3	НЕФАЗ	128
4	ЛиАЗ	149
5	IVECO	98
6	MAN	134

3.2.2. Планирование эксперимента

Планирование эксперимента предусматривает составление матрицы эксперимента, а также определение объема выборки в каждой точке матрицы плана.

В работе для решения задач экспериментальных исследований использован пассивный эксперимент – сбор статистических данных.

Ранее в диссертационной работе выдвинуто предположение распределение наработок на отказ пневмоподвески подчиняется закону Вейбулла.

В подобных случаях, когда предварительный анализ показывал, что распределение существенно отличается от нормального, относительная ошибка рассчитывается с использованием вероятностного калькулятора, например, программы «REGRESS 2.5» [29] после выбора соответствующего закона распределения.

В табл. 3.1. представлена часть матрицы плана эксперимента. Объемы выборки в каждой точке плана определялся исходя из доверительной ошибки 0,10 и доверительной вероятности 0,90 по методике, изложенной в [29].

Анализ статистических данных по отказам пневмоподвески в предприятии подтвердил, что наиболее значимыми факторами, влияющими на надежность пневмобаллонов, являются температура воздуха, доля дней с осадками и интенсивность эксплуатации. Сбор данных о фактической температуре и суточной интенсивности осадков проводился на базе статистических данных архива погоды по Сургутскому району за четыре года. Результаты сведены в таблицу (табл. 3.2).

Таблица 3.1

Матрица плана эксперимента по интенсивности отказов пневмоподвески

Номер месяца	Календарное время, мес.	Интенсивность отказов, 1/1000 км
1	Январь	λ_1
2	Февраль	λ_2
...	...	...
12	Декабрь	λ_{12}

Таблица 3.2

Статистические наблюдения по температуре и интенсивности осадков

Номер месяца	Дата – температура °С	Дата – осадки, мм
1	01.01.10 - -32 02.01.10 - -28 03.01.10 - -30 ...	01.01.10 – 6,4 02.01.10 – 3,2 03.01.10 – 2,4 ...
2	01.02.11 - -24 02.02.11 - -27 03.02.11 - -28 ...	01.02.11 – 5,6 02.02.11 – 8,3 03.02.11 – 7,9 ...
...	...	...
12	01.12.14 - -14 02.12.14 - -11 03.12.14 - -19 ...	01.12.14 – 2,1 02.12.14 – 1,9 03.12.14 – 1,5 ...

3.2.3. Методика сбора данных об интенсивности эксплуатации и отказах автомобилей

Данные по интенсивности эксплуатации получены по отчетным данным транспортных предприятий ОАО «Сургутнефтегаз» (Ханты-Мансийский автономный округ, г. Сургут) за период четыре года.

Источники информации: путевые листы автобусов, карточки учета работы автомобилей, базы данных автопредприятий, акты приема в ремонт и замены деталей. Все сводились в таблицы (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Сводные данные о пробегах автобусов и отказах

Дата	Марка	Номер автомобиля	Отказ	Пробег с начала эксплуатации	Пробег за месяц
24.08.2009	Iveco	35	1	101 786	1021
...	...	...	...	...	...

Полученная исходная информация была упорядочена и систематизирована. В результате по каждому месяцу был определена средняя интенсивность отказов

$$\lambda = \frac{N}{L_{\text{общ}}}, \quad (3.1)$$

где N - число отказов пневмоподвески за месяц;

$L_{\text{общ}}$ - общий пробег всех автобусов данной марки.

3.3. Результаты экспериментальных исследований

3.3.1. Закономерность распределения наработок на отказ пневмоподвески автобуса большого класса

Результаты экспериментов для автобусов KAROSA-C934 представлены на рис. 3.1 - 3.3. Обработка результатов выполнены по известным методикам.

Полученные данные сгруппированы по маркам и моделям автобусов, а также по видам отказов.

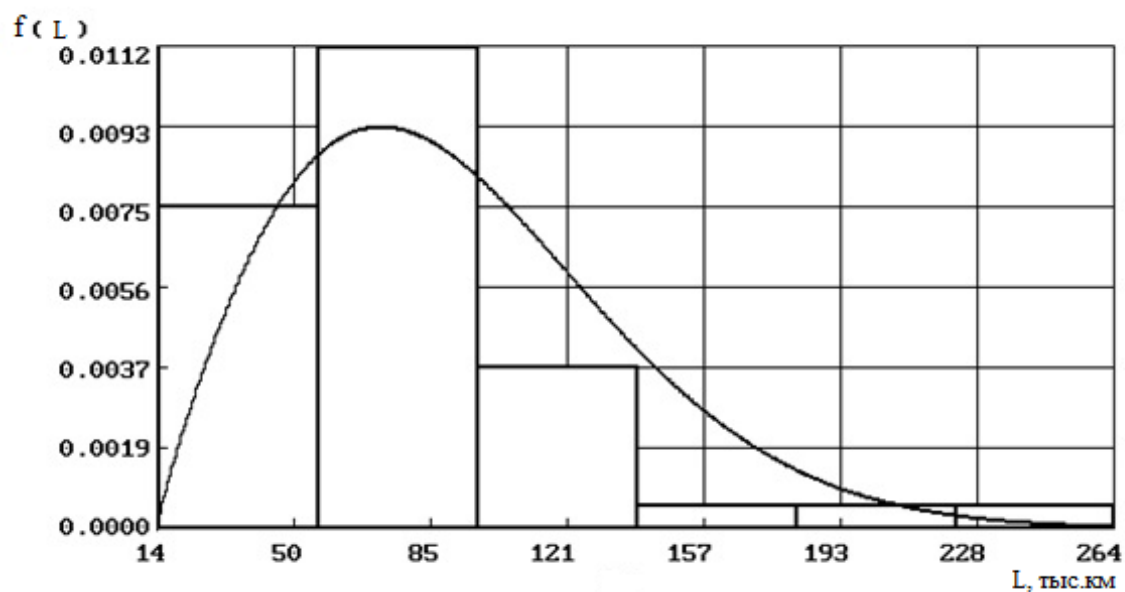


Рис.3.1. Нарботка на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 934 за (2013 г.)

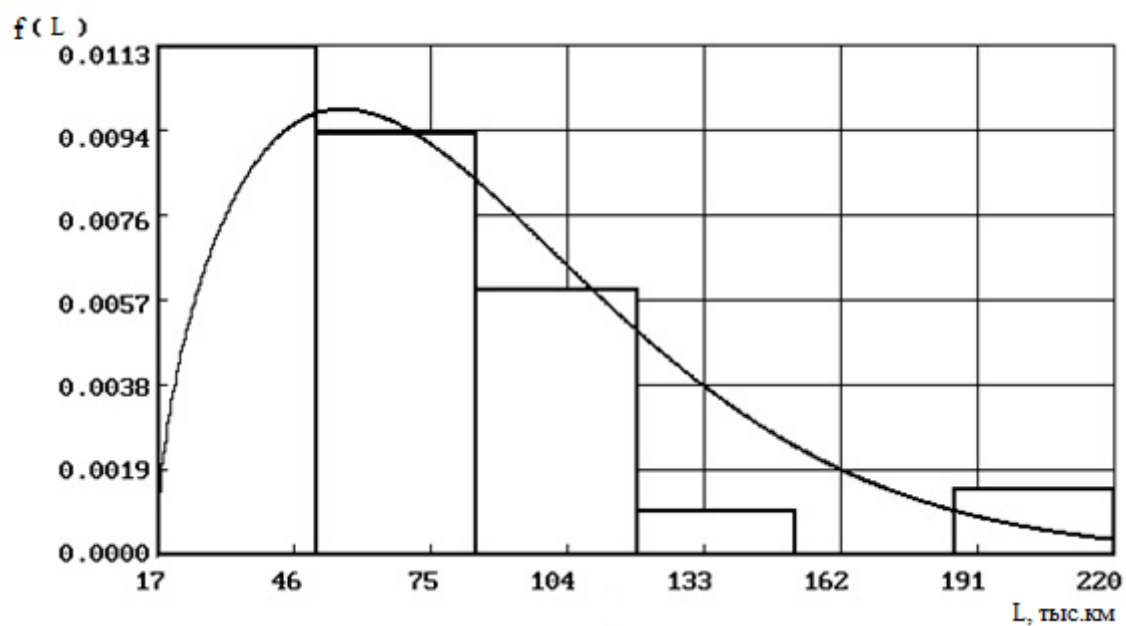


Рис.3.2. Нарботка на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 934

(2014 г.)

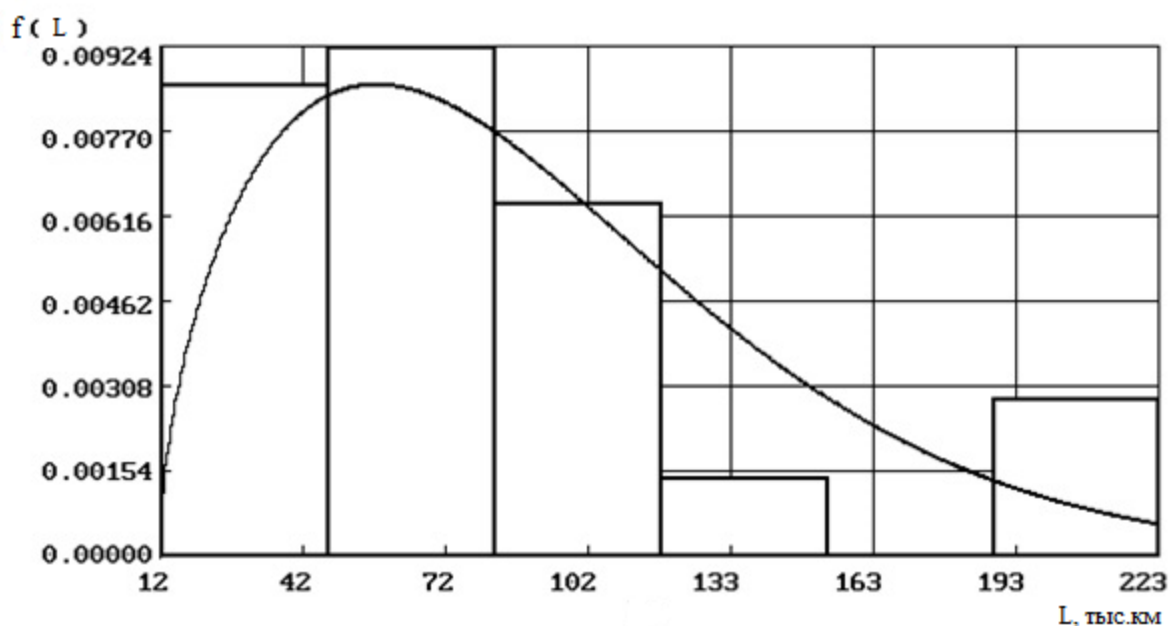


Рис.3.3. Нарботка на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 934 за (2015 г.)

При обработке результатов эксперимента установлено следующее.

Нарботки на отказ пневмоподвески автобусов варьируют в интервале от 20 до 180 тыс. км, коэффициент вариации составляет от 0,38 до 0,57. Наилучшая аппроксимация эмпирических распределений обеспечивается логарифмически нормальным законом или законом Вейбулла.

На рис. 3.4 - 3.5 показан отказавший в зимний период пневмобаллон. Здесь видны остатки наледи, которая, воздействуя на баллон при его деформации во время движения, вызывает ускоренное его разрушение.

На основе проведенных исследований сформулированы следующие выводы.

1. Интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса варьирует в широких пределах. Это вызывает неравномерность загрузки постов обслуживания и ремонта, потребности в запасных частях.

2. Подавляющее большинство отказов можно идентифицировать как внезапные, происходящие в результате дискретных процессов изменения технического состояния, что исключает возможность индивидуального прогнозирования потока отказов.



Рис.3.4. Намерзание льда на пневмобаллоне KAROSA C-934



Рис.3.5. Образование ледяной корки в защитном кожухе пневмобаллона KAROSA C-934

3. Выдвинуто предположение, что на вероятность отказов влияет фактор или группа факторов, меняющихся по времени, что обуславливает широкий интервал варьирования интенсивности отказов.

4. Учитывая широкий интервал варьирования, невозможно априорно определить целесообразность профилактической замены пневмобаллонов. Для этого необходимы специальные исследования.

5. Полученные данные о средней интенсивности отказов позволяет моделировать поток требований на замену пневмобаллонов. Использование результатов моделирования на практике позволяет снизить простои автобусов и ожидание ремонта, уменьшить стоимость оборотных фондов и затраты на эксплуатацию автобусов.

3.3.2. Сезонные изменения интенсивности отказов пневмоподвески автобусов большого класса

Как было установлено ранее, температура воздуха и доля дней с осадками существенно меняются по сезонам года. В данных исследованиях выдвинута гипотеза о том, что это изменение ведет к изменению интенсивности отказов пневмоподвески. Для проверки этой гипотезы использовался аппарат гармонического анализа [29].

В соответствие с методикой оценки значимости сезонных изменений параметров транспортной системы, предложенной Захаровым Н.С. [29], экспериментальные значения исследуемых показателей аппроксимируются гармонической моделью. Затем гармоники линеаризуются путем замены переменных. После этого оценивается теснота линейной связи между исследуемым показателем и линеаризованной гармоникой. Для этого рассчитывается коэффициент парной корреляции, значимость которого оценивается по критерию Стьюдента.

Результаты эксперимента по оценке сезонных изменений интенсивности отказов пневмоподвески автобусов большого класса представлены на рис. 3.6 -3.7. Результаты анализа полученных результатов показали, что наибольшее значение коэффициента корреляции соответствует первой гармонике, оно составило 0,841, для второй гармоники – 0,158, для

третьей гармоники – 0,418, для четвертой гармоники – 0,147, для пятой гармоники – 0,264.

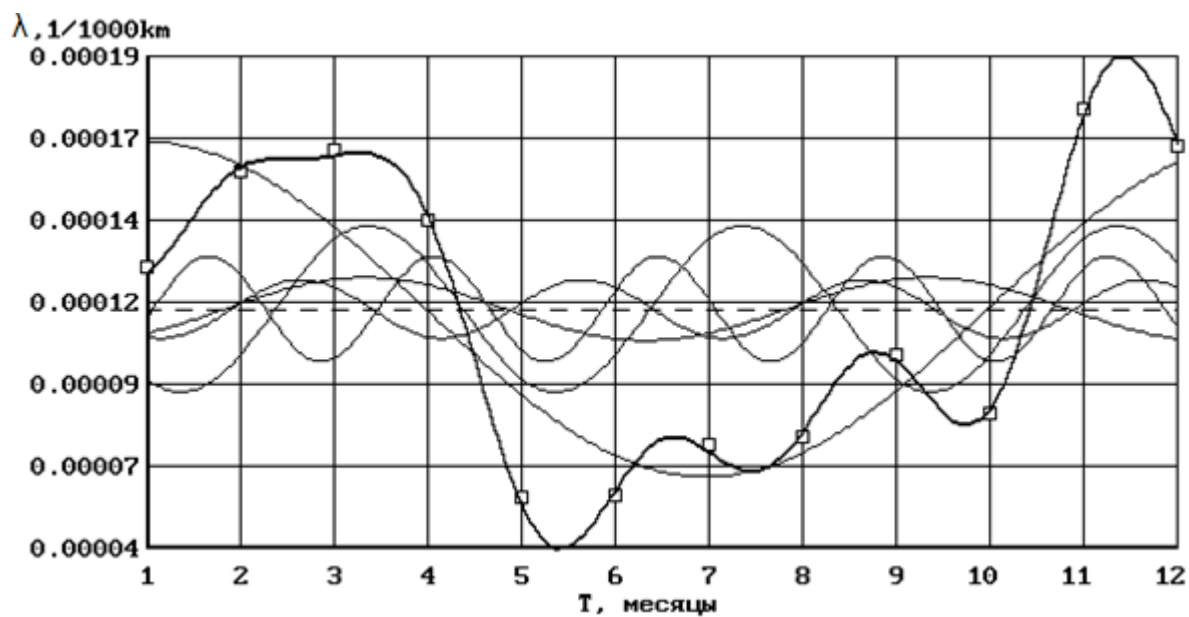


Рис. 3.6. Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C934 (2014 г.)

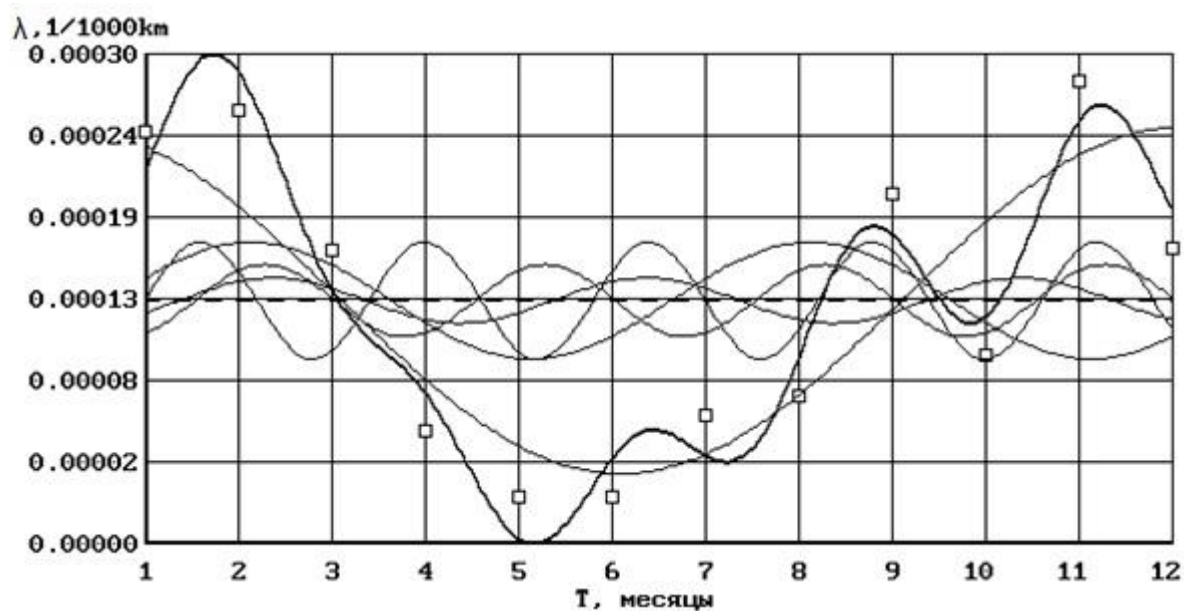


Рис. 3.7. Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C934 (2015 г.)

Проверка по критерию Стьюдента показала, что коэффициент корреляции для первой гармоники значим с вероятностью выше 0,95. Это свидетельствует о существенно влиянии сезонных условий на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса.

Анализ статистических данных по температурам окружающей среды показал, что для температуры также возможно использование гармонических моделей. Графики изменения температуры по календарным датам за четыре года, наложенные один на другой, показывают устойчивую закономерность изменения температуры в течение года (рис. 3.8).

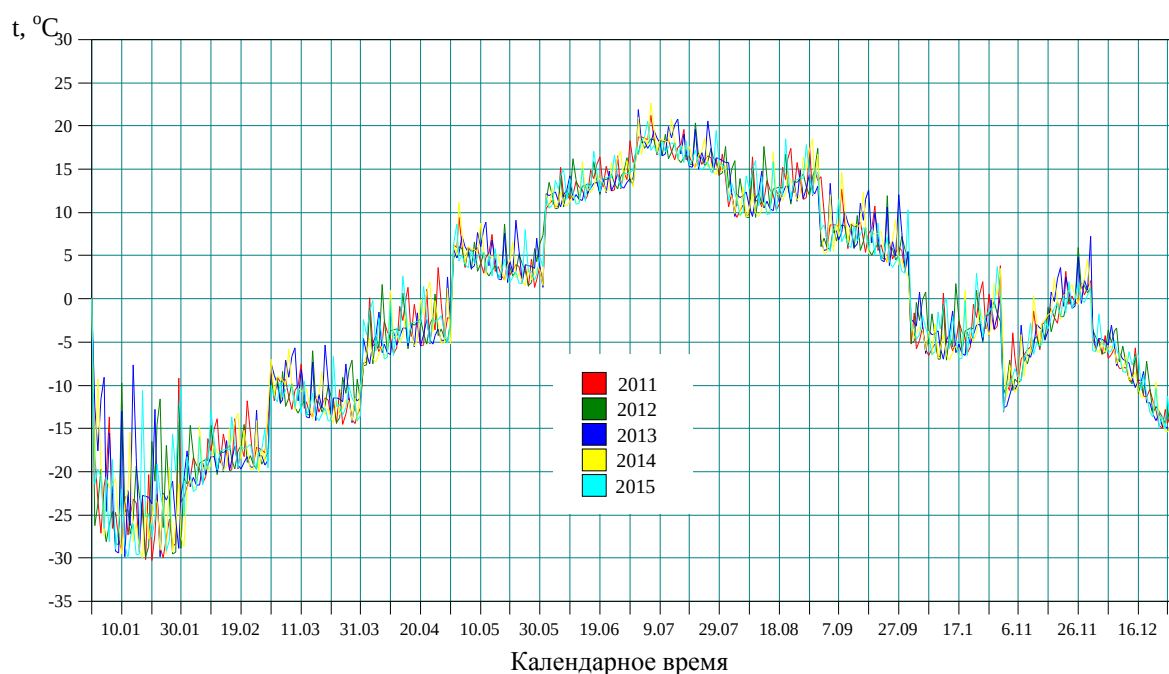


Рис. 3.8. Изменение среднесуточной температуры окружающей среды в течение года

3.3.3. Проверка гипотез о виде математических моделей влияния температуры воздуха и доли дней с осадками на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого

Для проверки гипотезы о виде математических моделей влияния температуры воздуха и доли дней с осадками на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого рассчитаны интенсивности отказов

пневмоподвески автобусов всех исследуемых моделей по месяцам за 2014-2015 годы.

Полученные результаты сопоставлялись со значениями средних месячных температур воздуха и доли дней с осадками (рис. 3.9-3.12).

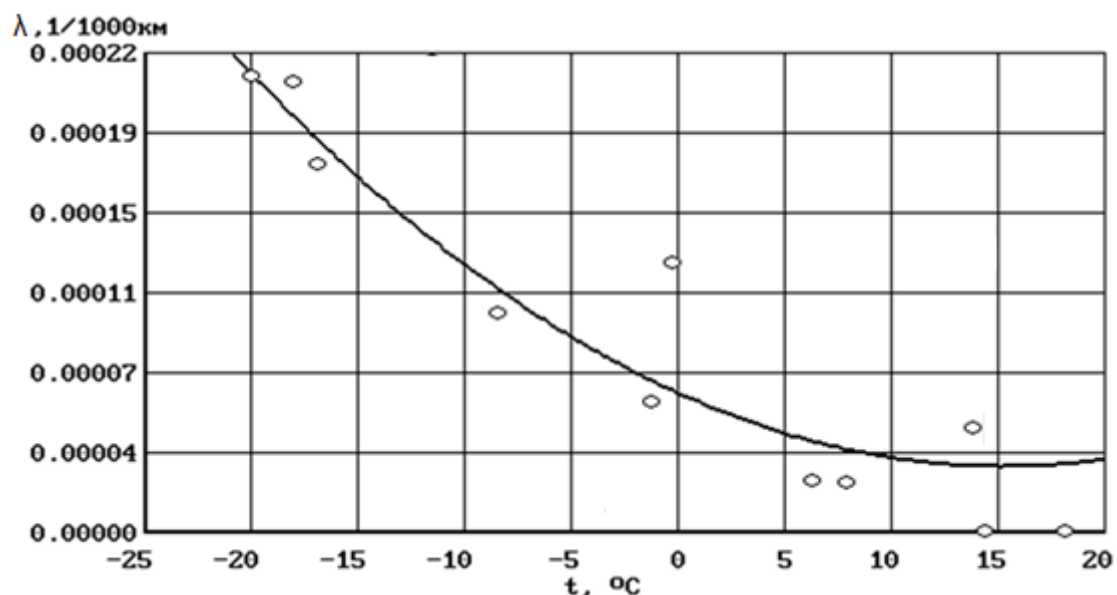


Рис. 3.9. Влияние температуры воздуха на интенсивность отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C934 (2014 г.)

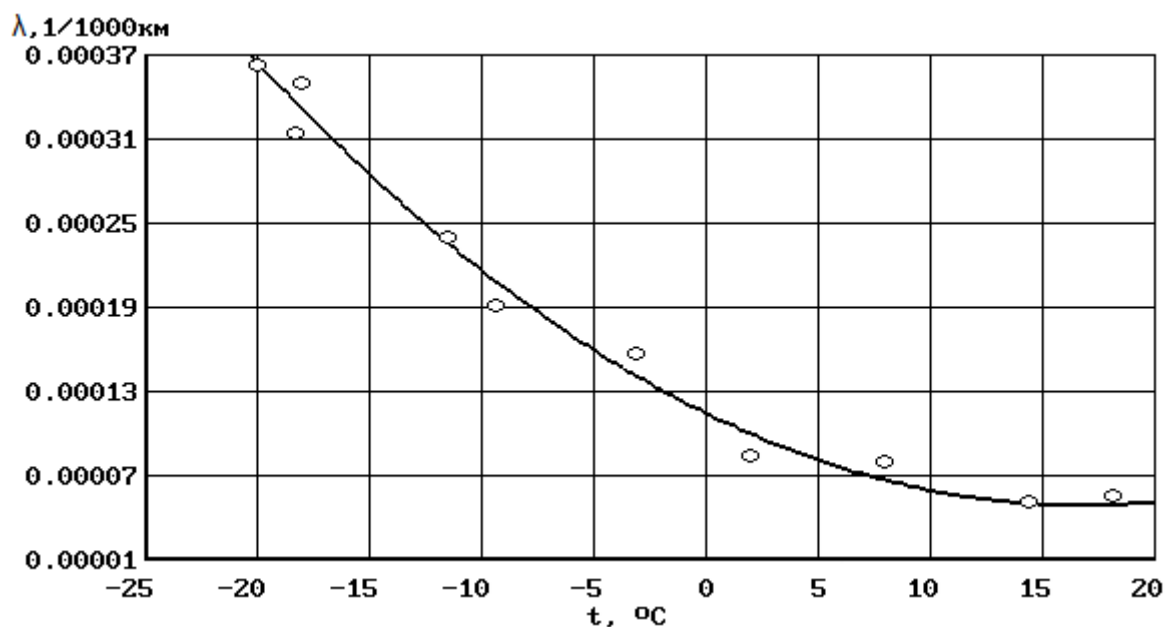


Рис. 3.10. Влияние температуры воздуха на интенсивность отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C934 (2015 г.)

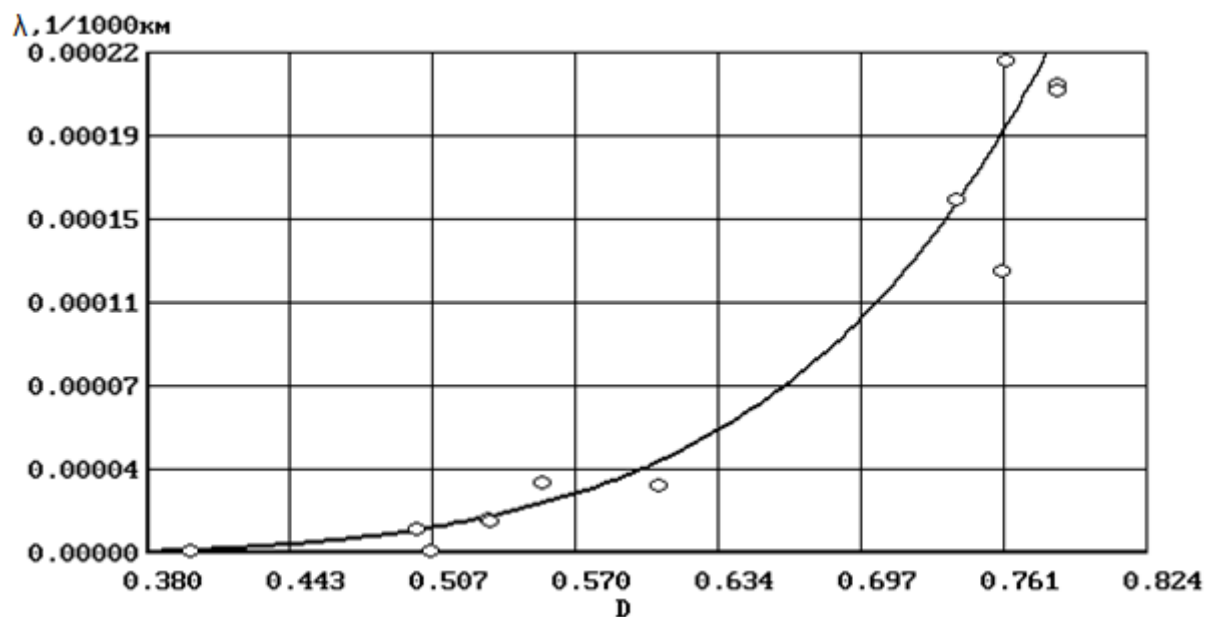


Рис. 3.11. Влияние доли дней с осадками на интенсивность отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C934 (2014 г.)

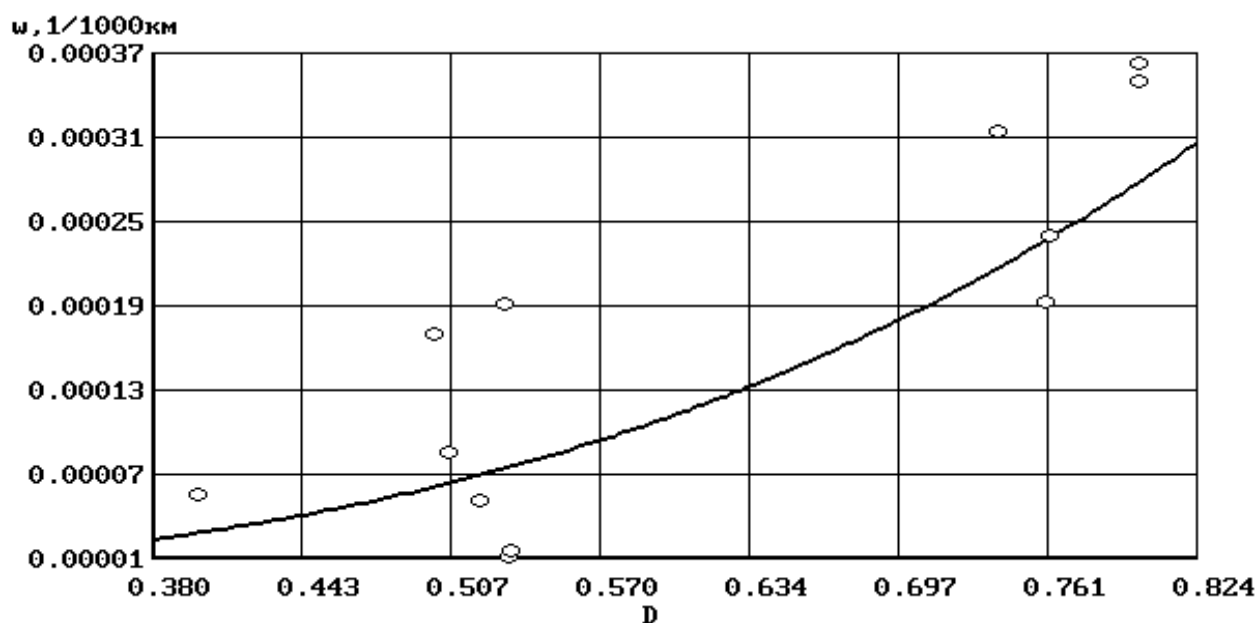


Рис. 3.12. Влияние доли дней с осадками на интенсивность отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C934 (2015 г.)

После обработки результатов эксперимента установлено следующее.

Для закономерности влияния температуры воздуха на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса наилучшую аппроксимацию экспериментальных данных обеспечивает полином второй степени. Оценка тесноты связи показала, что коэффициент корреляции при

линеаризации составил 0,99, уровень его значимости оценивался по критерию Стьюдента $t=4,2$, значение которого превысило табличное с вероятностью 0,99.

Адекватность уравнения оценивалась по критерию Фишера. Дисперсионное отношение Фишера превысило табличное значение с вероятностью 0,99, что свидетельствует об адекватности выбранной модели. Средняя ошибка аппроксимации составила $E=6,1\%$, коэффициент эластичности $K_{\text{эласт}}=0,6$.

Для закономерности влияния доли дней с осадками на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса наилучшую аппроксимацию экспериментальных данных обеспечивает степенная модель. Оценка тесноты связи показала, что коэффициент корреляции при линеаризации составил $r=0,98$, уровень его значимости оценивался по критерию Стьюдента $t=2,7$, значение которого превысило табличное с вероятностью 0,99.

Адекватность уравнения оценивалась по критерию Фишера. Дисперсионное отношение Фишера превысило табличное значение с вероятностью 0,99, что свидетельствует об адекватности выбранной модели. Средняя ошибка аппроксимации составила $E=1,5\%$, коэффициент эластичности $K_{\text{эласт}}=0,1$.

Таким образом, на основе проведенных исследований были подтверждены гипотезы о виде математических моделей влияния температуры воздуха и доли дней с осадками на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса.

3.3.4. Оценка влияния температуры на деформацию пневмобаллонов

Для оценки надежности пневмобаллона в различных условиях был проведен активный эксперимент.

На рис. 3.13 - 3.14 представлен сравнительный график деформации пневмобаллона при разных температурах окружающей среды. Эксперимент проходил в 3 этапа. Испытания проводилось с двумя пневмобаллонами, один - из синтетического каучука, другой - из натурального каучука. На 1-ом этапе испытания проводились при 20°C. На 2-ом этапе при -35°C.

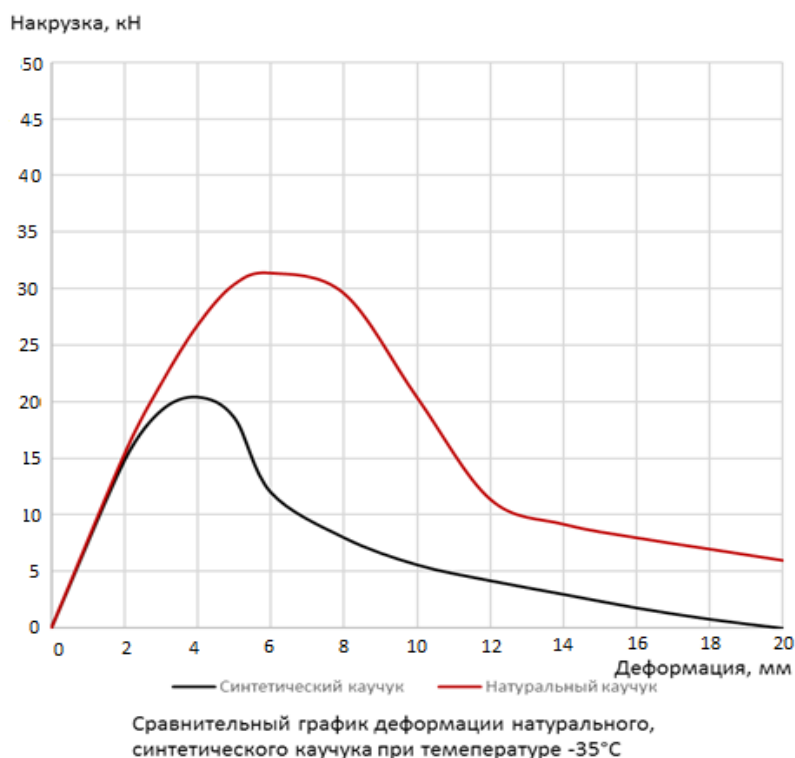


Рис. 3.13. Сравнительный график деформации пневмобаллонов при температуре -35 °C

Каждый пневмобаллон подвергался нагрузке, которая вызывала деформацию при температуре 20°C. Из рис. 3.14 видно, что натуральный каучук выдерживает значительно большие нагрузки, а в изделиях из синтетического каучука при нагрузке 23 кН происходит разрыв.

Второй этап эксперимента проходил при охлаждении обоих объектов. Предварительно пневмобаллоны поместили в морозильную камеру и выдержали до температуры -35°C. После завершения второго этапа сделаны следующие выводы. И при низких температурах воздуха значительно большую нагрузку выдерживает натуральный каучук (рис. 3.13), а синтетический разрушается уже при нагрузке 15 кН. При осмотре

пневмобаллонов автобусов, эксплуатирующийся в предприятиях установлено, что в основном все они из синтетического каучука, так как из натурального каучук используется в основном в автобусах, поставляемых в страны Евросоюза. Волокна натурального каучука расположены ближе друг к другу, что позволяет такому материалу выдерживать низкие температуры воздуха и продольные, вертикальные деформации значительно более длительное время, по сравнению с синтетическим.



Рис. 3.14. Сравнительный график деформации пневмобаллонов при температуре 20 °C

Изучая свойства натурального и синтетического каучука, можно сделать вывод, что именно натуральный каучук выдерживает большую нагрузку и более надежен при низких температурах воздуха.

На основе полученных результатов необходимо обратиться к заводу-изготовителю, чтобы решить вопросы об укомплектовании поставляемых для

ОАО «Сургутнефтегаз» автобусов пневмобаллонами на основе натурального каучука.

3.3.4. Проверка гипотезы о виде многофакторной модели влияния сезонных условий на интенсивности отказов пневмоподвески автобусов большого класса

Оценка влияния климатических факторов на надежность пневмоподвески автобусов проводилась на основе экспериментальных исследований. Установлено, что значимо влияют на интенсивность отказов температура воздуха t и доля дней с осадками D . На основе полученных данных об интенсивности отказов для каждого месяца и соответствующих значений климатических факторов выдвинута гипотеза о возможности описания исследуемой зависимости моделью на главных эффектах (2.13) или моделью со смешанными эффектами (2.12).

На рис. 3.15 представлен график последней модели (2.13).

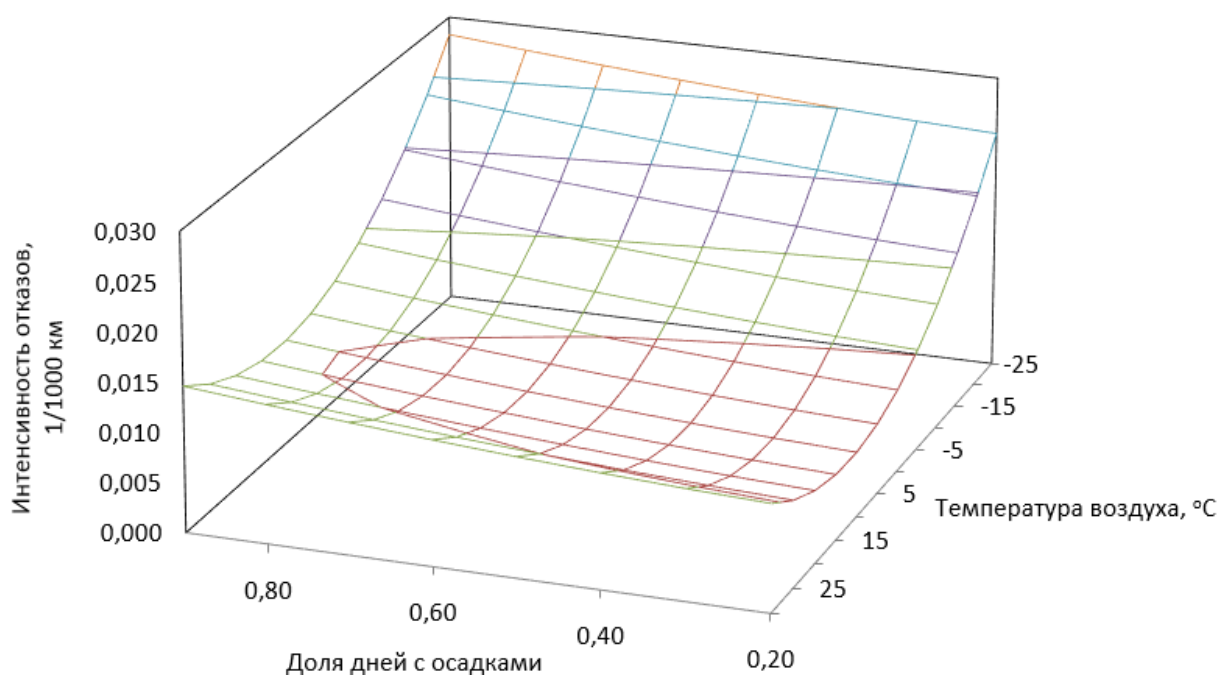


Рис. 3.15. Влияние температуры воздуха и влажности на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса MAN A 72 (модель на главных эффектах)

Анализ показал, что данная модель не в полной мере соответствует физическому смыслу изучаемого процесса: при низких температурах в зимний период года интенсивность отказов возрастает, при увеличении в этих условиях доли дней с осадками это влияние еще сильнее. При положительных температурах данной зависимости не должно быть.

В модели на главных эффектах учесть совместное влияние факторов невозможно. Следовательно, необходимо использовать модель со смешанными эффектами (2.12).

Для оценки значимости смешанных эффектов последняя модель линеаризована путем замены переменных:

$$\lambda = A_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2 + A_3 X_3 + A_4 X_4 + A_5 X_5, \quad (3.4)$$

где $X_0 \dots X_5$ – линеаризованные переменные.

Для оценки адекватности модели, определения численных значений ее параметров и статистических характеристик использовалась программа «REGRESS 2.5» [12]. К смешанным эффектам в последней модели относятся 4-е и 5-е слагаемые. Расчеты показали, что коэффициент парной корреляции между $X_3 = t^2 D^{A_6}$ и λ составил 0,76, а между $X_4 = t D^{A_6}$ и λ – 0,74 (табл. 3.5). Проверка по критерию Стьюдента показала, что с вероятностью 0,99 оба смешанных эффекта статистически значимо влияют на интенсивность отказов пневмобаллонов (табл. 3.6).

Таблица 3.5

Матрица коэффициентов парной корреляции

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
λ	-0,65	0,59	0,76	-0,74	0,79
X_1	1	-0,28	-0,59	0,96	-0,71
X_2	-0,28	1	0,89	-0,44	0,15
X_3	-0,59	0,89	1	-0,73	0,5
X_4	0,96	-0,44	-0,73	1	-0,73
X_5	-0,71	0,15	0,5	-0,73	1

		7			
--	--	---	--	--	--

На рис. 3.16 представлен график модели со смешанными эффектами.

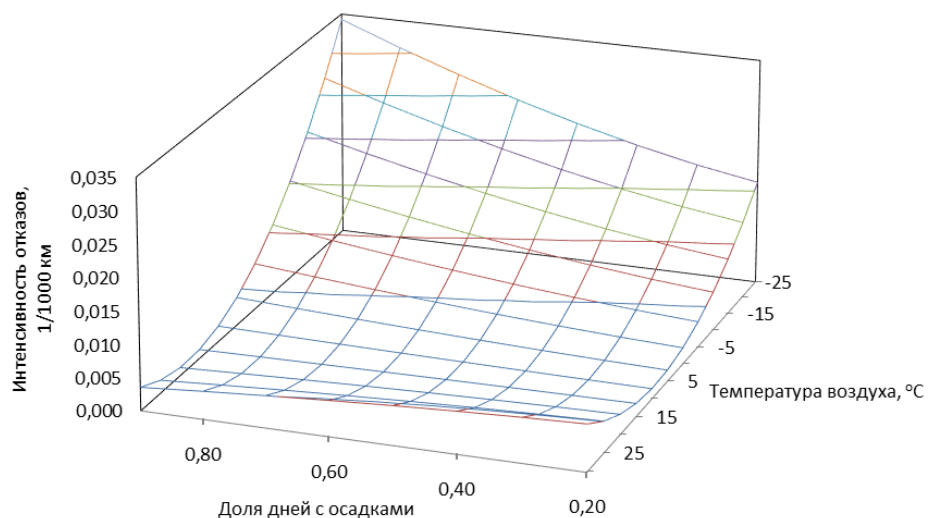


Рис. 3.16. Влияние температуры воздуха и влажности на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса MAN A 72 (модель со смешанными эффектами)

Таблица 3.6

Матрица вероятностей значимости коэффициентов парной корреляции

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
λ	0,98	0,95	0,99	0,99	0,99
X_1	0,99	0	0,95	0,99	0,99
X_2	0	0,99	0,99	0,80	0
X_3	0,95	0,99	0,99	0,99	0,90
X_4	0,99	0,80	0,99	0,99	0,99
X_5	0,99	0	0,90	0,99	0,99

Адекватность уравнения оценивалась по критерию Фишера. Дисперсионное отношение Фишера превысило табличное значение с вероятностью 0,95, что свидетельствует об адекватности выбранной модели. Средняя ошибка аппроксимации составила 4,6%.

На основе результатов эксперимента получены математические модели, позволяющие определить поток отказов пневмоподвески автобусов большого класса с учетом низкой температуры окружающей среды и интенсивности осадков, что позволит планировать потребность в запасных частях [24]. Численные значения параметров моделей представлены в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Численные значения параметров математической модели влияния температуры воздуха и доли дней с осадками на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса

Марка и модель автобуса	$A_0, 10^{-6} \text{ км}^{-1}$	$A_1, 10^{-6} \text{ км}^{-1} (^\circ\text{C})^{-1}$	$A_2, 10^{-6} \text{ км}^{-1} (^\circ\text{C})^{-2}$	$A_3, 10^{-6} \text{ км}^{-1} (^\circ\text{C})^{-1}$	$A_4, 10^{-9} \text{ км}^{-1} (^\circ\text{C})^{-2}$	$A_5, 10^{-6} \text{ км}^{-1}$	A_6
KAROSA C-934	8,2	-0,21	0,013	-0,68	3,9	5,1	1,63
KAROSA 954.1360	9,1	-0,20	0,011	-0,69	3,5	4,8	1,60
MAN A72 LION'S CLASSIC U	2,1	-0,18	0,012	-0,55	6,6	5,9	1,62
IVECO FRANCE SFR160 CROSSWAY	2,5	-0,17	0,014	-0,58	6,9	5,7	1,61
НЕФА3-5299-01	1,3	-0,22	0,013	-0,67	3,5	5,0	1,58
ЛИАЗ-5256-35	1,1	-0,20	0,039	-0,65	3,0	4,8	1,59

3.4. Выводы по главе

На основе пассивного эксперимента доказано, что интенсивность отказов интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса существенно меняется по сезонам.

На основе пассивного эксперимента подтверждены выдвинутые гипотезы о виде закономерностей и математических моделей для их описания, определены численные значения параметров этих моделей.

ГЛАВА 4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Анализ действующей в транспортных предприятиях ОАО «Сургутнефтегаз» системы снабжения запасными частями

4.1.1. Общие принципы работы системы

В ОАО «Сургутнефтегаз» действует схема, представленная на рис. 4.1. В ОАО есть центральный склад запасных частей, а в отдельных подразделениях функционируют консигнационные склады. Консигнационные склады созданы для марок КАМАЗ, ГАЗ, УАЗ, ГКЗ и др. ОАО «Сургутнефтегаз» сотрудничает с официальными дилерами, которые находятся в данном регионе, а также с заводами-производителями MAN, IVECO, KAROSA и т.д.

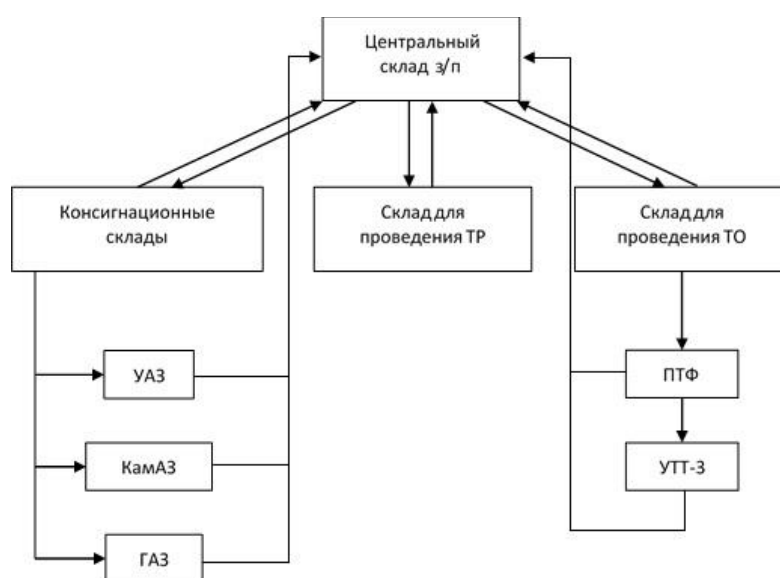


Рис. 4.1. Схема обеспечения материально-техническими ресурсами в
ОАО «Сургутнефтегаз»

Особенностью системы восстановления работоспособности автомобилей в УТТ является использование отдельных линий ТО и Р для

основных марок и моделей автомобилей, в том числе и оснащенных пневмоподвеской, являющихся предметом исследования. С другой стороны, эффективность этой системы в значительной мере определяется уровнем запаса комплектующих на складе по всей необходимой номенклатуре.

Анализ по группе марок и моделей автомобилей, оснащенных пневмоподвеской, показывает, что, несмотря на ежегодное увеличение закупок пневмобаллонов (табл. 4.1), время непроизводительных простоев автобусов увеличивается (рис. 4.2). В то же время из заказанных в 2015 году 160 баллонов для автомобилей марки KAROSA-C934 половина в течение года осталась невостребованной со склада.

Таблица 4.1

Закупки пневмобаллонов для автобусов KAROSA-C934

Год	Количество приобретённых пневмобаллонов
2009	54
2010	77
2011	89
2012	99

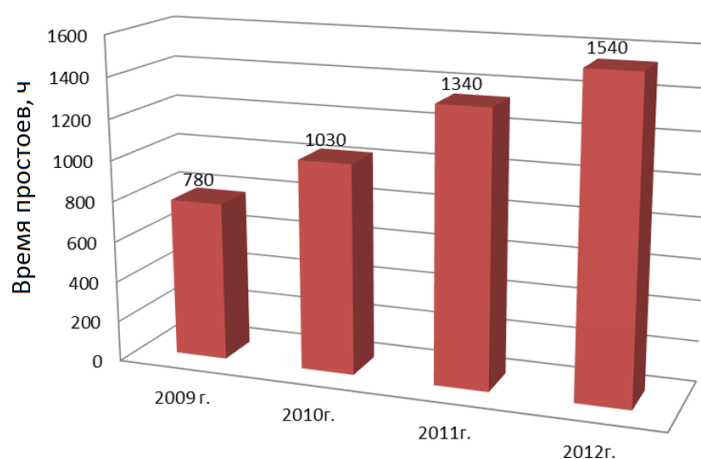


Рис. 4.2. Время простоев автобусов большого класса 2009-2012 г
(KAROSA-C934)

Одной из причин этого является неравномерное распределение отказов в течение года, связанное с влиянием сезонных колебаний температуры окружающей среды и интенсивности осадков. Кроме того, при определении необходимого уровня запаса в действующей системе никак не учитывается наработка пневмоподвески на момент поставки. Вторая составляющая потерь, связанных с несовершенством системы восстановления работоспособности автомобилей, оснащенных пневмоподвеской, как, впрочем, и остальных марок и моделей автомобилей – централизованное управление закупками.

В течение года формируются заявки на поставку комплектующих, и на основе этих данных производится закупка запасных частей. Поставка запасных частей производится через фиксированные промежутки времени, например, по элементам пневмоподвески срок исполнения заказа составляет три месяца. В течение этого промежутка времени скорректировать размер поставляемой партии комплектующих уже невозможно.

4.1.2. Эффективность системы восстановления работоспособности пневмоподвески

Поставка пневмобаллона производится в собранном виде (рис. 4.3). В автобусах всех марок и моделей на заднюю подвеску необходимо четыре пневмобаллона, а на переднюю - два. Одной из причин, влияющей на уровень запаса на складе количество является то, что защитный резиновый кожух не продается отдельно, а в эксплуатации в большинстве случаев происходит разрыв корда кожуха баллона задней подвески (рис 4.4), что и приводит к дальнейшей замене всего пневмобаллона.

По отчетным данным УТТ за 2014 год более 100 часов подряд по причине отсутствия запасных частей на складе простаивали около 10

автобусов. Более того в отчете отражены сведения об автомобилях, ожидающих ремонта в течение полугода.



Рис. 4.3. Пневмобаллон в сборе MAN A72



Рис. 4.4. Задняя пневмоподвеска автобуса большого класса KAROSA-C934

Рыночная стоимость пневмобаллона для MAN A72 - 20 тыс. рублей. В случае, когда автобус не выходит на линию из-за отсутствия запчастей, несет потери основное производство. В ОАО «Сургутнефтегаз» потери вследствие

простоя автобуса большого класса составляю около 10 тыс. рублей в сутки. Согласно имеющейся статистике по подразделению УТТ-3 за четыре года экономический ущерб составил 4 690 000 тыс. руб.

Всего ущерб от простоя всей техники составил за четыре года 22 580 000 тыс. руб. Все эти потери связаны с несовершенством системы управления запасами запасных частей на складе предприятия. Например, в 2008 году пневмобаллонов для KAROSA C-954 было закуплено 90 штук, а количество отказов по этой модели составило за год 45. Что привело к излишним затратам на 900 000 тыс. руб. по этой марке автобусов.

Таким образом, несовершенство системы управления работоспособностью автомобилей связано в основном с подсистемой управления запасами и приводит к потерям, как при превышении необходимого размера запаса запасных частей на складе, так и при их снижении ниже необходимого уровня. Для повышения эффективности работы системы в целом необходимо в первую очередь определить оптимальный размер заказа с учетом ограничений на поставку.

4.2 Определение оптимального уровня запаса пневмобаллонов на складе

В качестве целевой функции выбраны потери, связанные с дефицитом запасных частей, простоем основного производства, хранением на складе запасных частей и их приобретением.

Общий алгоритм имитации отказа пневмобаллонов и восстановления их работоспособности при эксплуатации автобусов, а также управления их запасом на складе и затрат, связанных с этим представлен на рис. 4.5.

Представленная модель предусматривает следующие допущения и ограничения:

- дорожные условия, существенно влияющие на надежность пневмоподвески, считаются одинаковыми для всей группы автобусов данной марки и модели;
- модель предусматривает имитацию постепенного отказа при достижении предельного состояния, внезапные отказы не имитируются;
- результаты имитации определяются начальным состоянием подвески по каждому из автобусов группы одной марки и модели;
- время выполнения заказа составляет 90 дней, что соответствует действующей в УТТ системе.

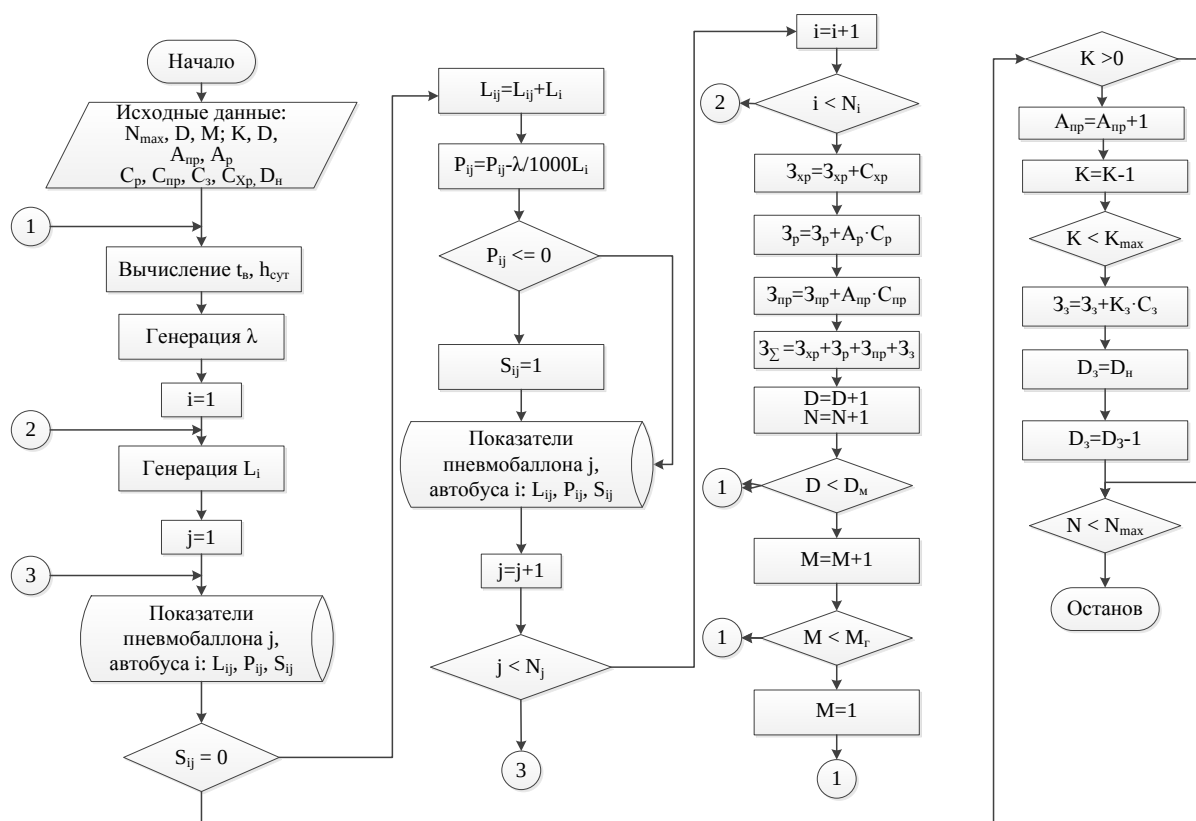


Рис.4.5. Алгоритм имитационной модели методики определения необходимого количества запасных частей с учетом влияние сезонных условий

Алгоритм реализован с помощью системы «Stamm 2.1», которая предусматривает целенаправленный сбор данных имитационного эксперимента с целью дальнейшей визуализации (рис. 4.6).

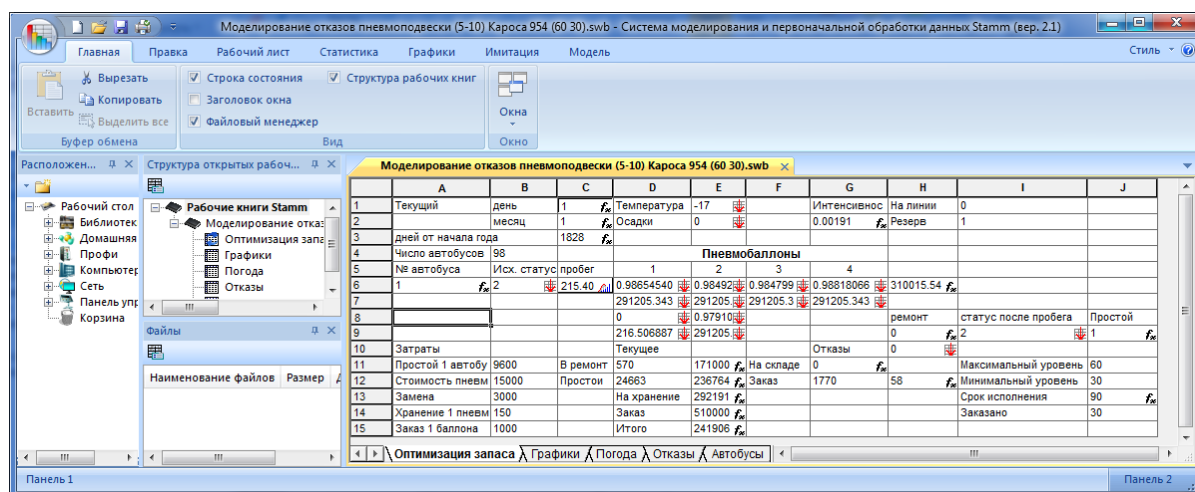


Рис.4.6. Система «Stamm 2.1»

Элементы, обеспечивающие имитацию расхода потенциального ресурса пневмобаллонов реализованы с помощью табличного процессора Stamm аналогичного Microsoft Excel и имеющего встроенный формульный движок, поддерживающий более ста различных функций.

Некоторые элементы имитационной модели невозможно построить без использования специализированных ячеек-контроллеров системы (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Компоненты модели «Stamm»

Тип ячейки-контроллера	Ячейка или диапазон листа	Выполняемые функции
1	2	3
Модельного времени	C1:C3	Определение текущей календарной даты по виртуальному времени модели
	G2	Расчет интенсивности снижения уровня надежности пневмобаллонов с учетом текущих значений температуры окружающей среды и суточной интенсивности осадков
	A6	Генерация текущего номера автобуса

Продолжение табл. 4.2

1	2	3
Модельного времени	H9	Проверка необходимости ремонта пневмобаллона
	J9	Реализация логического условия постановки автобуса в простой
	G11	Списание пневмобаллонов со склада в ремонт
	E11:E15	Расчет суммарных затрат, соответственно: на ремонт, связанных с простоями, с хранением на складе, с выполнением заказа и общие затраты.
	H12	Моделирование времени выполнения заказа
Сканирования	E1	Имитация текущего значения температуры воздуха
	E2	Имитация текущего значения интенсивности осадков
	B6	Статус автобуса: «исправен», «требуется ремонт», «в простое»
	D6:G6	Текущий уровень надежности пневмобаллонов задней подвески
	D8:E6	Текущий уровень надежности пневмобаллонов передней подвески
	D7:G7	Пробег пневмобаллонов задней подвески
	D7:E7	Пробег пневмобаллонов передней подвески
	H10	Сохраненный статус автобуса: «исправен», «требуется ремонт», «в простое»
Генератор случайных чисел	C6	Генерация суточного пробега автобуса

Компоненты модели обеспечивающие расчет переменных, значение которых меняется с течением модельного времени и зависит от других переменных модели реализованы в виде простого контроллера модельного времени (рис. 4.7).

Контроллер модельного времени

Выражение: $35+0.00012 \cdot e^1 - 0.00024 \cdot e^1 \cdot e^2 + 0.00231 + 0.00012 \cdot e^1$

Вывод данных в лист: []

Выводить через каждые: 0 ед. модельного времени

Логическое выражение: []

Истинно: []

Ложно: []

OK Отмена

Рис.4.7. Ячейка-контроллер, рассчитывающая интенсивность расхода уровня надежности пневмобаллона с учетом внешних факторов

Некоторые ячейки контроллеры модельного времени не выполняют текущих расчетов при каждом изменении модельного времени, но реализуют логические операции, на рис. 4.8 представлена ячейка контролирующая уровень запаса на складе и изменяющая число в ячейке «размер заказа», только в момент полного исчерпания запаса на складе и одновременно отсутствия выполняющегося заказа.

Контроллер модельного времени

Выражение: []

Вывод данных в лист: []

Выводить через каждые: 0 ед. модельного времени

Логическое выражение: $CurValue \leq j12 \ \& \ j14 = 0$

Истинно: $g12 = c3; j14 = j11 - CurValue$

Ложно: []

OK Отмена

Рис.4.8. Ячейка-контроллер, изменяющая значение в ячейке «Размер заказа»

Часть ячеек-контроллеров данного типа реализует обе функции одновременно, например, ячейка контроллер, рассчитывающая дни выполнения поставки одновременно осуществляет изменение суммарного числа простоев, вследствие отсутствия запаса на складе (рис. 4.9).

Контроллер модельного времени

Выражение:

Вывод данных в лист:

Выводить через каждые ед. модельного времени

Логическое выражение:

Истинно:

Ложно:

OK Отмена

Рис.4.9. Ячейка-контроллер, контролирующая выполнение заказа и число дней в простое

Текущие числовые данные в ячейке-контроллере, необходимые для дальнейшего анализа результатов моделирования, записываются в специальный лист с заданной периодичностью (рис. 4.10).

Контроллер модельного времени

Выражение:

Вывод данных в лист:

Выводить через каждые ед. модельного времени

Логическое выражение:

Истинно:

Ложно:

OK Отмена

Рис.4.10. Ячейка-контроллер, определяющая суммарные затраты на ремонт с выводом текущего значения в столбец «В» листа «Графики» начиная со второй строки

Ячейки-контроллеры, осуществляющие воспроизведение в модели табличных данных и функций, также реализованы с различными настройками. Воспроизведение в модели статуса текущего автобуса, предусматривает простой перенос табличного значения показателя (рис. 4.11). Контроллер сканирования, реализующий изменение пробега пневмобаллона 1 задней подвески (рис. 4.12) помимо переноса показателя в модель изменяет его значение в зависимости от выполнения логического условия заданного в настройках контроллера и записывает новое значение обратно.

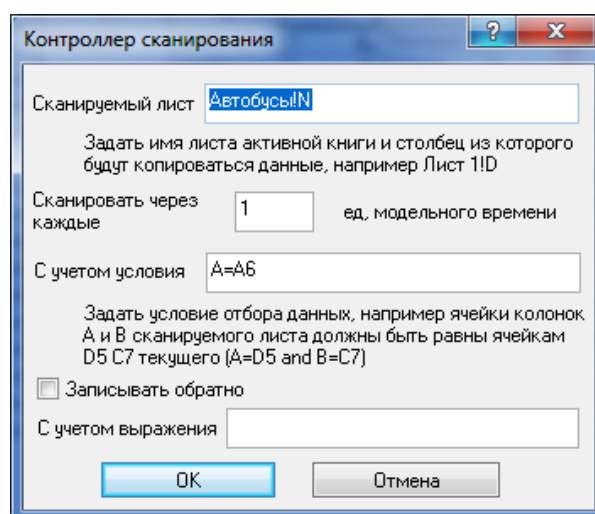


Рис.4.11. Ячейка-контроллер, сканирующая таблицу данных по автобусам моделируемой марки и модели по столбцу «статус»

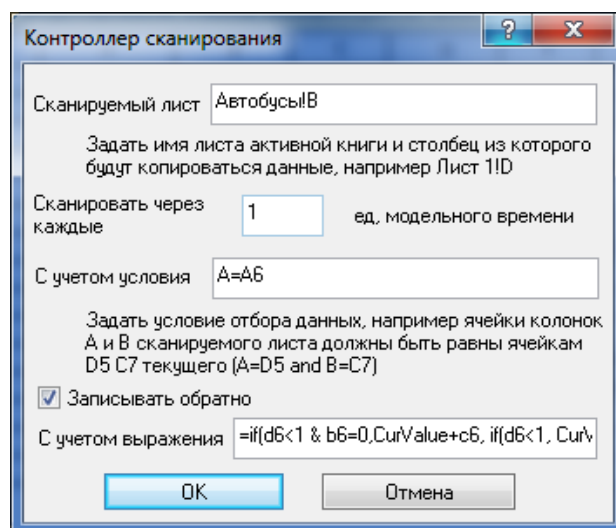


Рис.4.12. Ячейка-контроллер, сканирующая таблицу данных по автобусам моделируемой марки и модели по столбцу «Вероятность отказа 1 пневмобаллона»

В имитационной модели отказов пневмобаллонов и восстановления их работоспособности на базе запаса на складе используется лишь один специализированный компонент генератор случайных чисел, имитирующий пробег автобуса за смену (рис. 4.13).

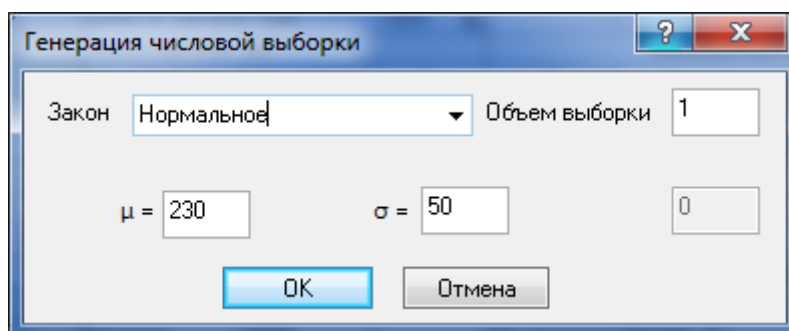


Рис.4.13. Ячейка-контроллер, имитирующая пробег автобуса за смену

Тем не менее и другие элементы модели содержат случайные компоненты. Например, ячейка имитирующая колебания времени выполнения заказа под воздействием случайных факторов, реализует это с помощью встроенной в табличный процессор функции «Rand» (рис. 4.14).

Контроллер модельного времени

Выражение: `=if(g11=j12 & h12=0, INT(if(Rand())<0.4, 90-Rand())*5,`

Вывод данных в лист:

Выводить через каждые ед. модельного времени

Логическое выражение:

Истинно:

Ложно:

OK Отмена

Рис.4.14. Ячейка-контроллер, имитирующая случайное значение времени выполнения заказа

Генерация случайного колебания показателей с использованием формульного процессора Stamm реализована и в таких элементах модели как контроллеры имитирующие износ пневмобаллона (рис. 4.15).

Контроллер сканирования

Сканируемый лист:

Задать имя листа активной книги и столбец из которого будут копироваться данные, например Лист 1!D

Сканировать через каждые ед. модельного времени

С учетом условия:

Задать условие отбора данных, например ячейки колонок A и B сканируемого листа должны быть равны ячейкам D5 C7 текущего (A=D5 and B=C7)

☒ Записывать обратно

С учетом выражения: `=if(CurValue<1 & b6=0, if(Rand())<0.1,CurVa`

OK Отмена

Рис.4.15. Ячейка-контроллер, сканирующая таблицу данных по автобусам моделируемой марки и модели по столбцу «Вероятность отказа 1 пневмобаллона»

Для задания начальных данных имитационного эксперимента использовались данные выборки, которая формировалась в самой модели с учетом имеющихся данных о возрастном составе группы автобусов данной марки и модели. Максимальный пробег автобусов в начальной выборке составил от 0 до 150000 км, что соответствовало возрасту автобусов от 1 до 5 лет с равномерным ежегодным обновлением парка для данной марки и модели автобуса.

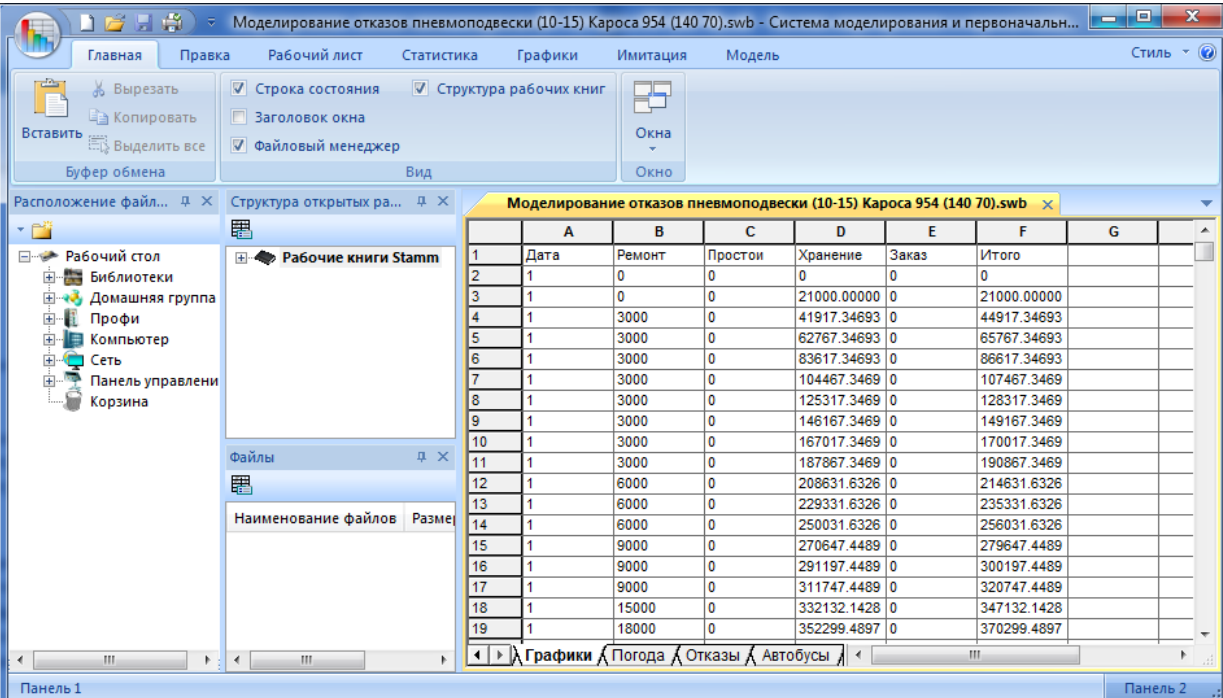
В результате моделирования была получена таблица, содержащая значения пробегов и показателя надежности по каждому из пневмобаллонов группы автобусов данной марки и модели (рис. 4.15). Эта таблица использовалась как исходная при дальнейшем имитационном эксперименте на модели.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	1	241913.4503	247110.6671	246892.0585	241195.4534	244858.3978	238349.4747	0.815485255	0.838359435	0.833717946	0.796612555	0.84094107
2	2	237211.8021	245430.4986	241478.9507	242162.4720	241333.8427	236891.6733	0.776009223	0.812422464	0.799765775	0.813755652	0.80383113
3	3	249756.6781	244162.7234	251179.7488	250332.1825	250590.5165	249362.7559	0.819768176	0.802050759	0.848622803	0.855632558	0.84087265
4	4	251931.8188	255099.5848	252436.9576	251576.3700	253617.8820	248882.1093	0.847819300	0.867992022	0.848715650	0.859709516	0.84784964
5	5	261039.4775	249635.8181	253732.8661	248236.5214	251829.7154	258025.5337	0.894471687	0.848027175	0.840796563	0.806193658	0.82695583
6	6	242920.5923	242267.8628	246369.4312	243596.3026	252392.4362	248072.8001	0.827134980	0.810718212	0.827887180	0.806337851	0.84749568
7	7	259557.6452	254262.3174	257581.3929	260809.7135	260066.5335	262574.2183	0.864138668	0.855761326	0.872833247	0.868801973	0.87553245
8	8	261252.3109	263746.1359	263392.1702	268270.3229	259694.0025	266307.3353	0.888426290	0.892028518	0.898191981	0.927386014	0.88286098
9	9	272327.3169	270388.6512	271840.0470	271622.4815	272182.7313	285967.8706	0.930027670	0.923362475	0.919722432	0.931683678	0.92338058
10	10	278182.1912	278675.0894	280968.0925	282289.7000	289352.6224	276923.1693	0.939338297	0.935699502	0.966749024	0.942666429	0.96547118
11	11	276827.6289	272379.4635	286750.9321	274499.3311	278660.6087	279552.1107	0.919993471	0.924503529	0.950699234	0.934167668	0.92399345
12	12	279066.4477	283252.5017	284167.8888	286379.6202	289157.2357	283544.0382	0.936989637	0.978690321	0.964522311	0.961235865	0.95946721
13	13	281534.7135	285829.5184	282325.1368	293592.7800	279535.2921	275496.0775	0.948035194	0.946026804	0.940659008	0.980994232	0.93609409
14	14	285045.0177	283176.6722	278258.0080	274611.7584	283973.3348	281585.1460	0.943848356	0.958536025	0.923252092	0.920450585	0.95307948
15	15	287313.6144	284501.7932	301771.6117	291685.9701	286465.7089	285169.4928	0.952812481	0.970169382	0.994968921	0.969085968	0.96860426
16	16	296158.1754	301975.4450	298601.1600	292697.4971	289532.2096	298099.5294	0.978056715	0.983244010	0.990095368	0.964514555	0.97991910
17	17	3115.988205	302658.9879	301432.3001	301820.7532	5584.372843	1559.665089	0.008442540	0.985401165	0.994762037	0.985415027	0.02264981
18	18	293486.8079	7160.080713	300294.1750	297830.2864	5347.712202	304226.9622	0.984170152	0.025324633	0.988694768	0.993575052	0.01892180
19	19	2406.729363	13382.90195	3547.487759	881.079087	631.412341	7905.482533	0.008050639	0.049458085	0.012669107	0.001205997	0.00138507
20	20	15195.46283	19802.95842	12557.32717	39758.52754	16421.68044	18855.68882	0.054900446	0.076771961	0.047296712	0.123174278	0.06222276
21	21	11682.45837	5363.797563	7148.044686	16472.90829	17648.79798	15425.29348	0.043568105	0.019719354	0.023765998	0.065607102	0.06701439
22	22	12733.24621	16729.52008	12999.06122	18504.35243	28665.74935	14087.58356	0.047084806	0.066620396	0.049892469	0.068957702	0.10226745
23	23	26577.24526	23814.36806	32671.71757	20044.85635	22491.74548	27158.46256	0.097442503	0.084664677	0.111146966	0.076443323	0.08850184

Рис.4.15. Обучающая выборка, полученная в результате моделирования с равномерного поступления новых автобусов данной марки и модели

Дальше проводился эксперимент по имитации процесса отказов и управления запасами с варьированием порогового уровня запасов на различном уровне. Остановка моделирования и анализ результатов осуществлялся при достижении модельным временем пяти лет.

Благодаря специальной настройке элементов модели, содержащих данные о затратах на восстановление работоспособности автобусов; непроизводительных потерях вследствие простоя автобусов в ожидании ремонта; издержек на содержание запасов пневмобаллонов на складе; затрат, связанных с выполнением заказа и поставки на склад и суммарных затрат на поддержание работоспособности автобусов, была сформирована таблица численных значений этих показателей, полученных с заданной периодичностью (рис. 4.16). По данным таких таблиц для моделей, имитирующих отказы пневмобаллонов различных марок и моделей автобусов, являющихся предметом исследования, были построены соответствующие графики изменения затрат во времени (рис. 4.17 – 4.21).



	A	B	C	D	E	F	G
1	Дата	Ремонт	Простои	Хранение	Заказ	Итого	
2	1	0	0	0	0	0	
3	1	0	0	21000.00000	0	21000.00000	
4	1	3000	0	41917.34693	0	44917.34693	
5	1	3000	0	62767.34693	0	65767.34693	
6	1	3000	0	83617.34693	0	86617.34693	
7	1	3000	0	104467.3469	0	107467.3469	
8	1	3000	0	125317.3469	0	128317.3469	
9	1	3000	0	146167.3469	0	149167.3469	
10	1	3000	0	167017.3469	0	170017.3469	
11	1	3000	0	187867.3469	0	190867.3469	
12	1	6000	0	208631.6326	0	214631.6326	
13	1	6000	0	229331.6326	0	235331.6326	
14	1	6000	0	250031.6326	0	256031.6326	
15	1	9000	0	270647.4489	0	279647.4489	
16	1	9000	0	291197.4489	0	300197.4489	
17	1	9000	0	311747.4489	0	320747.4489	
18	1	15000	0	332132.1428	0	347132.1428	
19	1	18000	0	352299.4897	0	370299.4897	

Рис.4.16. Числовые данные – результаты имитационного эксперимента

Результаты моделирования на выборке от 0 до 5 лет для двух марок и моделей автобусов представлены на рис. 4.17 и 4.18.

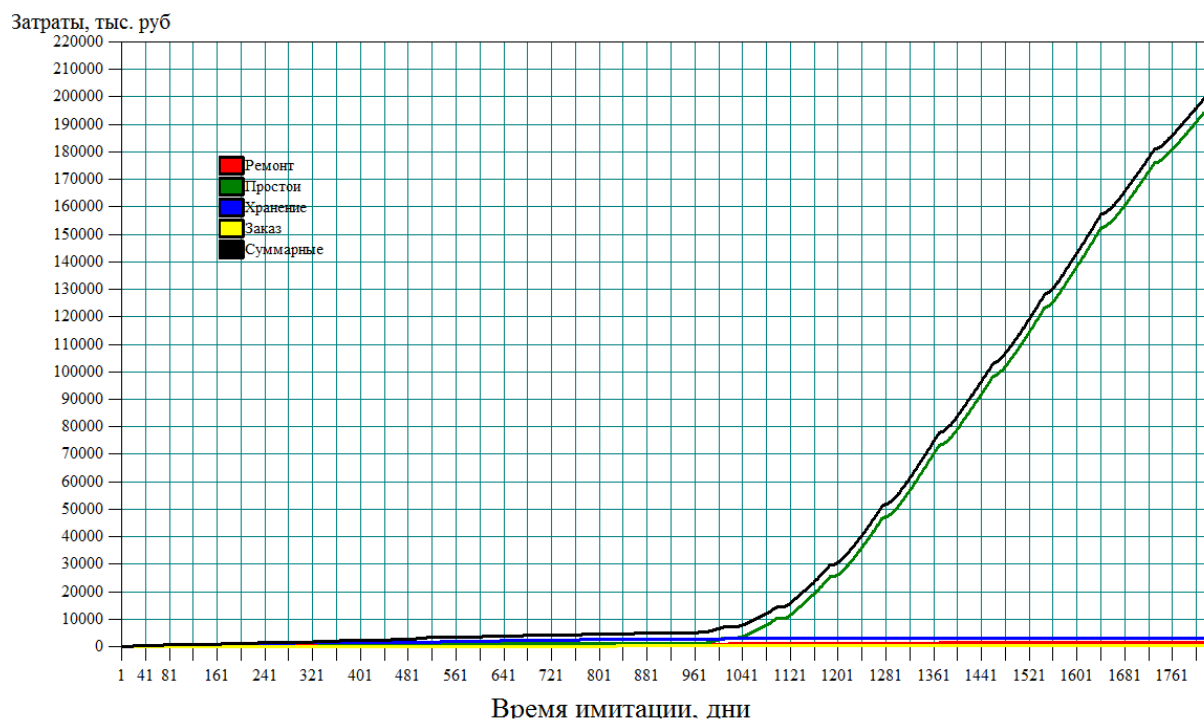


Рис.4.17. Изменение затрат по составляющим для Karosa-C954 (срок эксплуатации от 1 до 5 лет)

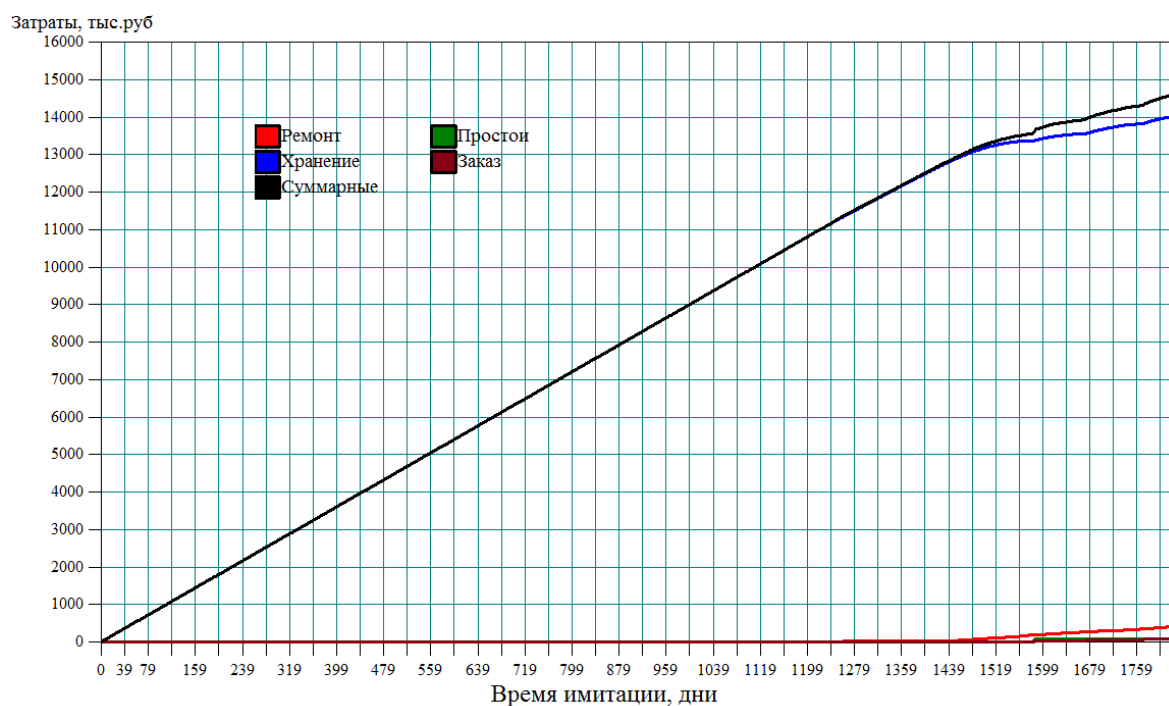


Рис.4.18. Изменение затрат по составляющим для MAN A-72 (при возрасте автобусов от 1 до 5 лет)

Анализ результатов имитационного эксперимента на начальной выборке пробегов, соответствующей возрасту нового парка моделируемых, показал, что вследствие более высокой надежности пневмоподвески MAN за период модельного времени 5 лет простоев автобусов вследствие неисправности и отсутствия запаса пневмобаллонов на складе не было. Первые отказы пневмобаллонов этой марки и модели автобуса соответствуют 8 годам эксплуатации и возникают во второй фазе имитационного эксперимента.

Вторая фаза имитационного моделирования для каждой марки и модели автобусов - предметов исследования начиналась с обнуления модельного времени и повторения эксперимента в течение следующих пяти лет виртуального времени. Это соответствовало начальному возрасту парка от 5 до 10 лет. Результаты для автобусов марки и модели MAN A-72 представлены на рис. 4.19, а для KAROSA-C954 на рис. 4.20.

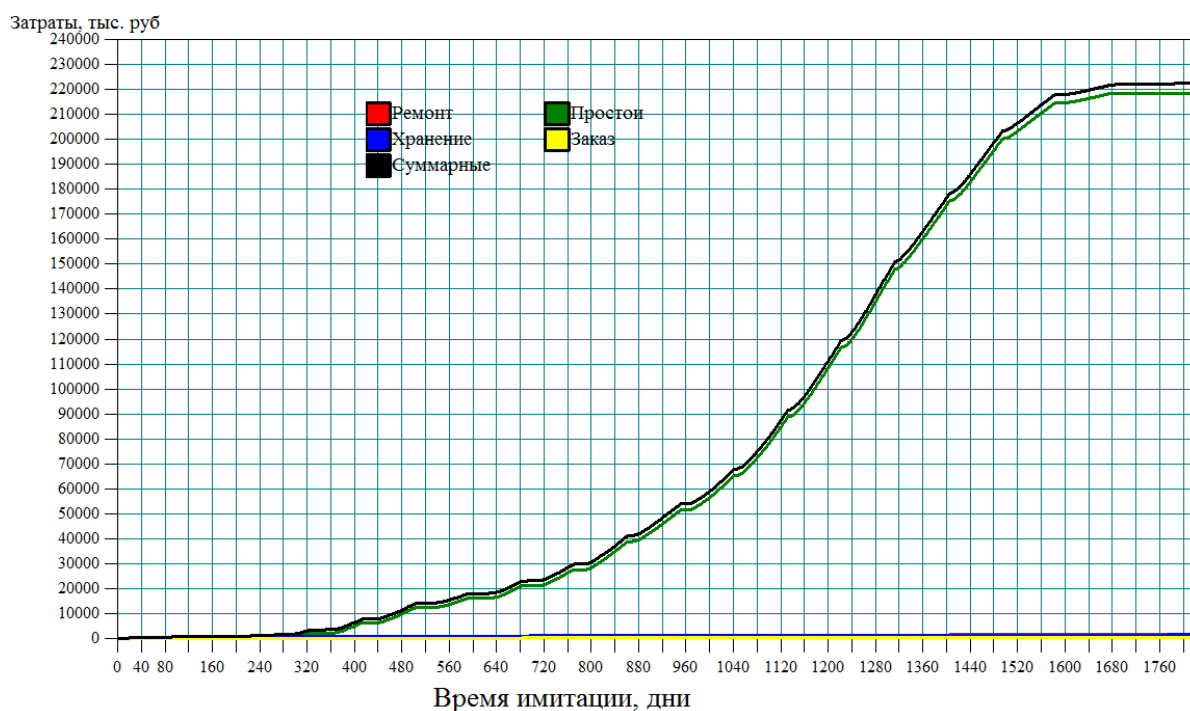


Рис.4.19. Изменение затрат по составляющим для MAN A-72 (при возрасте от 5 до 10 лет)

Затраты, тыс. руб.

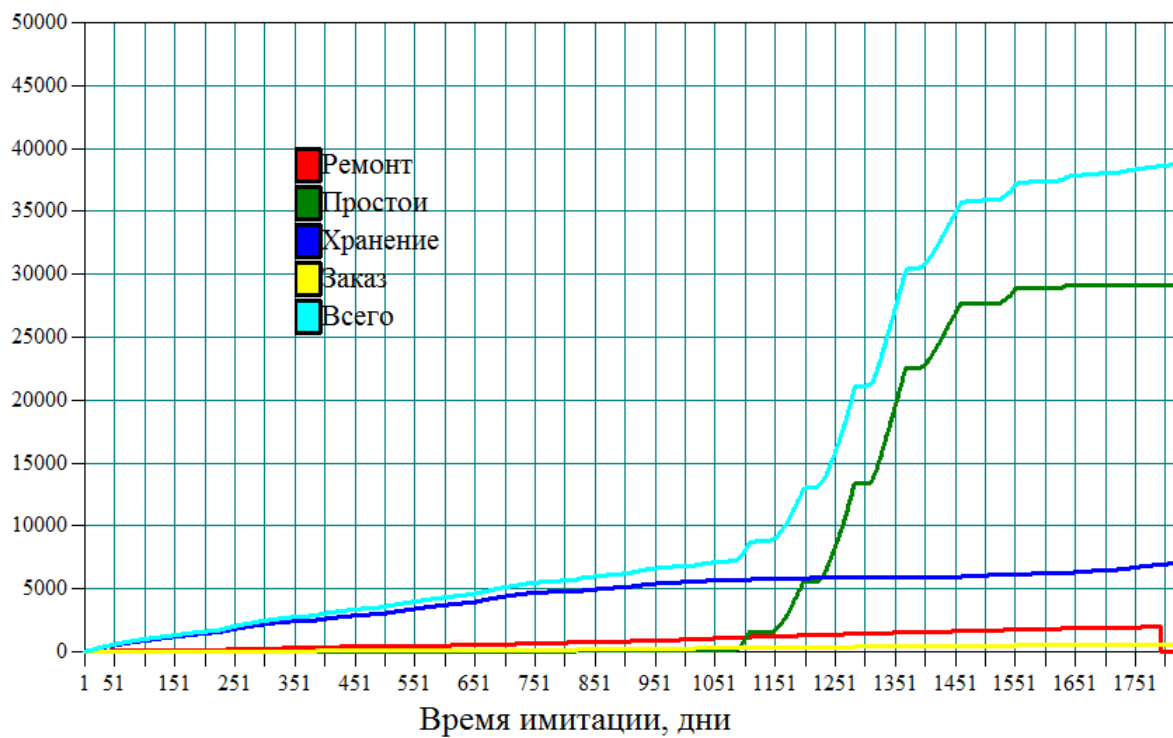


Рис.4.20. Изменение затрат по составляющим для Karosa-C954 (от 5 до 10 лет)

Затраты, тыс. руб.

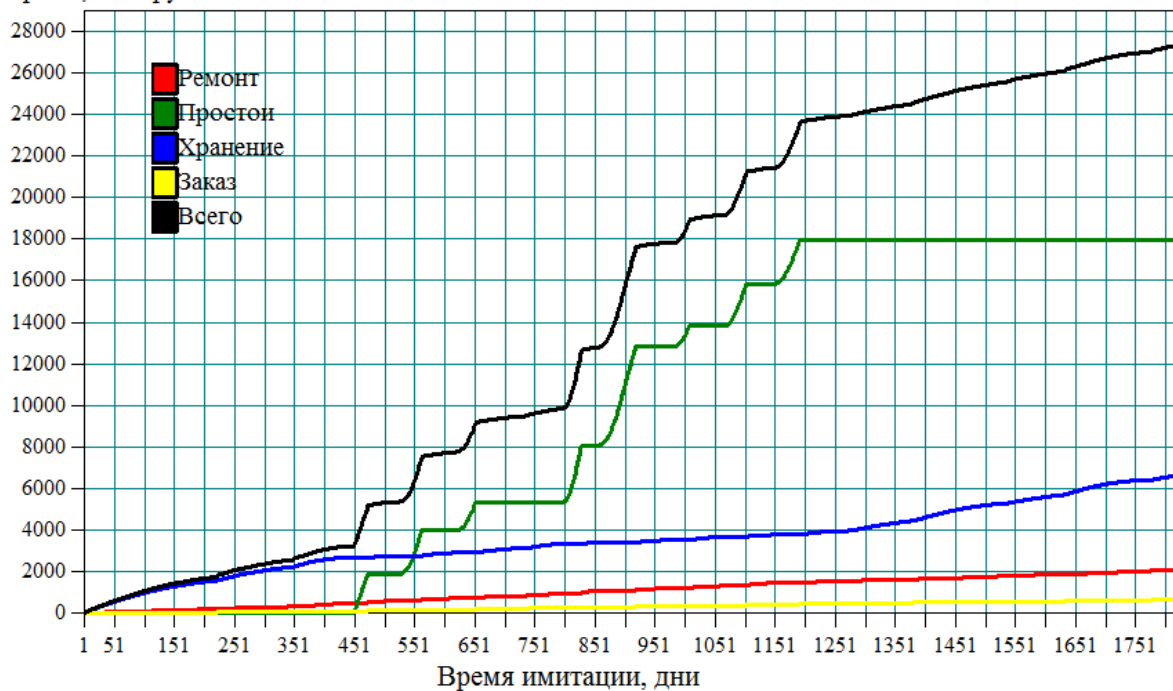


Рис.4.21. Изменение затрат по составляющим для Karosa-C954 (от 10 до 15 лет)

Затраты, тыс. руб.

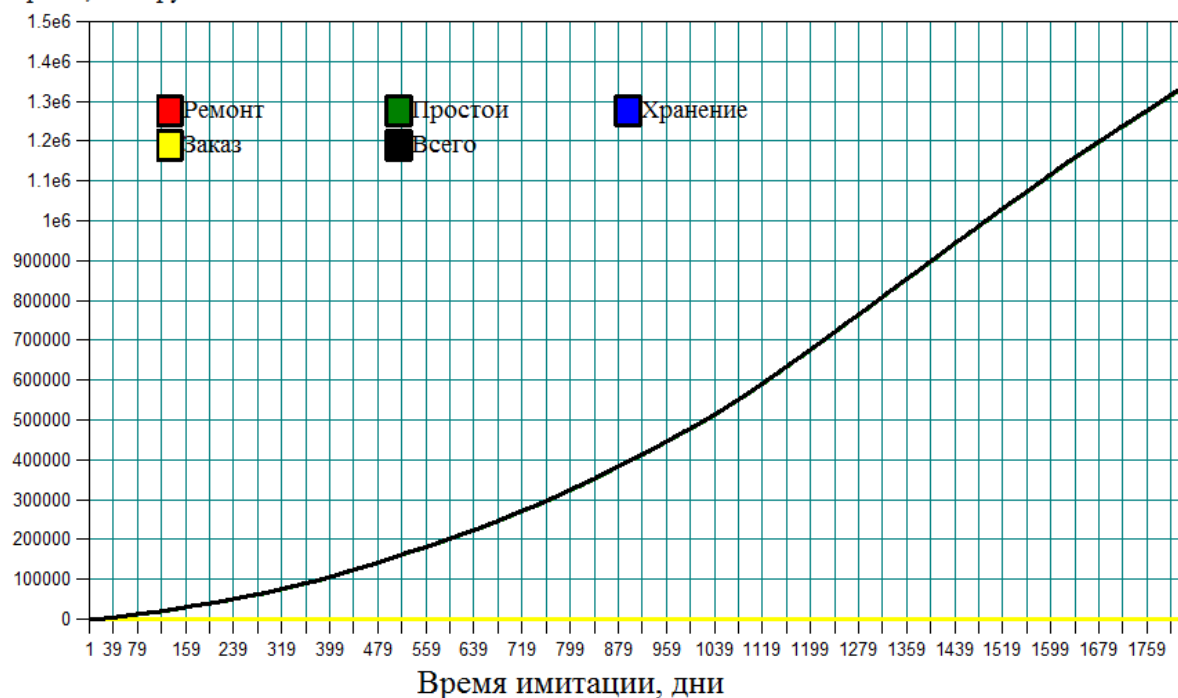


Рис.4.22. Изменение затрат по составляющим для MAN A-72 (при возрасте от 10 до 15 лет)

По результатам имитационного эксперимента были построены кривые изменения затрат, связанных с поддержанием работоспособности пневмоподвески для двух марок и моделей автобусов при различном уровне порогового запаса баллонов на складе. Первые два графика отражают влияние порогового уровня запаса на складе при достижении, которого осуществляется заказ пневмобаллонов для возраста парка имитируемых автобусов от 5 до 10 лет (рис. 4.23 и 4.24).

Следующие два графика отражают те же зависимости, но в таблице «Автобусы» модели, содержащей начальные значения пробегов и надежности по пневмобаллонам, соответствующими возрасту парка от 10 до 15 лет (рис. 4.25 – 4.26).

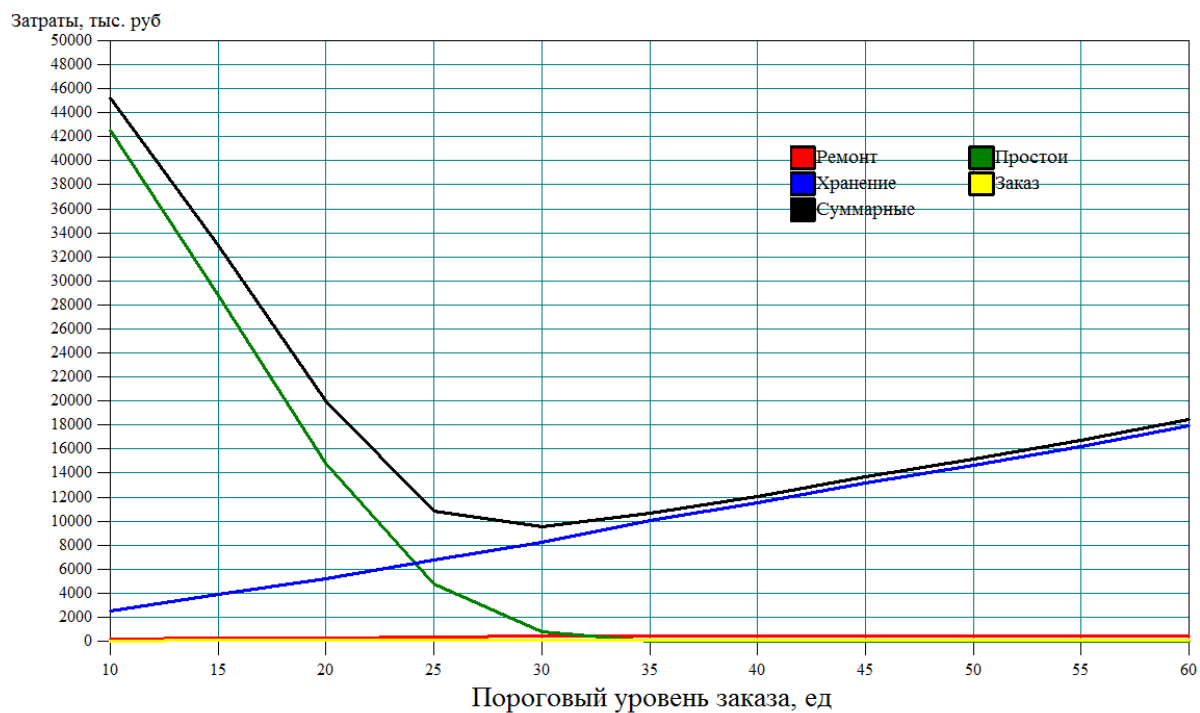


Рис.4.23. Изменение затрат при различном уровне порогового запаса для марки и модели автобусов MAN A-72 при возрасте парка от 5 до 10 лет

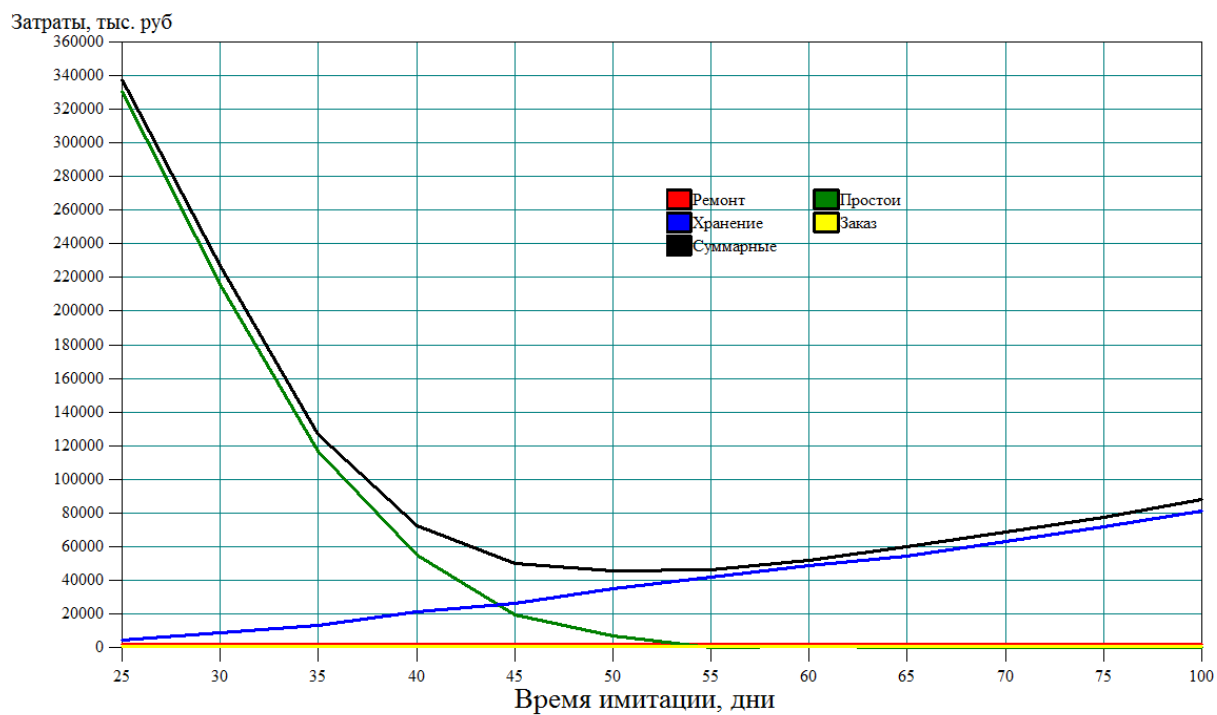


Рис.4.24. Изменение затрат при различном уровне порогового запаса марки и модели автобусов KAROSA-C954 при возрасте парка от 5 до 10 лет

Затраты, тыс. руб.

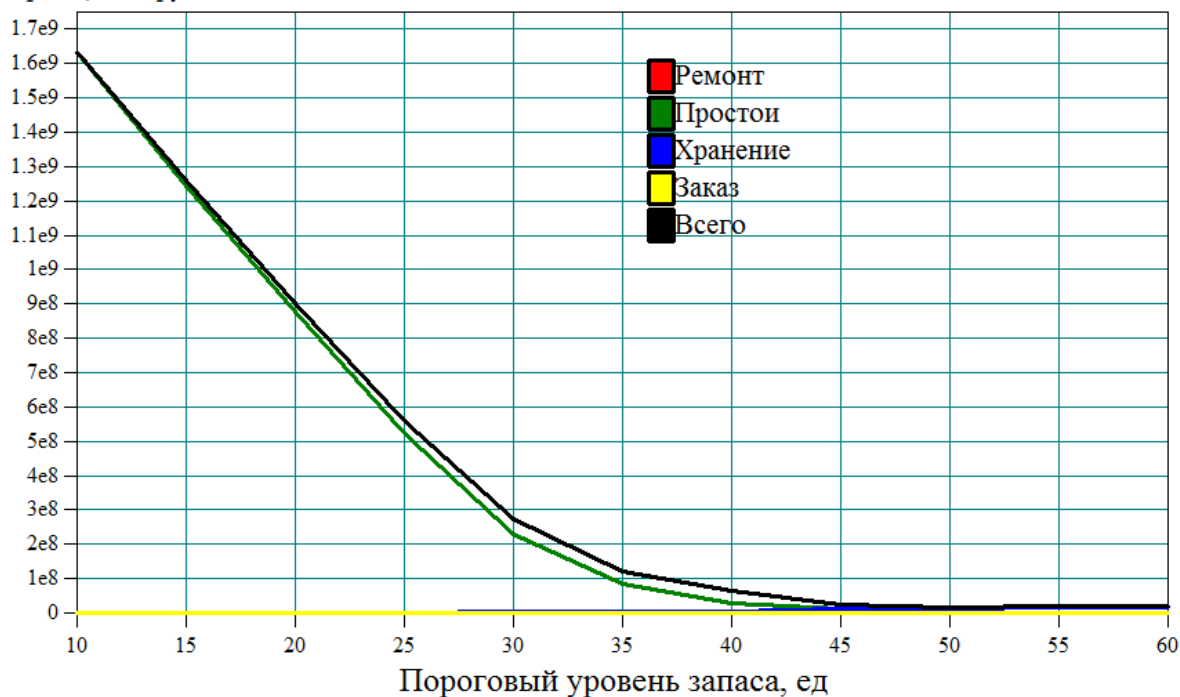


Рис.4.26. Изменение затрат при различном уровне порогового запаса модели автобусов MAN A-72 при возрасте парка от 10 до 15 лет

Затраты, тыс. руб.

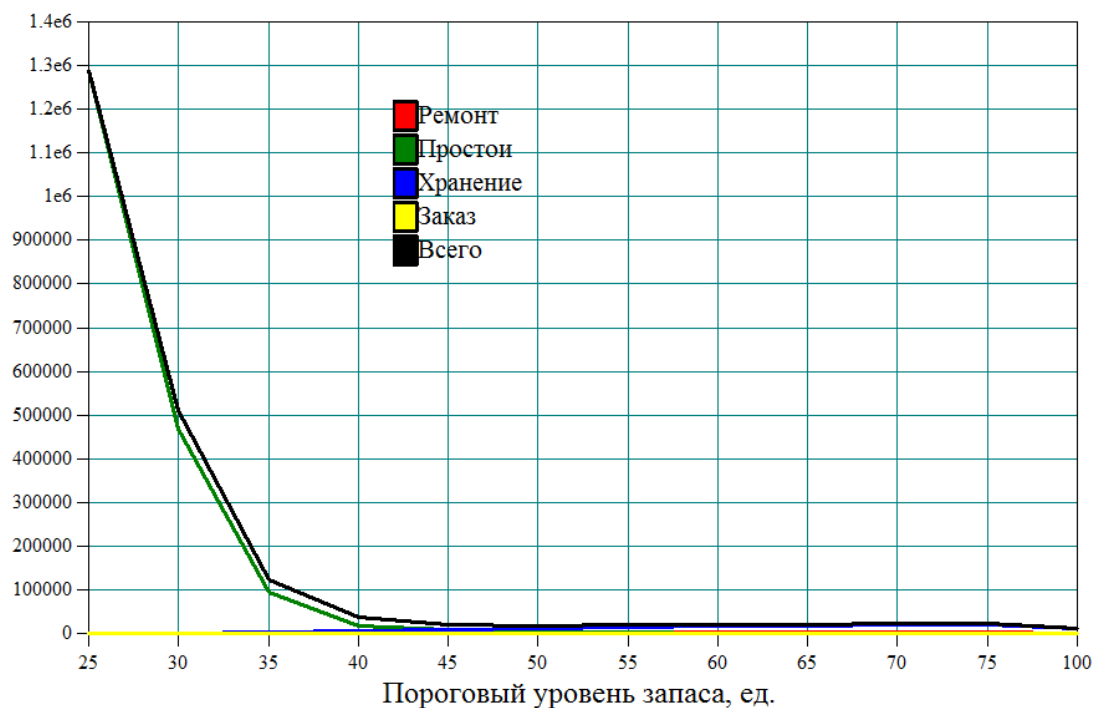


Рис.4.25. Изменение затрат при различном уровне порогового запаса пневмобаллонов модели автобусов KAROSA-C954 (от 10 до 15 лет)

Результаты позволили определить оптимальный с точки зрения затрат пороговый уровень запаса на складе для представленных марок и моделей автобусов большого класса в течение года.

Для практического использования результатов создан также специализированный программный продукт «*Air Suspension*».

Методика, основанная на полученных в результате имитационного эксперимента результатах, внедрена в ОАО «Сургутнефтегаз» в управлении технологического транспорта №3. Внедрение методики проходило в течение 2015 года.

Использование полученных результатов на практике позволяет уменьшить простои автомобилей в ожидании запасных частей, что снижает потери прибыли. Также применение методики позволяет сократить затраты на хранение запасных и залежалых материалов.

4.3. Методика определения потребного количества пневмобаллонов автобусов большого класса

Методика определения потребного количества запасных пневмобаллонов автобусов большого класса состоит из следующих этапов.

1. Выполняется прогноз средних месячных значений температуры воздуха и доли дней с осадками в заданном регионе с использованием данных метеослужб.
2. По математической модели (2.12), исходя из средних температуры воздуха и доли дней с осадками, рассчитывается интенсивность отказов пневмобаллонов для каждого месяца.
3. Определяется средняя интенсивность эксплуатации автобусов по каждому месяцу (по данным службы эксплуатации предприятия).
4. Прогнозируется среднее списочное количество автомобилей по каждому месяцу.

5. Определяется общий пробег автобусов по каждому месяцу путем перемножения интенсивности эксплуатации и среднего списочного количества автомобилей.
6. Рассчитывается количество замен пневмобаллонов путём умножения средней интенсивности отказов на общий пробег автобусов.

На основе полученных результатов планируются поставки пневмобаллонов на рассматриваемый период.

В соответствии с результатами исследований разработан программный продукт, позволяющий реализовать изложенную методику на ПЭВМ.

Программный продукт «*Air Suspension*» создан для использования на практике результатов исследования.

Для ввода исходных данных используется экранная форма, которая включает поля ввода условий эксплуатации, интенсивности эксплуатации и количества автомобилей и окно вывода результата (рис. 4.27).

Рис. 4.27. Рабочее окно программы *Air Suspension*

Данный программный продукт позволяет определить число отказов пневмобаллонов автобусов.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Установлены факторы, которые необходимо учитывать при моделировании потока отказов. Для пневмоподвески автобусов большого класса такими факторами являются суточное количество осадков и температура воздуха;

2. Выявлены закономерности формирования потока отказов пневмоподвески автобусов большого класса;

3. Разработаны математические модели влияния сезонных факторов на поток отказов пневмоподвески автобусов большого класса. Установлен вид двухфакторной модели влияния осадков и температуры на интенсивность потока отказов пневмоподвески автобусов большого класса;

4. Разработана имитационная модель формирования потребности в элементах пневмоподвески, при эксплуатации автобусов в переменных природно-климатических условиях;

5. Разработана методика оценки влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса. Результаты исследований используются в учебном процессе ТИУ. Разработанная методика внедрена в Управлении технологического транспорта №3 ОАО «Сургутнефтегаз».

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонькин, Ф.Н. Изменение технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации: учебное пособие / Ф.Н. Авдонькин. – Саратов: Издательство Саратовского университета, 1973. – 191 с.
2. Авдонькин, Ф.Н. Текущий ремонт автомобилей учебное пособие: учебное пособие / Ф.Н. Авдонькин. – М.: Транспорта, 1978. – 269 с.
3. Авдонькин, Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей: учебное пособие / Ф.Н. Авдонькин. – М.: Транспорт, 1985. – 215 с.
4. Александров, Л.А. Техническое нормирование труда на автомобильном транспорте: учебное пособие / Л.А. Александров. – М.: Транспорт, 1976. – 152 с.
5. Андерсен, Т. Статистический анализ временных рядов: монография / Т. Андерсен: пер. англ./ред. Ю.К. Беляев. – М.: Мир, 1976. – 755 с.
6. Бакуревич, Ю.Л. Эксплуатация автомобилей на Севере: учебное пособие / Ю.Л. Бакуревич, С.С. Толкачев, Ф.Н. Шевелев. – М.: Транспорт, 1973. – 180 с.
7. Балабин, И.В. Испытание автомобилей: учебное пособие / И.В. Балабин, Б.А. Куров, С.А. Лаптев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 192 с.
8. Барашков, И.В. Организация технического обслуживания автомобилей колхозов и совхозов: учебное пособие / И.В. Барашков. – М., Колос, 1975. – 352 с.
9. Барашов, И.В. Организация технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей: учебное пособие / И.В. Барашов, Н.А. Казаков, Г.Н. Михеев. – М.: Транспорт, 1966. – 230 с.

10. Безуглый, Б.Д. Вопросы совершенствования материально-технического снабжения предприятий: учебное пособие / Б.Д. Безуглый. – под ред. С.Е.К аменицера. – М.: Экономика, 1976. с. 57.
11. Безуглый, Б.Д. Поэлементная классификация производственных запасов в системах управления ими: учебное пособие / Б.Д. Безуглый. – Экономика Советской Украины №6, 1978. с.68.
12. Безуглый, В.Д. Современные проблемы управления производственными запасами: учебное пособие / В.Д. Безуглый. – К.: Знание, 1979. – 19 с.
13. Беляев, Ю.А. Дефицит, рынок и управление запасами: учебное пособие / Ю.А. Беляев. – М.: УДН, 1991. – 230 с.
14. Болбас, М.М. Основы технической эксплуатации автомобилей: учебное пособие / М.М. Болбас. – М.: Амалфей, 2001. – 352 с.
15. Болбас, М.М. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей: учебное пособие / М.М. Болбас. – М.: Выш. шк. 1985. – 284 с.
16. Борозенец, В.Н. Прогнозирование потребности в запасных частях к сельскохозяйственной технике: дис. ... канд. экон. наук: 05.20.03 / Борозенец Виктор Николаевич. – Ставрополь, 1999. – 170 с.
17. Бычков, В.П. Экономика предприятия и основы предпринимательства в сфере автосервисных услуг: учебное пособие / В.П. Бычков.– М.:ИНФА-М, 2010. – 394 с.
18. Высоцкий, М.С. Основы проектирования автомобиля: учебное пособие / М.С.Высоцкий, А.Г.Выгонный, Л.Х.Гилелес, С.Г.Херронский; под ред. М.С. Высоцкого. – М.: Выш. шк., 1987. – 152 с.
19. Геронимус, Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте: учебное пособие / Б.Л.Геронимус. – «Транспорт», 1982. – 171 с.

20. Говорущенко, Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей: учебное пособие / Н.Я.Говорущенко. – Харьков: ХАДИ, 1984. – 309 с.
21. Гогайзель, А.В. Эксплуатационная диагностика агрегатов автомобиля: учебное пособие / А.В.Гогайзель. – Автомоб. Трансп. №9, 1967. – 19 с.
22. Грибенко, С.М. Диагностика и обслуживание автомобилей: учебное пособие / С.М.Грибенко. – Ставрополь: Ставроп. кн. изд-во, 1977. – 288 с.
23. Закин, Я.Х. Проверка технического состояния автомобиля: учебное пособие / Я.Х.Закин, А.Д.Борц, А.Т.Миронин, М.А.Пуриник. – М.: Транспорт, 1968. – 91 с.
24. Захаров Н.С. Влияние доли дней с осадками на параметр потока отказов пневмоподвески автобусов KAROSA C-934 [Текст] / Н.С. Захаров, А.В. Мальшаков // Теплофизические и технологические аспекты повышения эффективности машиностроительного производства Тольятти. – 2015. – С. 175 – 178.
25. Захаров Н.С. Оценка наработки на отказ пневмоподвески автобусов большого класса KAROSA – C934 [Текст] / Н.С. Захаров, А.В. Мальшаков // Теоретические и прикладные аспекты современной науки Тюмень. – 2014. –№ 3–1. – С. 60 – 64.
26. Захаров Н.С. Оценка наработки на отказ пневмоподвески автобусов большого класса НЕФАЗ – 5299-01 [Текст] / Н.С. Захаров, А.В. Мальшаков // Проектирование и управление автомобильными дорогами Оренбург. – 2014. – С. 58 – 60.
27. Захаров, Н.С. Влияние сезонных условий на процессы изменения качества автомобилей: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / Захаров Николай Степанович. – Тюмень, 2000. – 525 с.

28. Захаров, Н.С. Использование ТР-распределения при моделировании процессов изменения качества автомобилей / Н.С.Захаров // Известия вузов. Нефть и газ. – 1999. - №3. – С. 105–111.
29. Захаров, Н.С. Моделирование процессов изменения качества автомобилей: учебное пособие / Н.С. Захаров. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. –127 с.
30. Захаров, Н.С. Оценка факторов, влияющих на эффективность транспортно-технологического обслуживания процессов нефтегазодобычи [Текст] / Захаров Н.С., Новоселов О.А., Иванкив М.М., Лушников А.А. // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2013. – №1. – С. 70-75.
31. Захаров, Н.С. Программа «REGRESS» руководство пользователя: учебное пособие / Н.С. Захаров. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. – 40 с.
32. Захаров, Н.С. Техника транспорта. Обслуживание и ремонт. Часть 1. Теоретические основы, курс лекций: учебное пособие / Н.С.Захаров. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1998. – 48 с.
33. Иваненко, А.Г. Предсказание случайных процессов: учебное пособие / А.Г. Иваненко, В.Г. Лапа. – Киев: ХАДИ, 1971. – 56 с.
34. Канагин, В.А. Нормирование запасов материальных ресурсов: учебное пособие / В.А. Канагин, Е.А. Мельникова. – В кн.: Нормативная база планирования. М.: НИИПиН при Госплане СССР, 1974. –57 с.
35. Кертес, Ф. Эксплуатация и ремонт автобусов «Икарус»: учебное пособие / Ф. Кертес. – Пер. с венг. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.
36. Клайнер, Б.С. Автоматизированные системы управления на автотранспорте: методические пособие / Б.С. Клайнер. – М.: МАДИ, 1974. – 90 с.

37. Клевлин, А.И. Совершенствование системы обеспечения легковых автомобилей запасными частями в условиях АСУ «Автосервис»: учебное пособие / А.И. Клевлин. – Москва, 1985. – 35 с.
38. Колегаев, Р.Н. Определение оптимальной долговечности технических систем»: учебное пособие / Р.Н. Колегаев. – М.: Сов.радио, 1967. – 114 с.
39. Колесник, П.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебное пособие / П.А. Колесник, В.А. Шейнин. – М.: Транспорт, 1985. – 325 с.
40. Кравченко, И.Н. Оценка надежности оборудования: теория и практика: учебное пособие / И.Н.Кравченко, Е.А.Пучин, А.В.Чепурин [и др.]; под ред. проф. И.Н.Кравченко. – М.: ИНФА-М, 2012. – 336 с.
41. Крамаренко, Г.В. Техническое обслуживание автомобилей: учебное пособие / Г.В. Крамаренко, И.В. Барашков. – М.: Транспорт, 1982. – 368 с. 387.
42. Крамеренко, Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Под ред. Г.В. Крамеренко. 2 –е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
43. Кузнецов, А.С. Конструктивное устройство и обслуживание автобусов KAROSA 735C: учебное пособие / А.С. Кузнецов, О.Ф. Данилов, В.Н. Красовский. – Сургут: типография РИИЦ «Нефть Приобья», 2001. – 117 с.
44. Кузнецов, Е.С. Исследование эксплуатационной надежности автомобилей: учебное пособие / Е.С. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1969. – 152 с.
45. Кузнецов, Е.С. Повышение эксплуатационной надежности автомобилей: сб. статей / Е.С. Кузнецов. Вып. I. – М.: НИАТ, 1976. – 175 с.
46. Кузнецов, Е.С. Повышение эксплуатационной надежности автомобилей: сб. статей / Е.С. Кузнецов. Вып. II. – М.: НИАТ, 1976. – 176 с.

47. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; под ред. Е.С. Кузнецов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
48. Логинова, Н.А. Планирование на предприятии транспорта: учеб. пособие / Н.А. Логинова. – М.: ИНФА–М, 2013. – 320с.
49. Лудченко, А.А. Основы технического обслуживания автомобилей: учебное пособие / А.А. Лудченко. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 400 с.
50. Лудченко, А.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебное пособие / А.А. Лудченко, И.П. Сова. – К.: Вища школа, 1976. – 143 с.
51. Луйк, И.А. Научные основы организации, планирования и управления технической службой автотранспортных предприятий: учебник для вузов / И.А. Луйк, В.М. Колмаков, Л.Ф. Крышан – Киев, 1976. – 25 с.
52. Луйк, И.А. Организация технического обслуживания и ремонта строительных машин: учебное пособие/ И.А. Луйк – Киев, 1962. – 45 с.
53. Луйк, И.А. Применение экономико-математических методов и моделей при проектировании технологического процесса обслуживания и ремонта автомобилей: учебное пособие/ И.А. Луйк – Киев, 1989. – 77 с.
54. Луйк, И.А. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: учебник для вузов/ В.Е. Канарчук, А.А. Лудченко, И.П. Курников, И.А. Луйк – Киев, 1991. – 385 с.
55. Лукинский, В.С. Прогнозирование надежности автомобилей: учебное пособие/ В.С. Лукинский, Е.И. Зайцев – Ленинград, 1991. – 224 с.
56. Максимов, В.А. Анализ факторов, определяющих маршрут расход топлива городских автобусов [Текст] / В.А. Максимов, Д.Г. Суматохин,

- В.И. Сарбаев. // Научно-техническое издание «Машиностроение» (Москва). – 2014. - № 4. - С. 17-19.
57. Максимов, В.А. Количественная оценка факторов, влияющих на ресурс шин городских автобусов [Текст] / В.А. Максимов, Г.В. Сидельников // Всероссийский институт научной и технической информации РАН (Москва). 2012.-№3.-С. 36-39.
58. Максимов, В.А. Методика нормирования маршрутного ресурса шин городских автобусов [Текст] / В.А. Максимов, Р.И.Исмаилов, Г.В. Сидельников // НПП Транснавигация (Москва). 2007.-№4.-С. 35-38.
59. Максимов, В.А. Методика нормирования расхода запасных частей городскими автобусами (для целей планирования) [Текст] / В.А. Максимов, О.В. Моложавцев // НПП Транснавигация (Москва). 2009.-№8.-С. 49-52.
60. Максимов, В.А. Нормирование расхода запасных частей в условиях АСУ автобусного парка [Текст] / В.А. Максимов., О.В. Моложавцев, А.А. Назаров, В.И. Сарбаев // Национальная ассоциация транспортников (Москва). 2011.-№6.-С. 23-26.
61. Максимов, В.А. Определение норм расхода запасных частей городскими автобусами (для целей планирования) [Текст] / В.А. Максимов, О.В. Моложавцев // Научно-техническое издательство «Машиностроение» (Москва). – 2014. - №7. - С. 19-21.
62. Максимов, В.А. Построение и анализ математических моделей расхода топлива городских автобусов на главных компонентах [Текст] / В.А. Максимов, Р.И. Исмаилов, А.В. Михайлов // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2008.-№3.-С. 13-19.

63. Максимов, В.А. Построение и анализ однофакторных математических моделей расхода запасных частей городскими автобусами в эксплуатации [Текст] / В.А. Максимов, О.В. Моложавцев // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2009.-№2.-С. 7-11.
64. Максимов, В.А. Расчет расхода запасных частей филиале «11 автобусный парк» ГУП «Мосгортранс» [Текст] / В.А. Максимов, О.В. Моложавцев, Назаров А.А. // Научно-техническое издательство «Машиностроение» (Москва). 2013.-№2.-С. 14-15.
65. Максимов, В.А. Факторы, влияющие на расход топлива городских автобусов [Текст] / В.А. Максимов, А.В. Михайлов, Ю.М. Серенький // Научно-техническое издательство «Машиностроение» (Москва). 2012.- №11 Терехов А.С. Оценка надёжности пневматической подвески автобусов большого класса [Текст] / А.С. Терехов, А.Н. Макарова, А.В. Мальшаков // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 3. – С. 232–235.
66. Малкин, В.С. Техническая эксплуатация автомобиля: Теоретический и практические аспекты: учеб: пособие для студ.высш.учеб.заведений /В.С. Малкин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 288 с.
67. Мальшаков А.В. Влияние доли дней с осадками на параметр потока отказов пневмоподвески автобусов ЛИАЗ-5256-35 [Текст] / А.В. Мальшаков, Н.С. Захаров // Новые технологии – нефтегазовому региону Тюмень. – 2015. – С. 127 – 130.
68. Мальшаков А.В. Влияние сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса [Текст] / А.В. Мальшаков // Транспортные и транспортно-технологические системы Тюмень. – 2014. – С. 164 –167.

69. Мальшаков А.В. Влияние сезонных условий на параметр потока отказов пневмоподвески автобусов MAN A72 [Текст] / А.В. Мальшаков // Современные проблемы науки и образования Москва. – 2015. №2.– URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20137>.
70. Мальшаков А.В. Влияние температуры воздуха на параметр потока отказов пневмоподвески автобусов большого класса ЛИА3-5256-35 [Текст] / А.В. Мальшаков, Н.С. Захаров // Новые технологии – нефтегазовому региону Тюмень. – 2015. –№ 2. – С. 163 – 166.
71. Мальшаков А.В. Влияния доли дней с осадками на параметр потока отказов пневмоподвески автобусов MAN A72 [Текст] / А.В. Мальшаков // Транспортные и транспортно-технологические системы Тюмень. – 2015. – С. 204 – 207.
72. Мальшаков А.В. Влияния сезонных условий на параметр потока отказов пневмоподвески автобусов MAN A72 [Текст] / А.В. Мальшаков // Современные проблемы науки и образования Пенза. – 2015. –№ 1, 2. – С. 111.
73. Мальшаков А.В. Имитационная модель закономерности влияния сезонных условий на надежность пневматической подвески автобусов [Текст] / А.В. Мальшаков // Научное обозрение Москва. – 2016. – № 5. – С. 81–83.
74. Мальшаков А.В. Моделирование закономерности влияния сезонных условий на интенсивность отказов автобусов MAN A72 [Текст] / А.В. Мальшаков, А.С. Терехов // Современные проблемы науки и образования Москва. – 2015.№2.–URL: <http://www.science-education.ru/129-21999>.
75. Мальшаков А.В. Моделирование закономерности влияния сезонных условий на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов KAROSA C-934 [Текст] / А.В. Мальшаков, А. Акжол Уулу // Нефть и газ западной Сибири Тюмень. – 2015. –№ 2. – С. 252 – 257.

76. Мальшаков А.В. Моделирования закономерности влияния сезонных условий на интенсивность отказов автобусов KAROSA C-934 [Текст] / А.В. Мальшаков, А.С. Терехов // Научное обозрение Москва. – 2016. – № 5. – С. 84–86.
77. Мальшаков А.В. Оценка значимости факторов, влияющих на надежность пневмоподвески автобусов большого класса [Текст] / А.В. Мальшаков // Научное обозрение Москва. – 2016. – № 5. – С. 87–89.
78. Мальшаков А.В. Система формирования требуемого количества запасных частей для автобусов большого класса [Текст] / А.В. Мальшаков // Транспортные и транспортно-технологические системы Тюмень. – 2014. – С. 160 – 164.
79. Маняшин, А.В. Система имитационного моделирования и первоначальной обработки данных Stamm, версия 2.0./ А.В. Маняшин. Хроники объединенного фонда электронных ресурсов «Наука и образование». №6 (73). – М.: 2015. – С. 3-4.
80. Маняшин, А.В. Использование Stamm 2.1 при решении научных и инженерно-технических задач / А.В. Маняшин // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов «Наука и образование». №8 (87). – М.: 2016. – С. 45.
81. Маняшин, А.В. Прогнозирование и планирование ресурсов на автомобильном транспорте с использованием информационных технологий [Текст] / А.В. Маняшин. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015 – 146 с.
82. Маренкевич, П.Т. Исследование надежности автомобилей в различных дорожных условиях и определение расхода запасных частей: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Петр Тимофеевич Маренкевич. – М., 1967. – 355 с.
83. Масино, М.А. Повышение долговечности автомобильных деталей при ремонте: учебник для вузов / М.А. Масино. – М.: Транспорт, 1972. –148 с.

84. Методика нормирования запасов товарно-материальных ценностей в транспортных управлениях Министерства автомобильного транспорта РСФСР. – М.: ЦНИЛ, 1985. – 17 с.
85. Методика указания и таблицы для расчета числа запасных частей тракторов и автомобилей на ремонтно-эксплуатационные нужды. – М.: ГОСНИТИ, 1977. – 13 с.
86. Микитьянц, С.Р. Управление производственными запасами на предприятии: учебное пособие / С.Р. Микитьянц, А.А. Иотковский, О.А. Кролли. – М.: Экономика, 1971. – 53 с.
87. Мирошников Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей в автотранспортных предприятиях: учебник для вузов / Л.В. Мирошников, А.Г. Болдин, В.И. Пал. – М.: Транспорт, 1977. – 263 с.
88. Михлин, В.М. Прогнозирование технического состояния машин: учебник для вузов / В.М. Михлин. – М.: Колос, 1976. – 287 с.
89. Могила, В.П. Использование вторичных ресурсов на предприятиях автотранспорта: учебник для вузов / В.П. Могила. – К.: Техника, 1988. – 175 с.
90. Несвитский, Я.И. Надежность автомобиля: учебник для вузов / Я.И. Несвитский. – М.: Транспорт, 1966. – 71 с.
91. Оборудование Tehnoinfo.ru: автомобилестроение // Надежность автомобиля и пути ее повышения - Режим доступа: <http://tehnoinfo.ru/obzory/avto/362-nadejnost-avto.html>, свободный.
92. Оржиловский, М.Л. Машины приборы и другие технические изделия исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранение и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды / М.Л. Оржиловский, З.С.

- Козлова, И.П. Меллер, М.С. Пинзур, Е.А. Судьн, В.М. Строганова, Г.П. Стрелкова, Г.Н. Трубецкая. – М.: Московский печатник, 2005. – 276 с.
93. Осепчугов, В.В. Автобусы: учебник для вузов/ В.В. Осепчугов. – М.: Машиностроение, 1971. – 312 с.
94. Основные положения по нормированию расхода и запасов сырья и материалов в производстве. – М.: Экономика, 1979. – 40 с.
95. Острейковский, В.А. Теория надежности: учебник для вузов / В.А. Острейковский. – М.: Высш.шк., 2003. – 463 с.
96. Проников, А.С. Надежность машин: учебник для вузов / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
97. 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.
98. Ракитин, А.Н. Влияние сезонных изменений условий и интенсивности эксплуатации на поток отказов автомобилей: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / Ракитин Александр Николаевич. – Тюмень, 2004. – 163 с.
99. Резник, Л.Г. Научные основы приспособленности автомобилей к условиям эксплуатации: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / Резник Леонид Григорьевич. – М., 1981. – 355 с.
100. Резник, Л.Г. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации: учебник для вузов / Л.Г.Резник, Г.М.Ромалис, С.Т.Чарков. – М.: Транспорт, 1989. – 128 с.
101. Родионов, А.Р. Управление производственными запасами [Электронный ресурс] / А.Р.Родионов // Менеджмент в России и за рубежом. – 1999. – № 1.

102. Ромалис, Г.М. Исследование зависимости ресурса карбюраторных автомобильных двигателей от температуры окружающего воздуха: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10. / Ромалис Григорий Моисеевич. – М., 1979. – 16 с.
103. Ротенберг, Р.В. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда: учебник для вузов / Р.В.Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1986. – 216 с.
104. Рубальский, Г.Б. Вероятностные и вычислительные методы потребного управления запасами: учебник для вузов / Г.В. Рубальский. – М.: Знание, 1987. – 115 с.
105. Рудников, Ю.М. Автомобиль категории D: Учебник водителя / Ю.М. Рудников, Ю.Л. Засорин, В.М. Дагович. – М.: Транспорт, 1986. – 319 с.
106. Рыжиков, Ю.И. Теория очередей и управление запасами: учебник для вузов / Ю.И. Рыжиков. – СПб.: Питер, 2001. - 384 с.
107. Рыжиков, Ю.И. Управление запасами: учебник для вузов / Ю.И. Рыжиков. – М.: Наука, 1969. – 343 с.
108. Сакович, В.А. Модели управления запасами: учебник для вузов / В.А. Сакович. – М.: Машиностроение, 1971. – 408 с.
109. Сизоненко, П.З. Методы потребного управления запасами : учебник для вузов / П.З. Сизоненко. – Одесса, 1979. – 61с.
110. Соколов, Р.Г. Системный анализ и управление снабжение: учебник для вузов / Р.Г. Соколов, А.А. Демьянов. – Л.: Стройиздат, 1975. – 216 с.
111. Стерлигова, А.Н. Управление запасами широкой номенклатуры: учебник для вузов / А.Н. Стерлигова // – Логинфо, – 2003. – №12. – 55 с.
112. Терехов, А.С. Оценка надежности пневматической подвески автобусов большого класса [Текст] / Терехов А.С., Мальшаков А.В., Макарова А.Н. // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. – №3. – С. 232 -235.

113. Типовая методика нормирования производственных запасов сырья и материалов в промышленности с применением ЭВМ.. – М., Госплан СССР, НИИПиН, 1977. – 69 с.
114. Труханов, В.М. Надежность изделий машиностроение. Теория и практика: Учебник для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений / В.М.Т руханов. – М.: Машиностроение, 1996. – 336 с.
115. Фасоляк, Н.Д. Управление производственными запасами: учебник для вузов / Н.Д. Фасоляк. – М.: Экономика, 1978. – 271 с.
116. Федоровский, В.С. Изучение потребности автотранспортных предприятий в запасных частях: учебник для вузов / В.С. Федоровский, С.И. Раджабов. – М.: Транспорт, 1976. – 167 с.
117. Федорук, Б. Управление запасами на промышленном предприятии. Материально-техническое снабжение: учебник для вузов/ Б. Федорук. – 1970. 86 с.
118. Хеджи, Дж. Анализ системы управления запасами: учебник для вузов / Хеджи, Дж., Уайтин, Г. – М.: Наука-Физмат, 1969. – 512 с.
119. Хруцкий, Е.А. Оптимизация хозяйственных связей и материальных запасов: учебник для вузов / Е.А. Хруцкий, В.А. Сакович, С.П. Колосов. М.Экономика, 1977, – 263 с.
120. Хруцкий, Е.А. Экономико-математические методы в планировании материально-технического снабжения: учебник для вузов / Е.А. Хруцкий – М.: Экономика, 1976. – 287 с.
121. Чередников, А. А. Устройство, техническое обслуживание, эксплуатация: учебник для вузов / А.А. Чередников. – М.: Транспорт, 1999. – 216 с.

122. Черепанов, С.С. Гарантированное обеспечение запасных частями: учебник для вузов / С.С. Черепанов. – М.: Транспорт, 1992. – 315 с.
123. Четыркин, Е.М. Статические методы прогнозирования: учебник для вузов / Е.М. Четыркин. – М.: Статистика, 1977. – 200 с.
124. Чуев, Ю.В. Прогнозирование количественных характеристик процессов: учебник для вузов / Ю.В. Чуев, Ю.Б. Михайлов, В.И. Кузьмин, – М.: Сов.радио, 1975. – 400 с.
125. Шейнин, А.М. Методы выявления и поддержания надежности автомобилей в эксплуатации: учебник для вузов / А.М. Шейнин. – М.: транспорт, 1968. – 98 с.
126. Шляпин, А.Д. Техника, технологии и перспективные материалы: межвузовский сборник научных трудов / отв. ред. А.Д. Шляпин. – М.:МГИУ, 2004. – 398 с.
127. Шрайбфедер, Д. Эффективное управление запасами: учебник для вузов / Д. Шрайбфедер. – М.: Альпина Бизнес Бук, 2005. – 304 с.
128. Шумик, С.В. Основы технической эксплуатации автотранспортных средств: учебник для вузов / С.В. Шумик, М.М. Болбас, Е.И. Петухов. – Минск: вышэйш.шк., 1988. – 206 с.
129. Шуремов, Е. Управление запасами: учебник для вузов / Е. Шуремов // М.: Экономика и жизнь, 2004. – 430 с.
130. Щетина, В.А. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте: учебник для вузов / В.А. Щетина, В.С. Лукинский, В.И. Сергеев. – М.: Транспорт, 1988. – 111 с.
131. Bates, J.M. The Combination of Forecasts // J.M. Bates, C.W.J. Granger Oper. Reser. Quart. – 1969. V.20. – No.4. – P. 451–468.
132. Cornak Stefan. Research of Heat Stress of Frictional Mechanisms [Текст] // Stefan Cornak – TRANS & MOTAUTO'05. Twelfth international scientific –

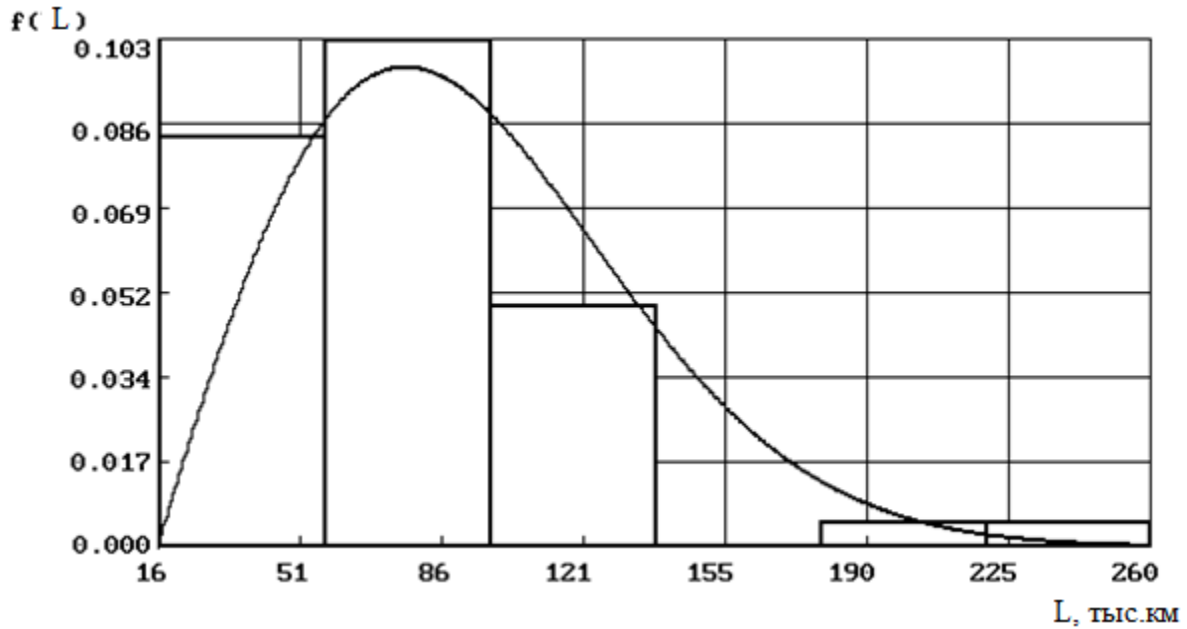
- technical conference on transport, road-building and material handling technics, technologies and military – educational problems, 23 - 25 November 2005, Veliko-Tarnovo.
133. Cornak Stefan. Selected Methods of Vehicles Maintenance in Operation Stage [Текст] // Stefan Cornak – Machines, Technologies, Materials, – Issue 2-3. – Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering, Bulgaria, 2007. – P. 14-16.
 134. Cose, R.N. The Institutional Structure of Production [Text]/ R.H. Coase – Singapore: World Scientific Publishing, 1995.
 135. Dong, Dawei W. Neural Networks for Engine Fault Diagnostics [Текст] / W. Dong Dawei, J. John Hopfield, K.P. Unnikrishnan. – Pasadena, CA 91125, Computation and Neural Systems California Institute of Technology, 1997. – P. 635 – 644.
 136. Frisk Erik. Residual Generation for Fault Diagnosis [Текст] // Linköping Studies in Science and Technology. Dissertations №. 716, 2001. – 184 p.
 137. Haasl D., Roberts N., Vesely W., and Goldberg F. Fault Tree Handbook [Текст] // D. Haasl, N. Roberts, W. Vesely, and F. Goldberg - U.S. Nuclear Regulatory Commission. – 1981.
 138. Harrison P.J., Davies O.L. The use of cumulative sum (CUSUM) techniques for the control of routine forecasts of product demand / P.J. Harrison, O.L. Davies – Oper. Res., 1964, vol.12, n.2.
 139. Hellwing Z. Schemat budowy prognozy statcznej metoda wag harmoniczych / Z. Hellwing – Przegląd Statystyczny R.XIV.No.2.1967. p. 133-153.
 140. Holt C.C. Forecasting trends and seasonals by exponentially weighted moving averages / C.C. Holt – O.N.R. Memorandum, Carnegie Inst. Of Technology, 1957, n.52.

141. Introduction a la Planification de L'entretien des Nations Unies pour Le Developpement Industries (ONUDI).[Text]/ Vienne: Nations Unies, New York, 1986. – 94 p.
142. Karr, H.W. A method of estimating spare-part essentiality, NRLQ, [Text]/ H.W Karr – v.5, 1958, №5.
143. Lacher, R. C., Back-propagation learning in expert networks [Текст] / R.C. Lacher // IEEE Transaction on Neural Networks № 1(3), 1992. – P. 62-72.
144. Legát, V.: Trendy údržby v automobilovém průmyslu [Текст] / V. Legát, J. Pošta // AUTOSYMPO 2005 – sborník referátů. ČSVTS Praha, 2005. ISBN: 80-02-01735-8.
145. Magnanti T.L., Wong R.T. Network Design and Transportation Planning: Models and Algorithm // T.L. Magnanti, R.T. Wong – Transportation Science. – 1984. – №1. – P. 3-55.
146. Nahmias, S. Managing repairable item inventory system: a review// 29-th Internet. Simp. On Inventory. [Text]/ S. Nahmias – Budapest, 1982.
147. Newbold P., Granger C.W.J. Experience with Forecasting Univariate Time Series and Combination of Forecasts J. of Royal Statistical Society./ P. Newbold, C.W.J. Granger– Ser. A. 1974.V.137.No.290.P.299-306.
148. Okyano, L.Y. Mixture inventory model with backorders and lost sales for variable lead time. [Text]/ L.Y. Okyano, M.S.Yeh, K.Wu // J. of Operat. Res. Soc. - 1996. - no.4. - P. 829-832.
149. Patan K. Towards Robustness in Neural Network Based Fault Diagnosis [Текст] / K. Patan, M. Witczak, J. Korbicz // Int. J. Appl. Math. Comput. Sci., 2008, Vol. 18, № 4. – P. 443–454
150. Perlovsky, Leonid I. Neural Networks and Intellect: using model-based concepts [Текст] / Leonid I. Perlovsky – Oxford University Press, 2001. – 496 p.

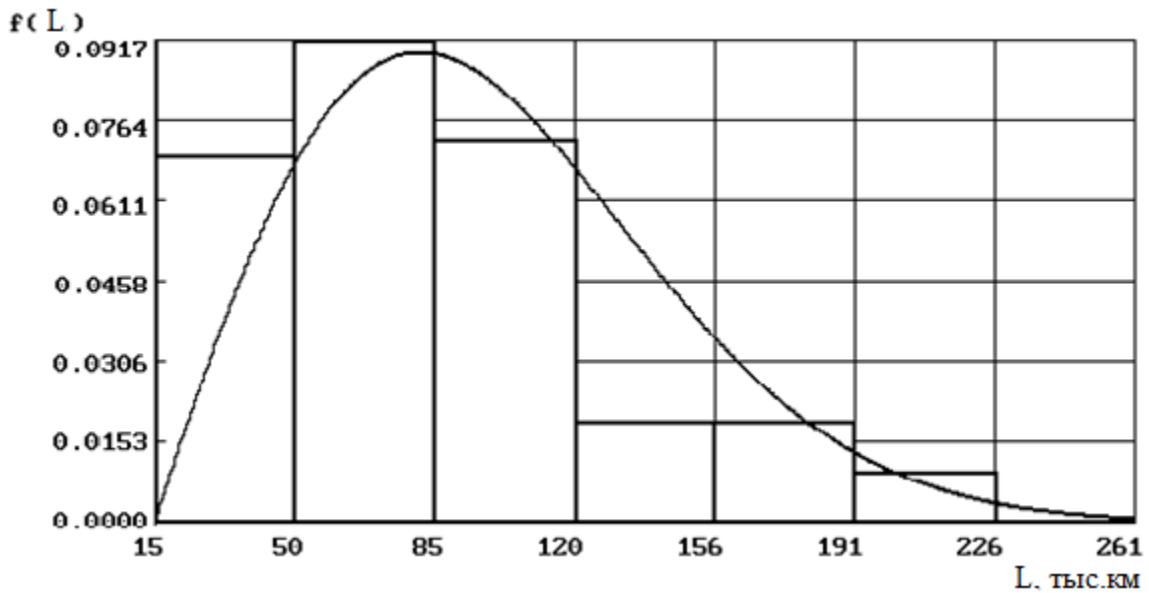
151. Politique des transports // Bull. Commun. eur. – 1988. - №4. – P. 54-55.
152. Rocke P.M. Road freight industry-its role in the community and future trends // P.M. Rocke – 14-th ARRB Conf., 28 Aug. – 2 Sept. 1988. – Canberra: Nunawading, 1988. – P. 29.
153. Rodriguez, C.A modular neural network approach to fault diagnosis [Текст] / C. Rodrigues // IEEE Trans On Neural Networks № 7(2), 1996. – P. 326-340.
154. Stamatis, D. Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution [Текст] // D. Stamatis – ASQQualityPress. – 1995.
155. Svärd C. Residual Generation Methods for Fault Diagnosis with Automotive Applications [Текст] // C. Svärd – Linköping Studies in Science and Technology Thesis No.1406. – 2009.
156. Wang Lipo. Data Mining with Computational Intelligence (Advanced Information and Knowledge Processing) [Текст] / Lipo Wang. – Springer, 2005. – 276 p. <http://www.lobanov-logist.ru/library/357/54574/>.
157. <http://www.lobanov-logist.ru/library/357/54574/>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

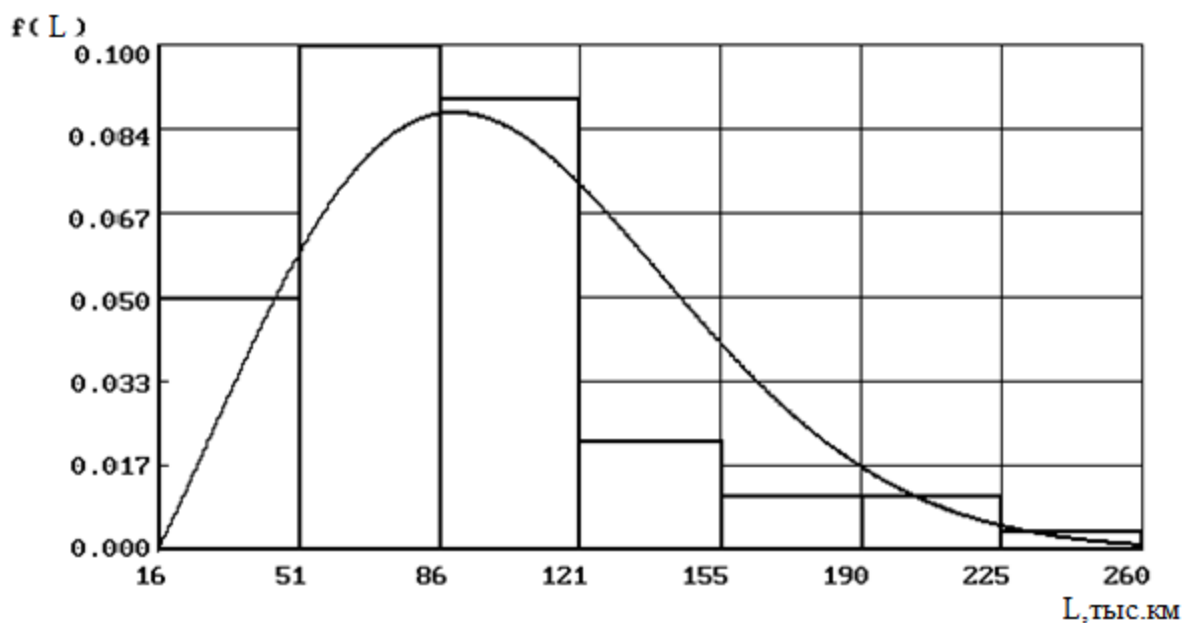
Закономерность распределения интенсивности отказов пневмоподвески
автобуса большого класса KAROSA C-934 (2012-2015)



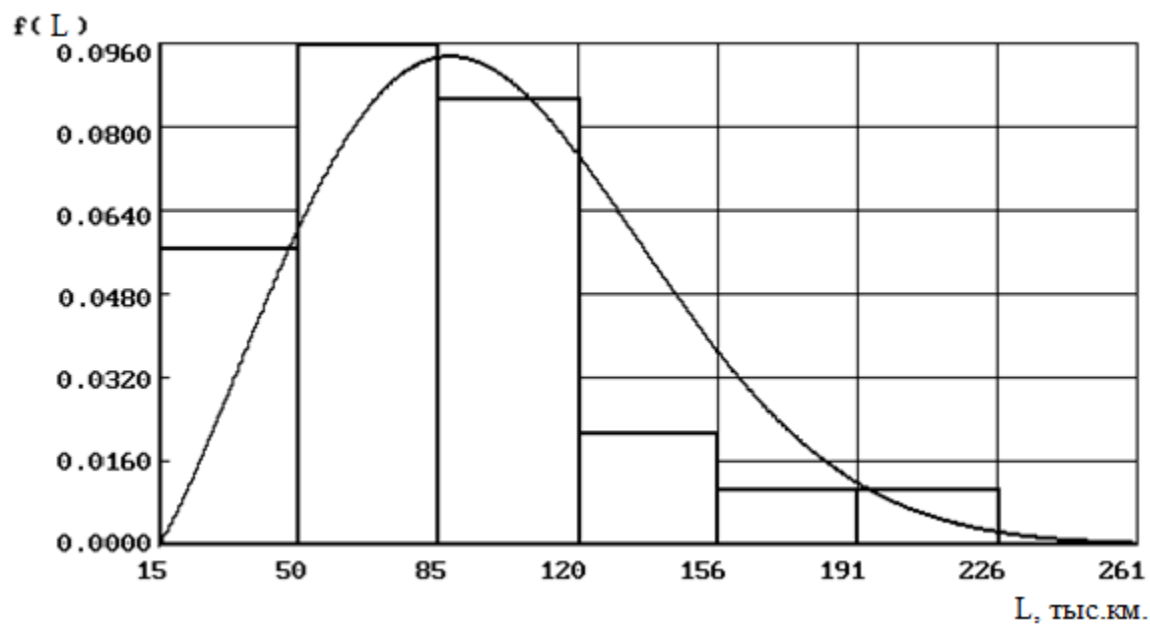
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 934 за (2012 г.)



Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 934 за
(2013 г.)

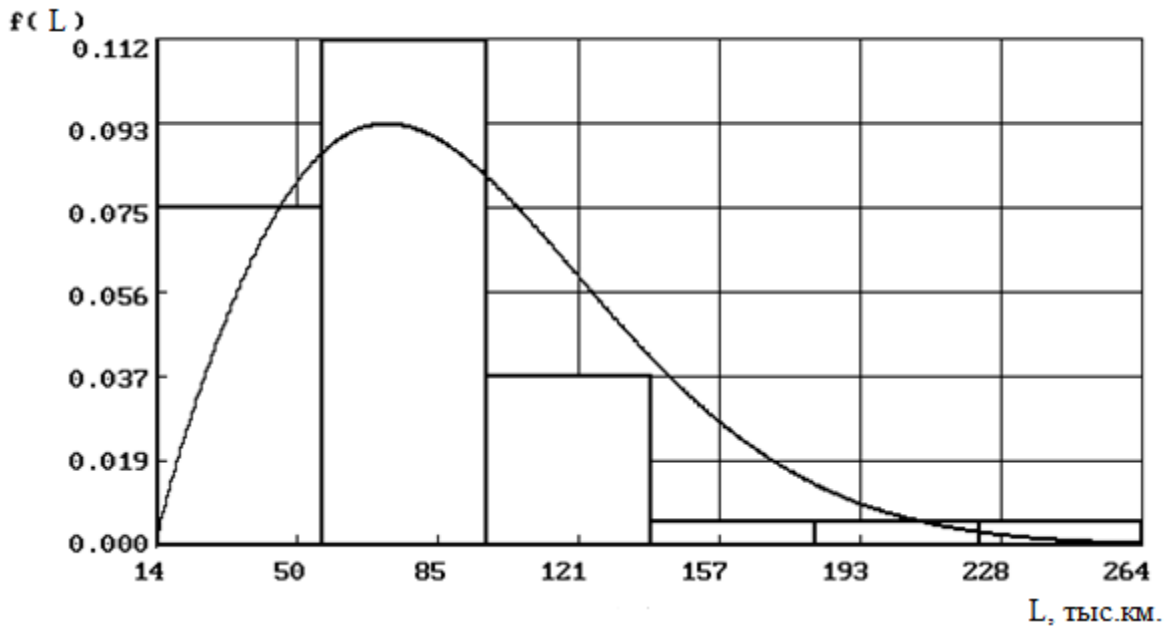


Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 934 за
(2014 г.)

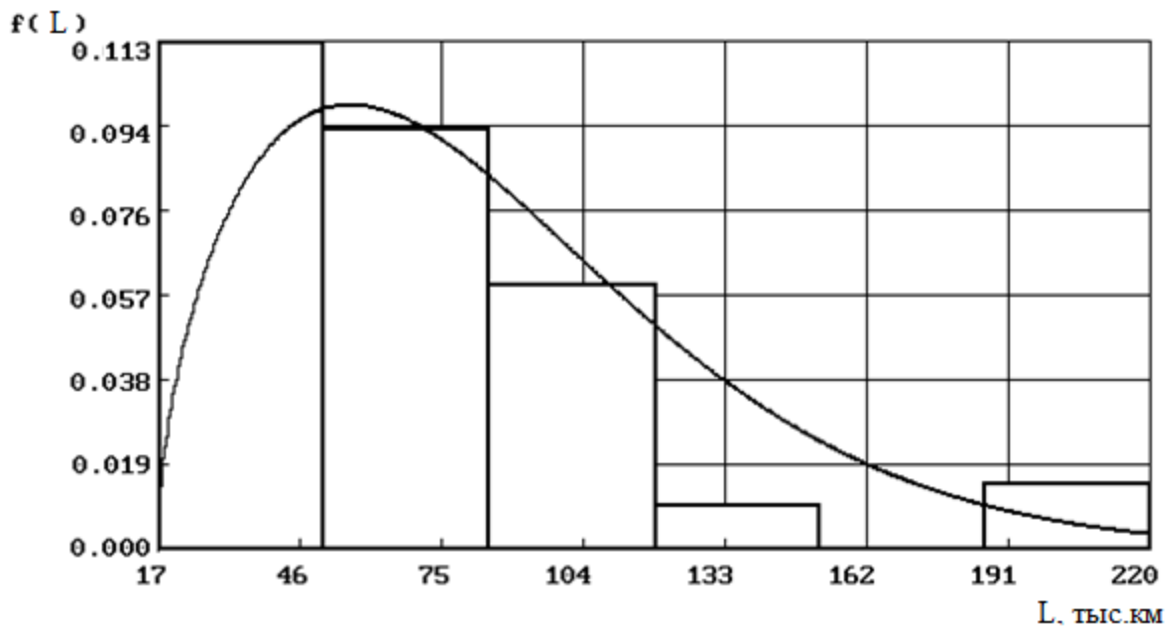


Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 934 за
(2015 г.)

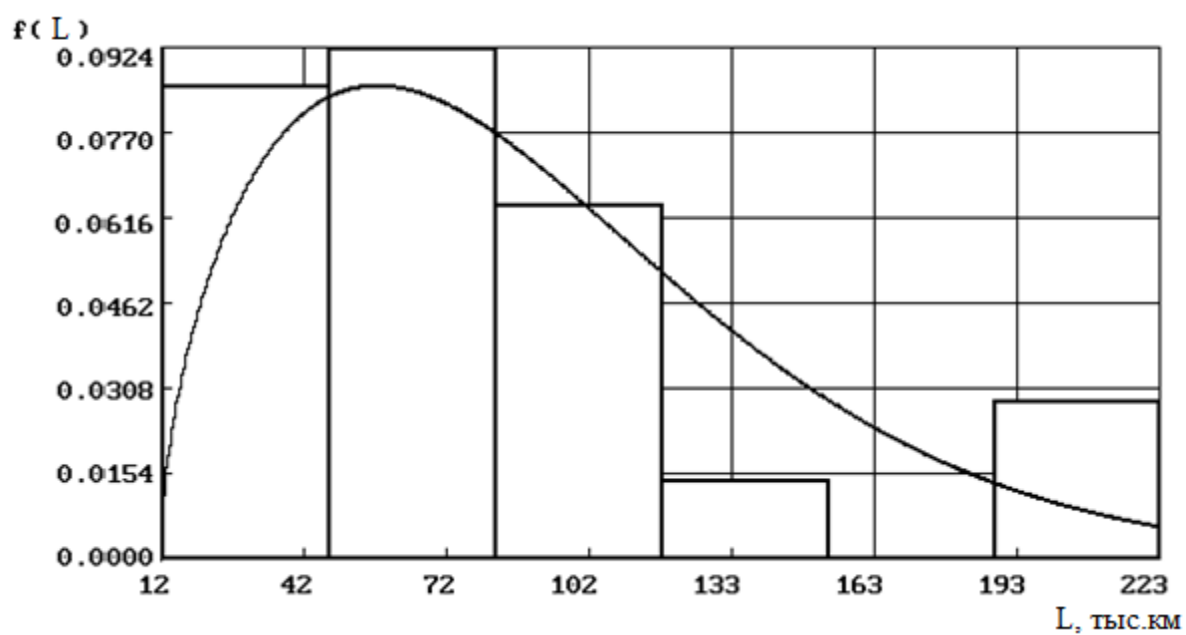
Закономерность распределения интенсивности отказов пневмоподвески
автобуса большого класса KAROSA C-935.1360 (2012-2015)



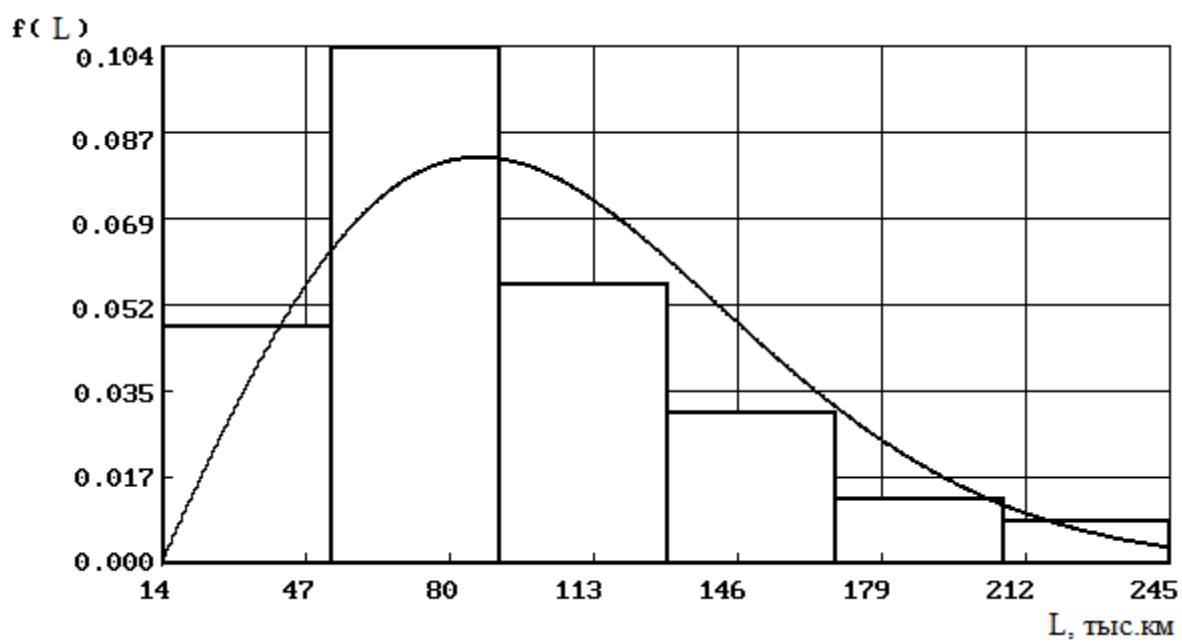
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 954. 1360 за
(2012 г.)



Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 954. 1360 за
(2013 г.)



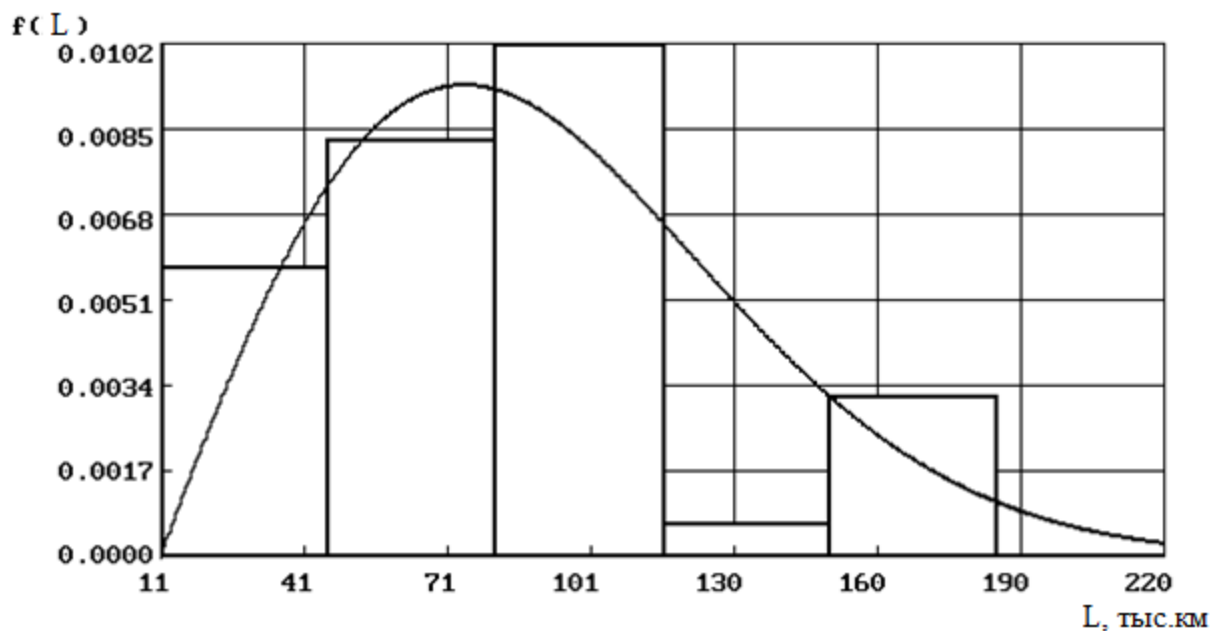
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 954. 1360 за (2014 г.)



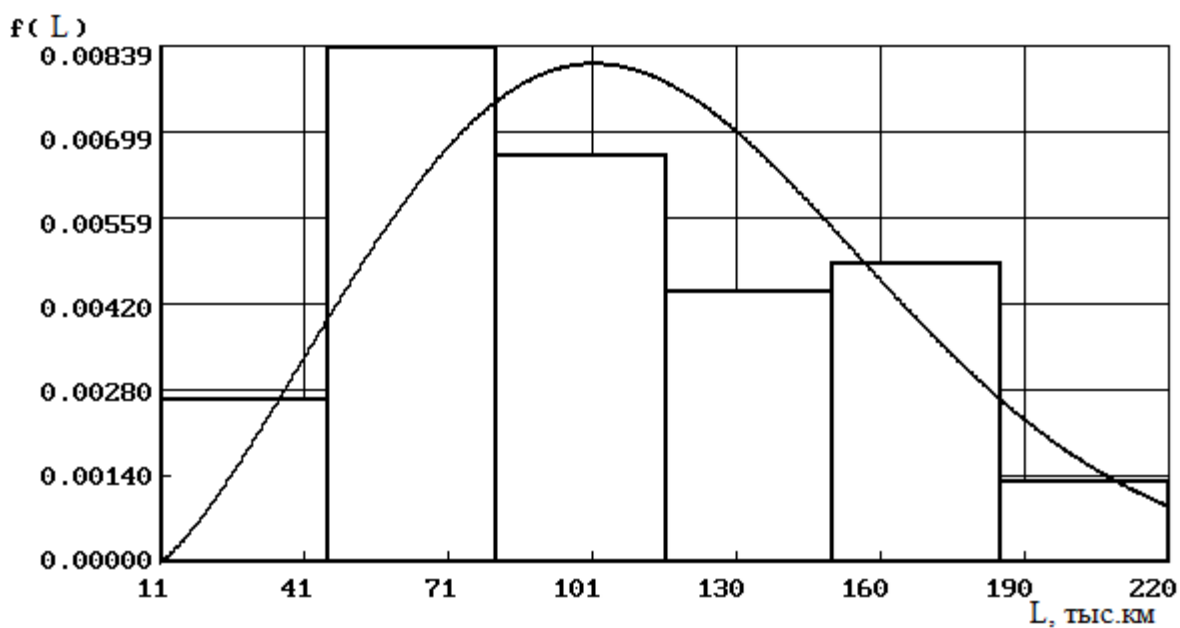
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса KAROSA-C 954. 1360 за (2015 г.)

Продолжение приложения А

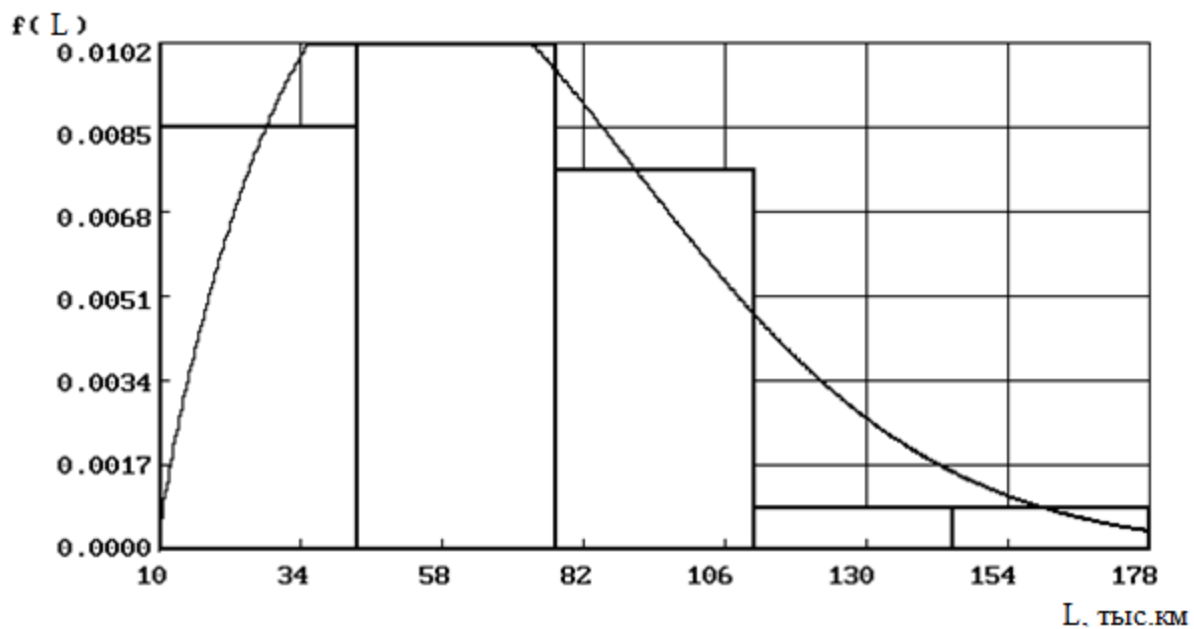
Закономерность распределения интенсивности отказов пневмоподвески
автобуса большого класса IVECO CROSSVEY (2012-2015)



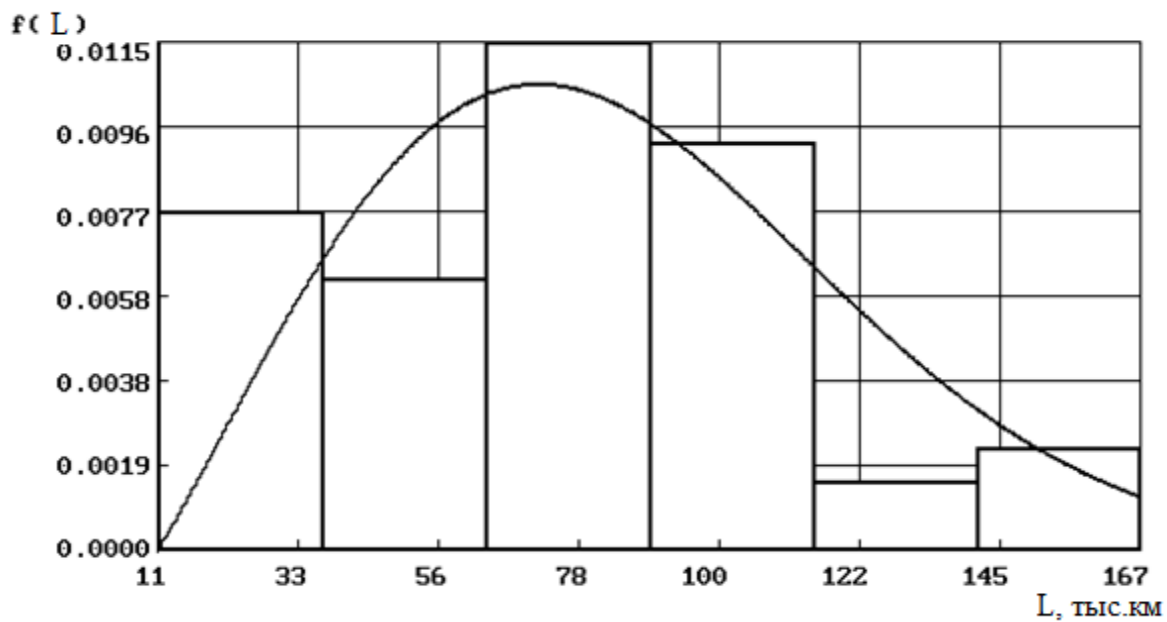
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса IVECO CROSSVEY
за (2012 г.)



Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса IVECO CROSSVEY
за (2013 г.)



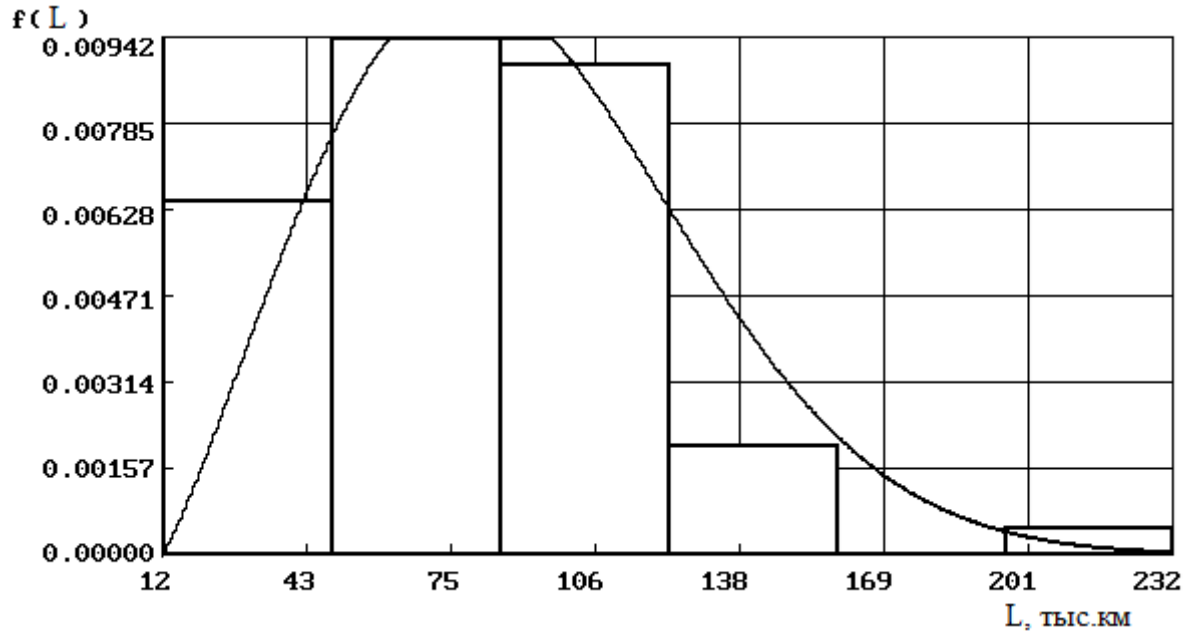
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса IVECO CROSSVEY за (2014 г.)



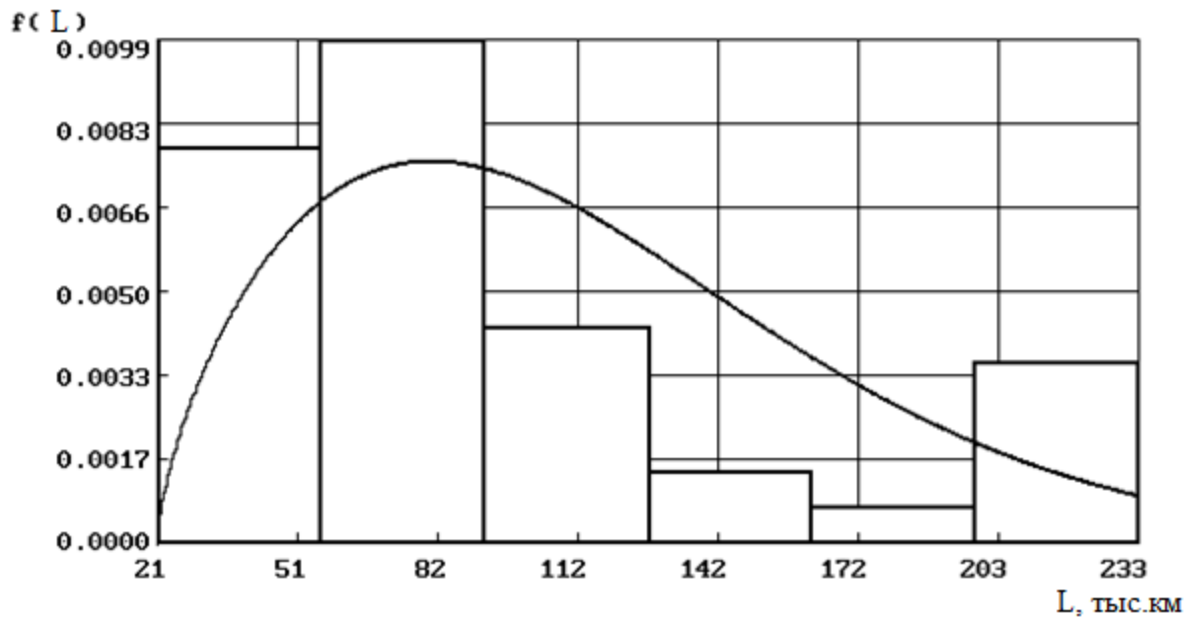
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса IVECO CROSSVEY за (2015 г.)

Продолжение приложения А

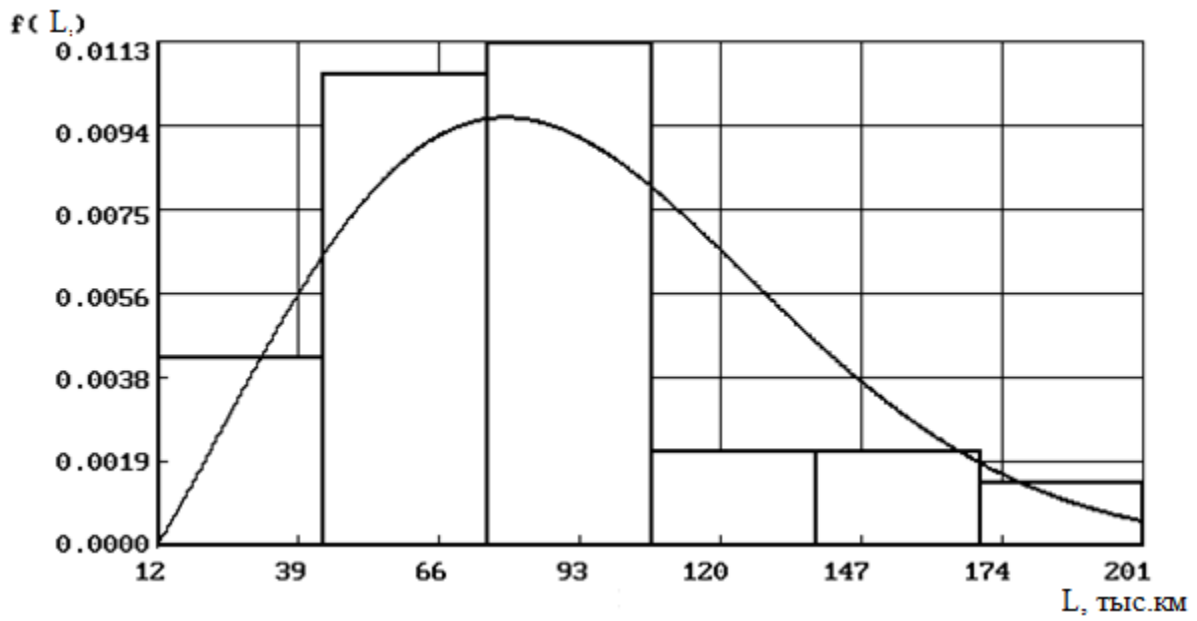
Закономерность распределения интенсивности отказов пневмоподвески
автобуса большого класса MAN SU263 (2012-2015)



Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса MAN A72
за (2012 г.)

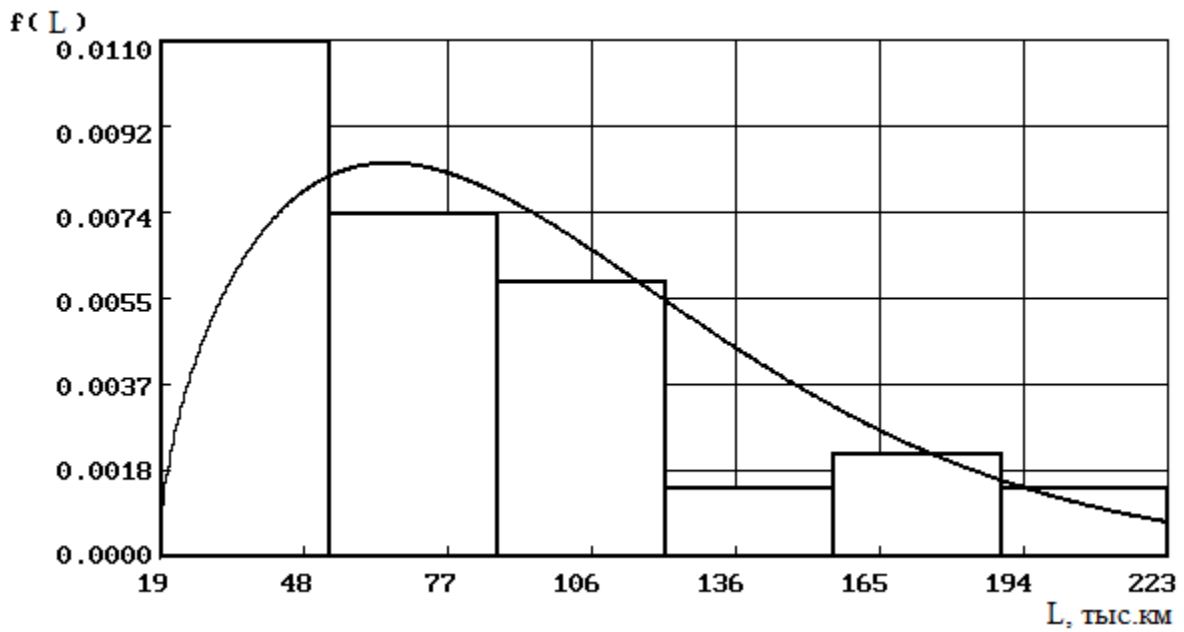


Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса
MAN A72 за (2013 г.)



Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса

MAN A72 за (2014 г.)

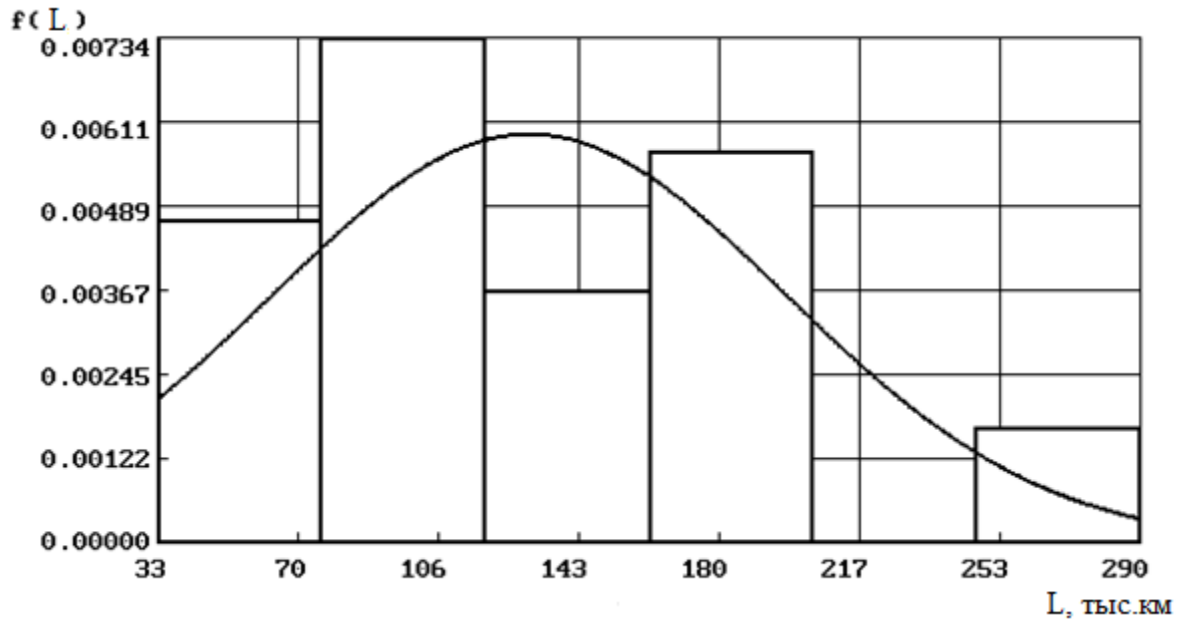


Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса

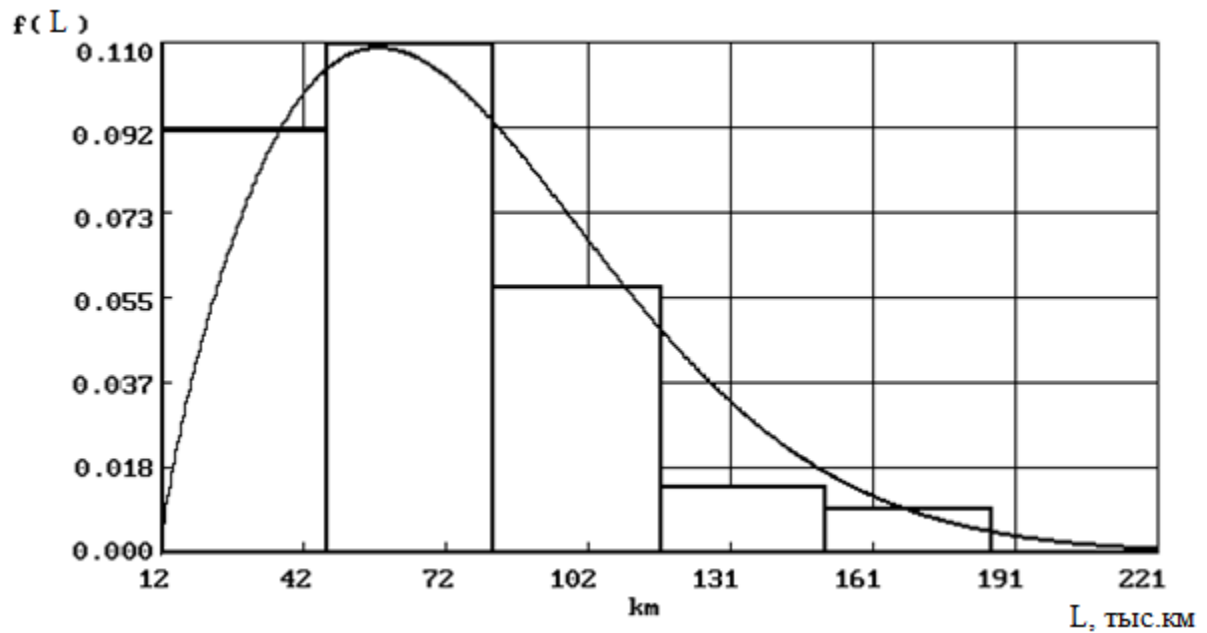
MAN A72 за (2015г.)

Продолжение приложения А

Закономерность распределения интенсивности отказов пневмоподвески
автобуса большого класса ЛИАЗ 5256-35 (2012-2015)

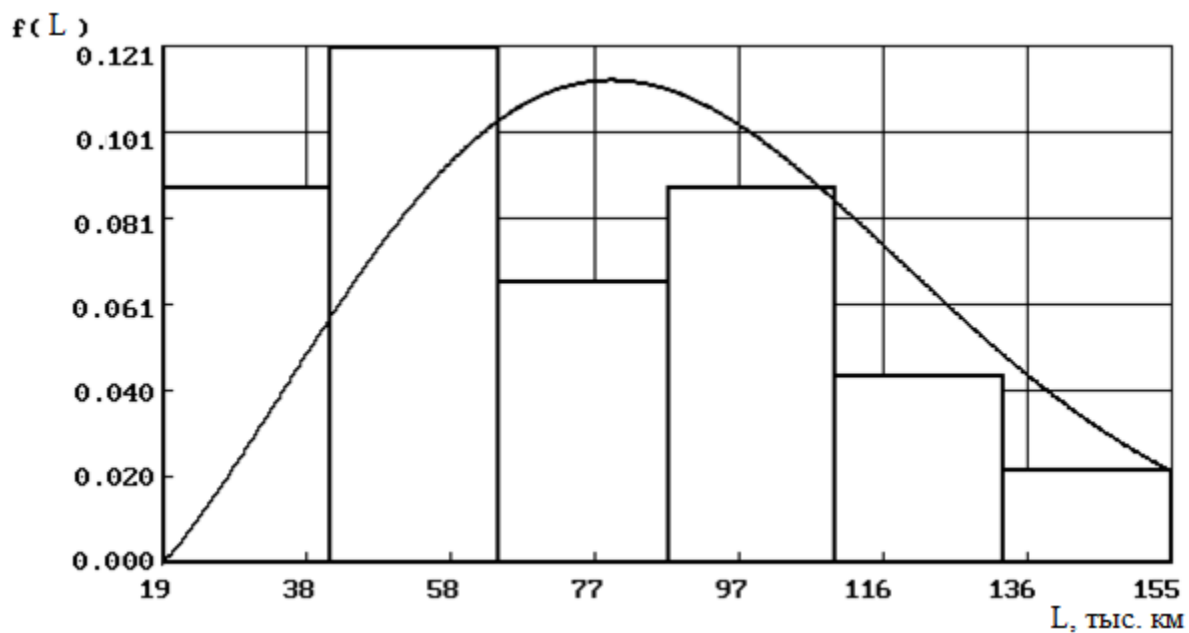


Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса ЛИАЗ 5256-35 за
(2012 г.)

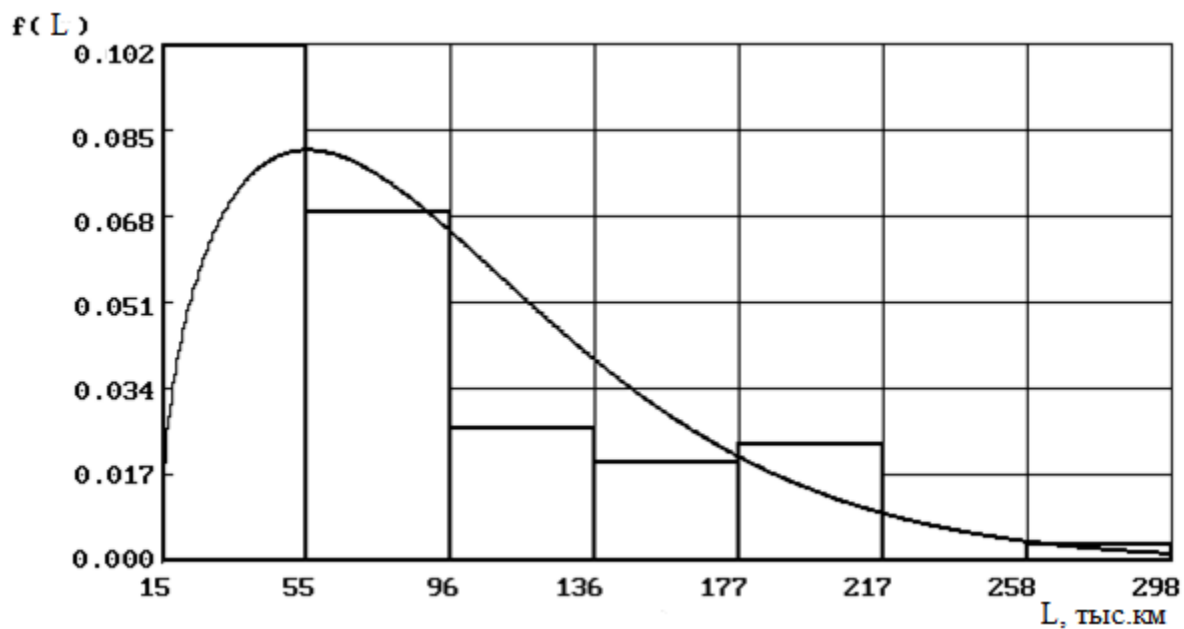


Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса ЛИАЗ 5256-35 за
(2013 г.)

Продолжение приложения А



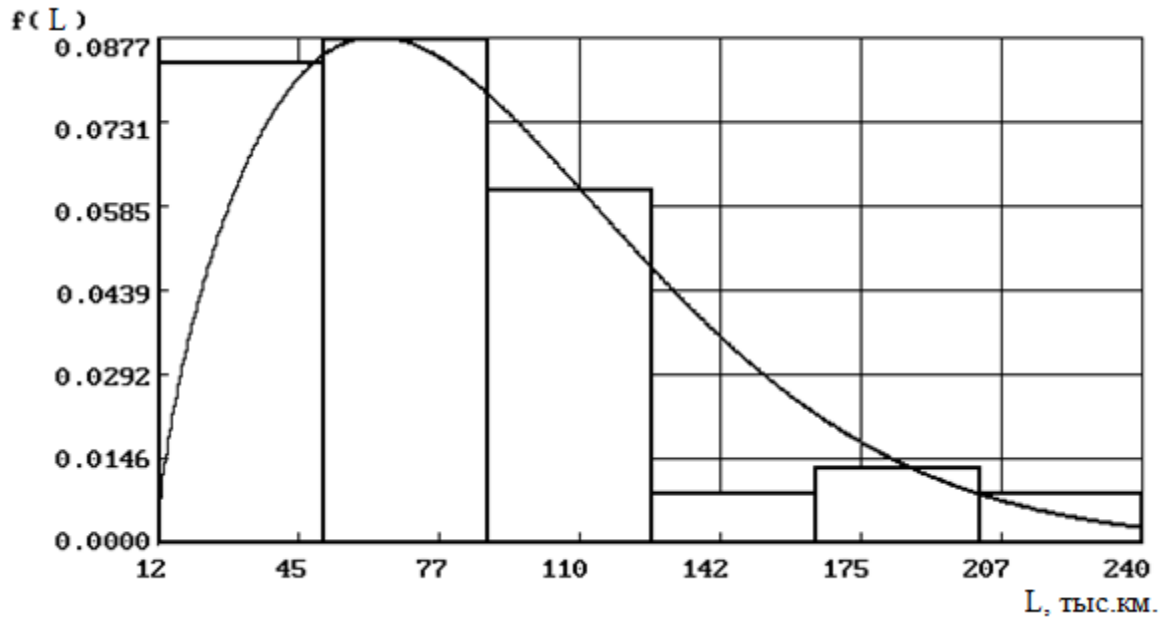
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса ЛИАЗ 5256-35 за
(2014 г.)



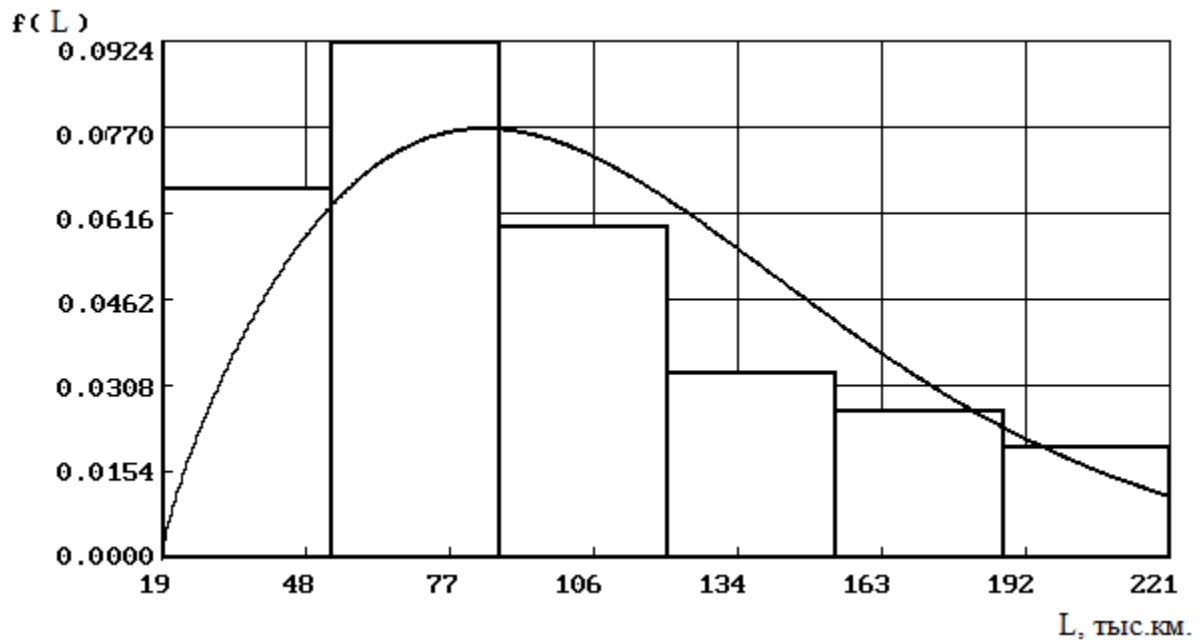
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса ЛИАЗ 5256-35 за
(2015 г.)

Продолжение приложения А

Закономерность распределения интенсивности отказов пневмоподвески
автобуса большого класса НЕФАЗ-5299-01 (2012-2015)

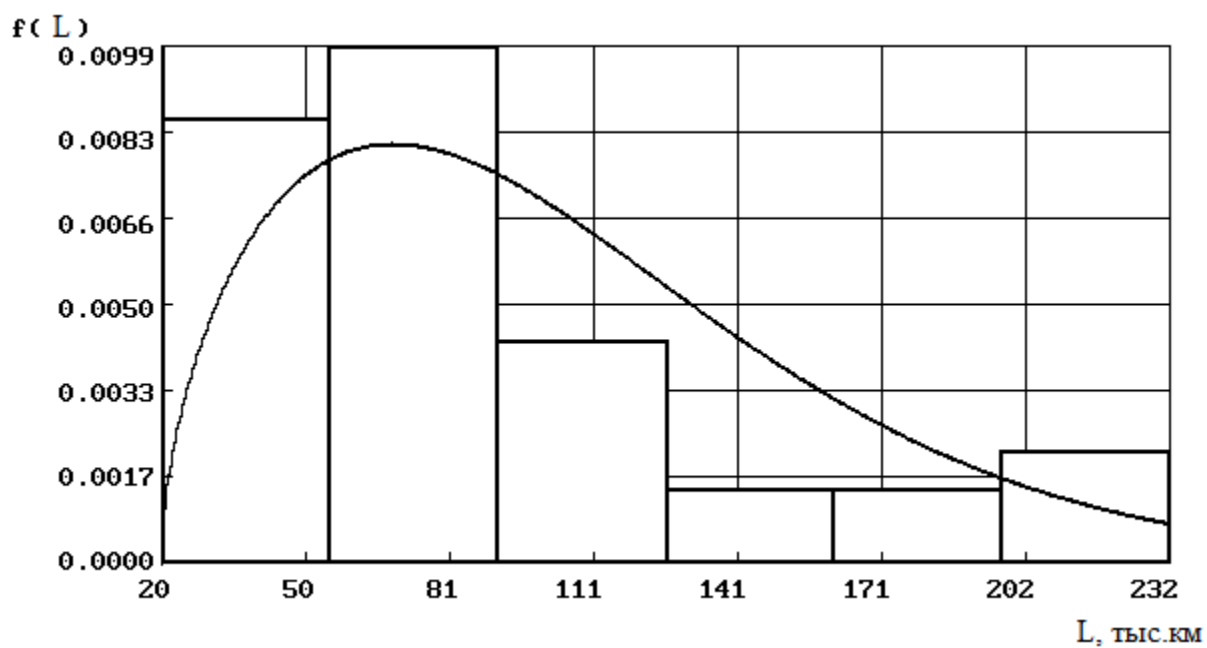


Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса НЕФАЗ 5299-01 за
(2012 г.)

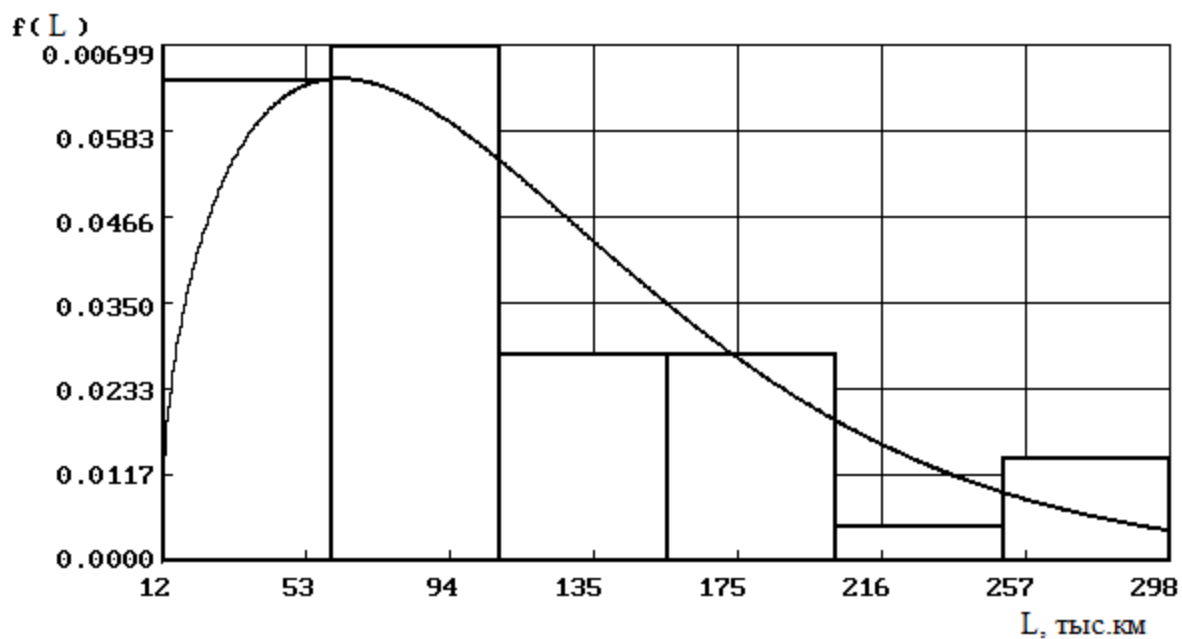


Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса НЕФАЗ 5299-01 за
(2013 г.)

Продолжение приложения А



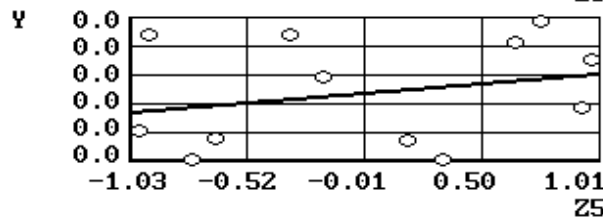
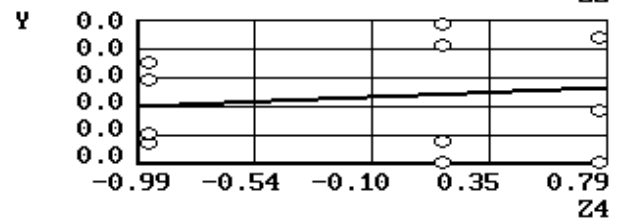
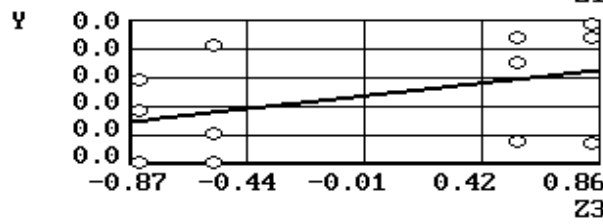
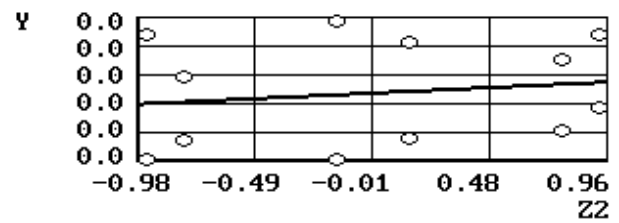
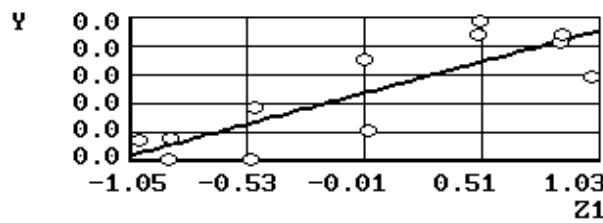
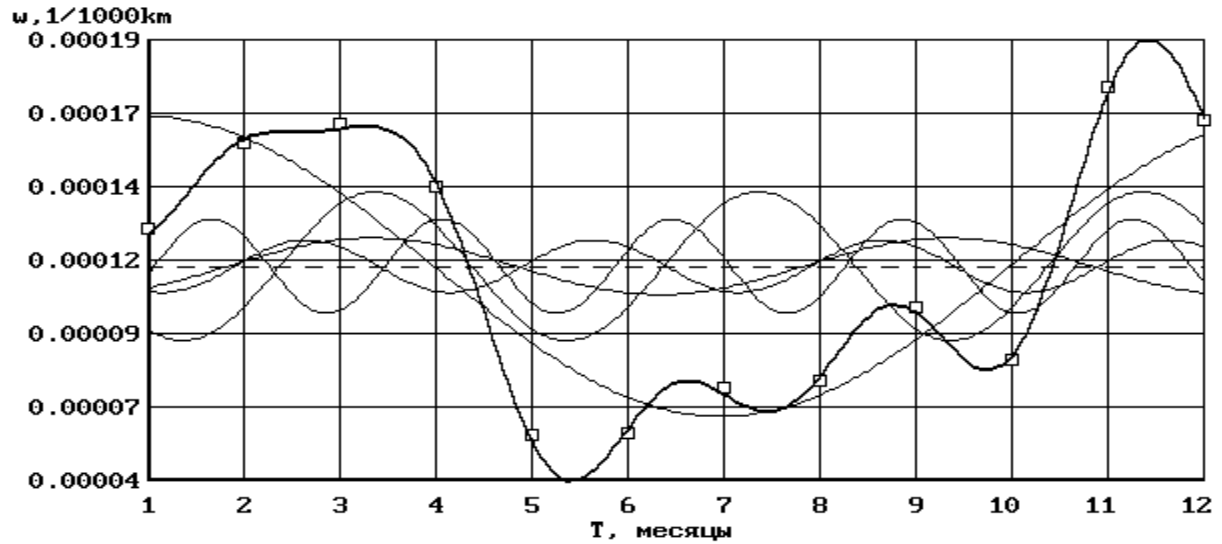
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса НЕФАЗ 5299-01 за
(2014 г.)



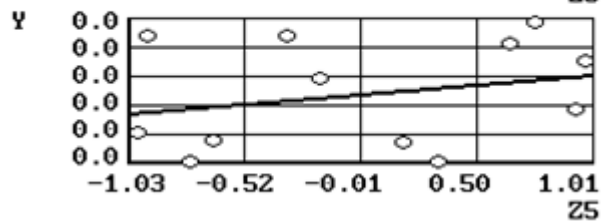
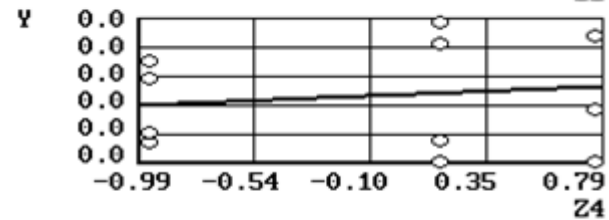
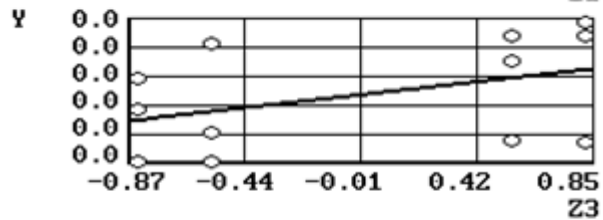
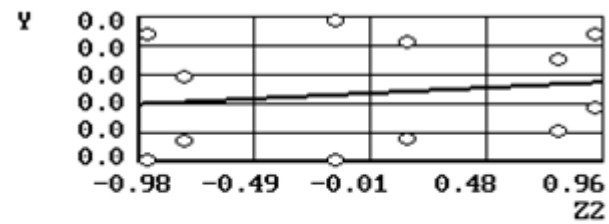
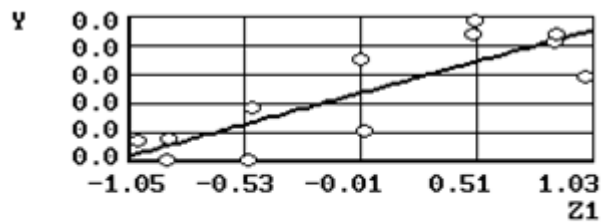
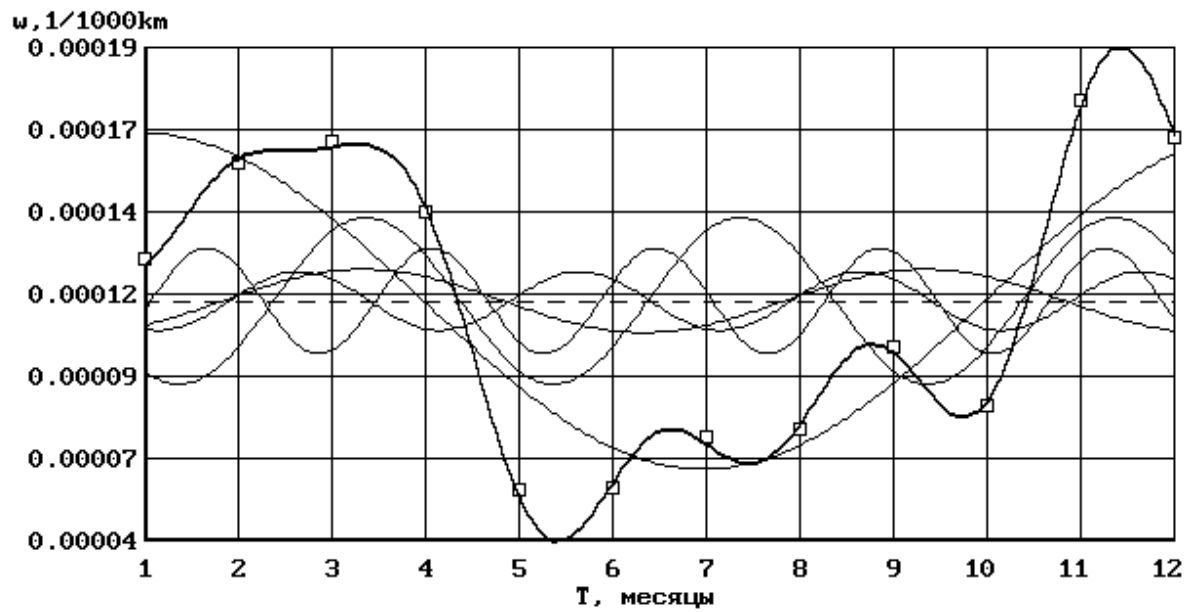
Распределение наработок на отказ пневмоподвески автобуса НЕФАЗ 5299-01 за
(2015г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

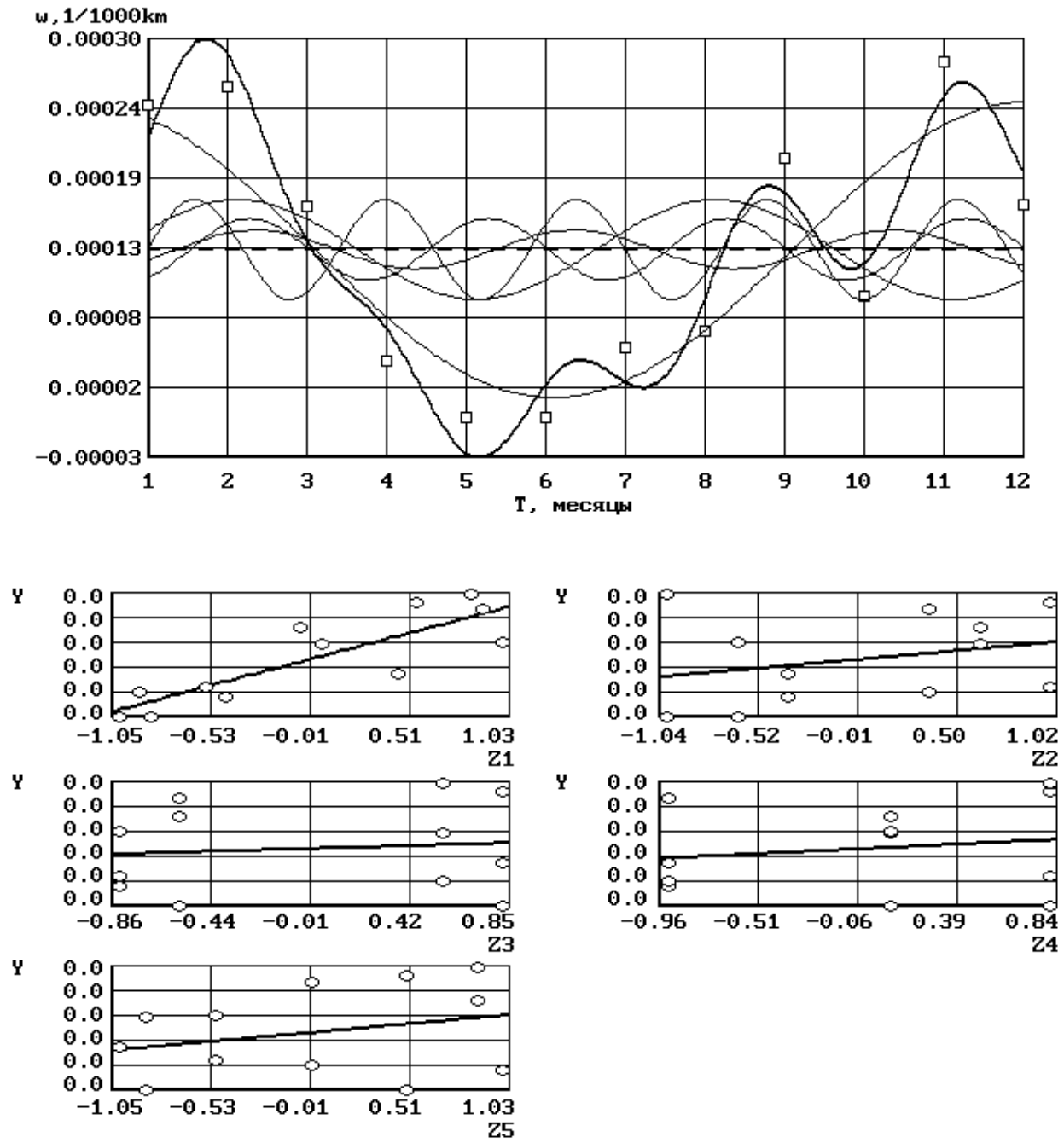
Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески
автобусов KAROSA C-934 (2012-2015)



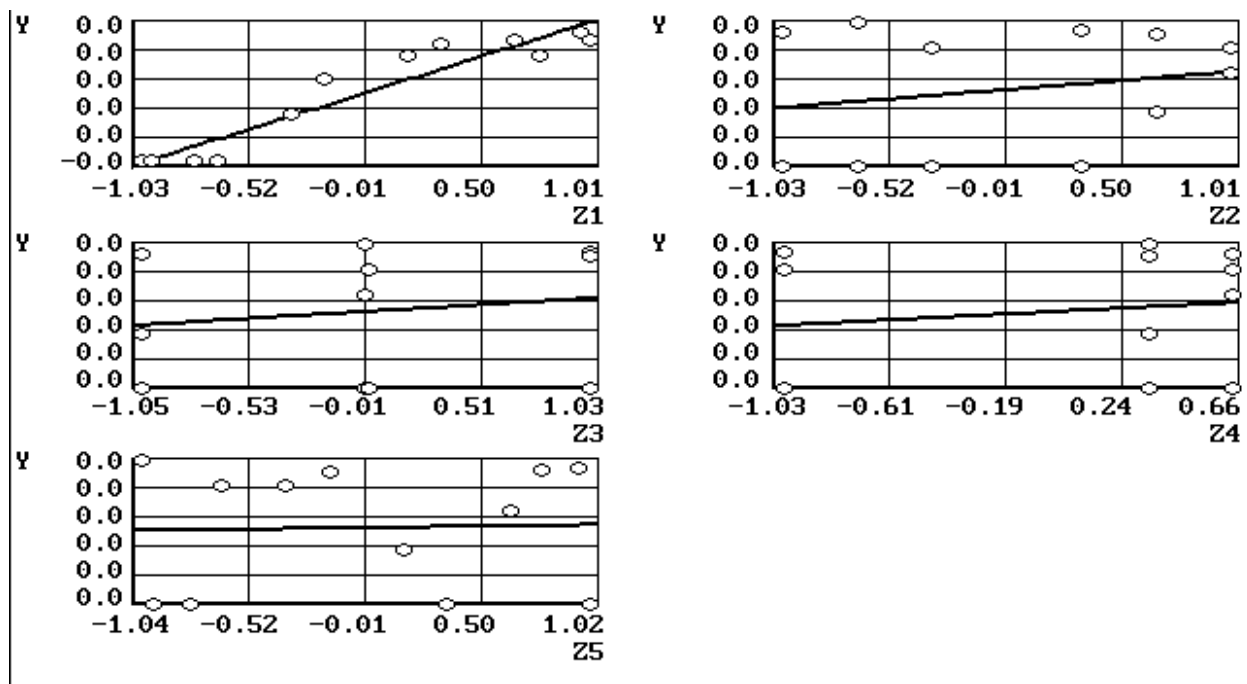
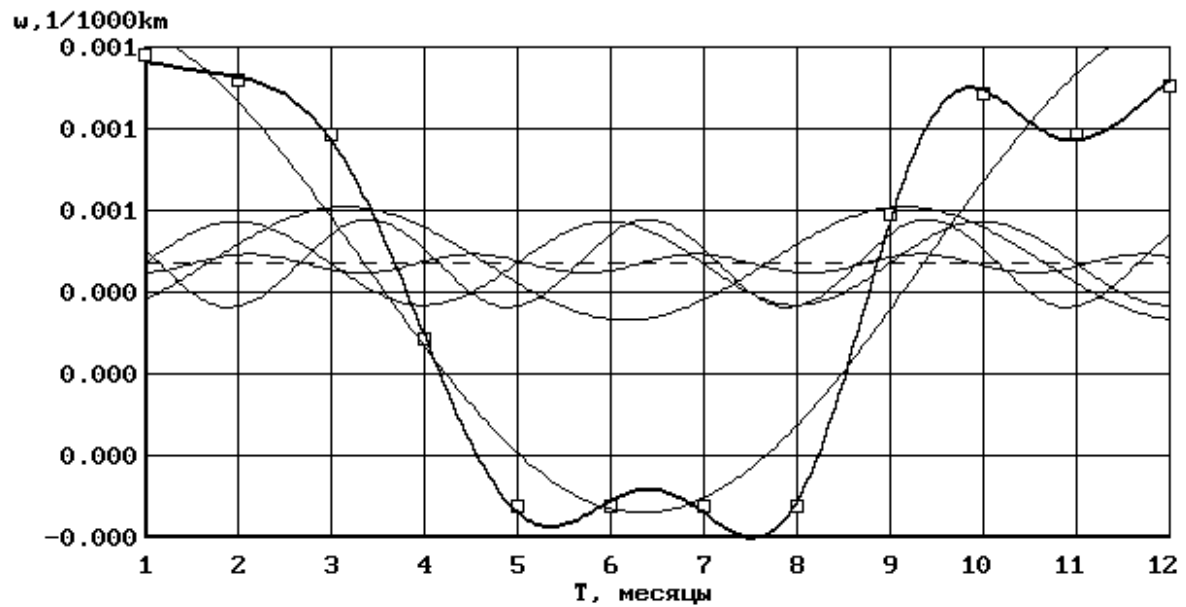
Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C934 (2012 г.)



Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C934 (2013 г.)

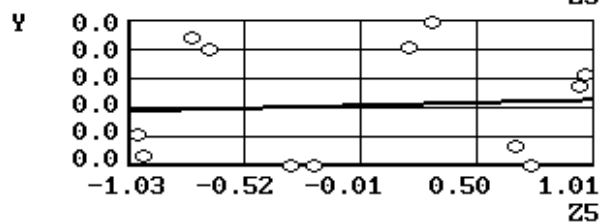
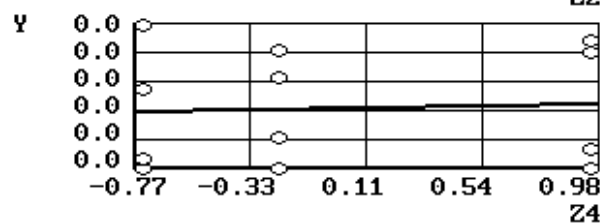
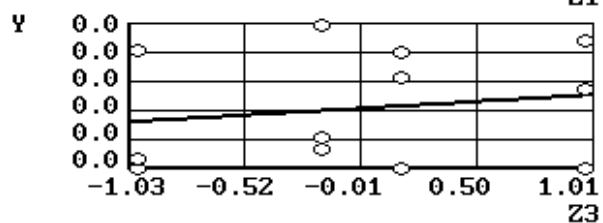
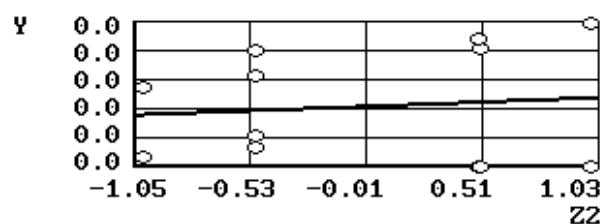
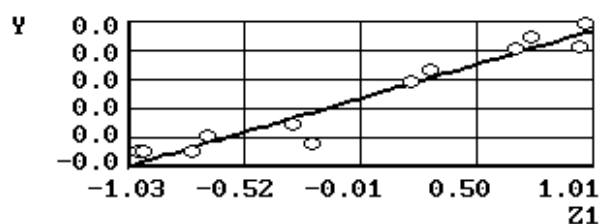
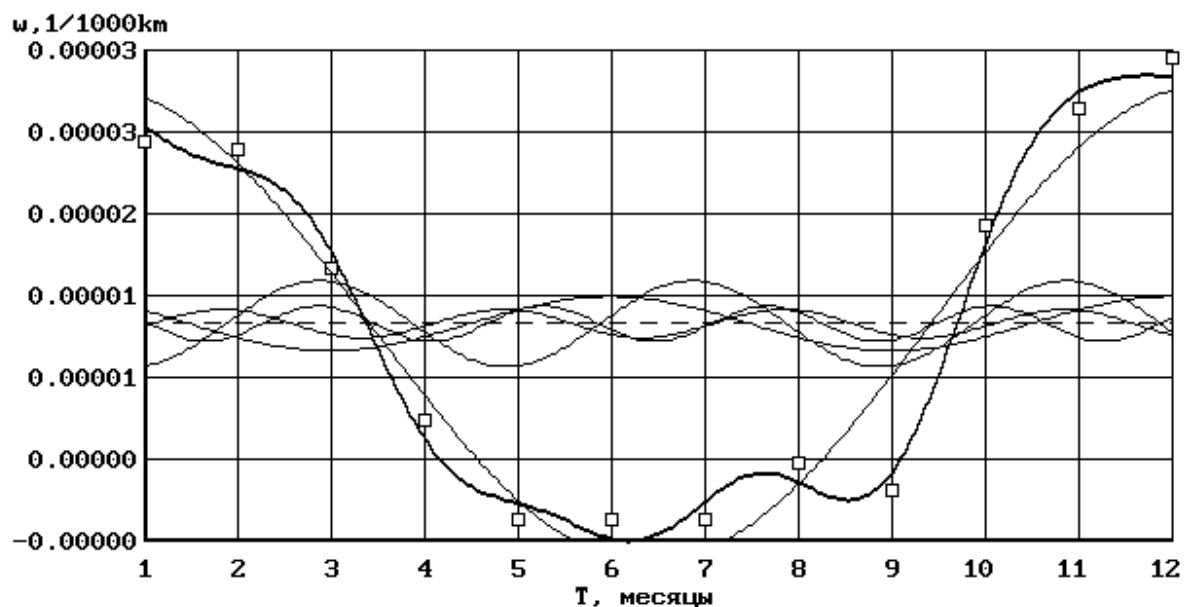


Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C934 (2014 г.)

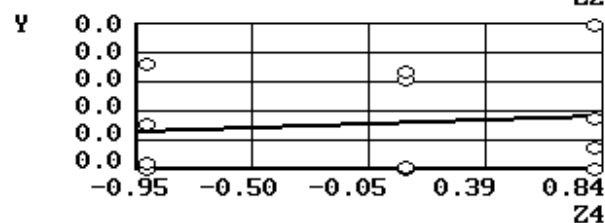
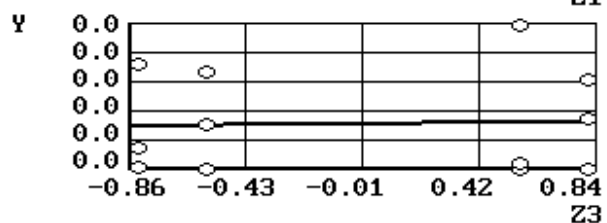
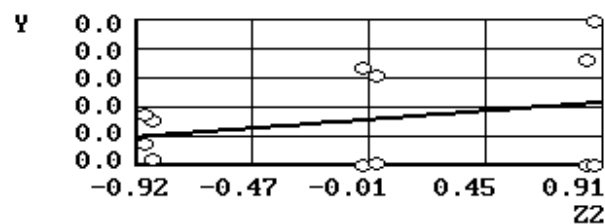
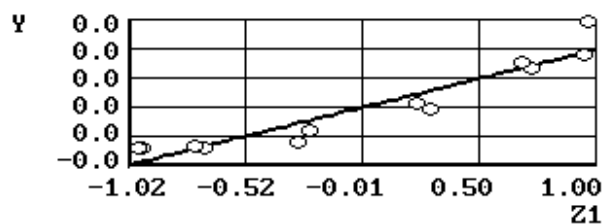
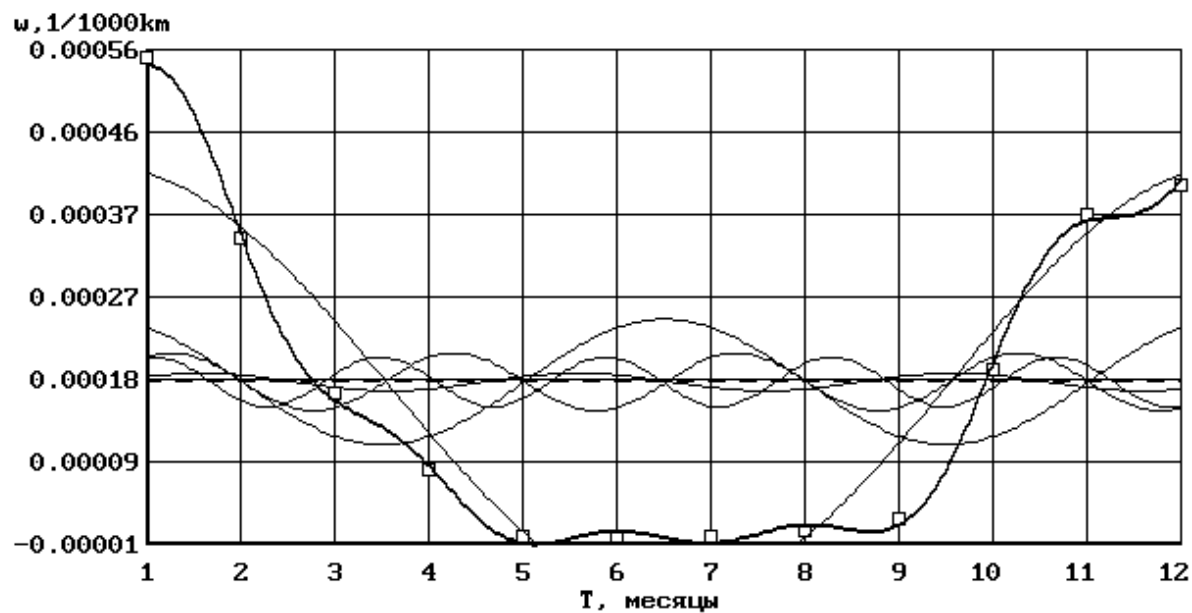


Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C934 (2015 г.)

Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески
автобусов KAROSA C-954.1360 (2012-2015)

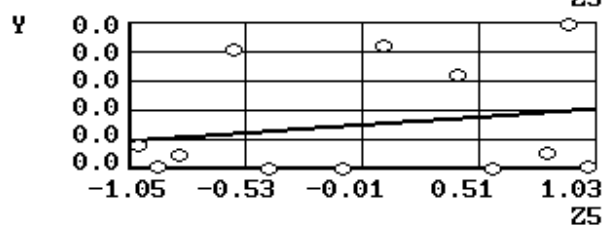
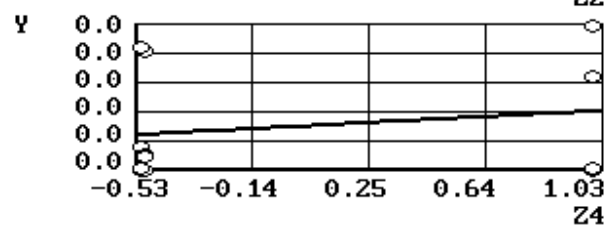
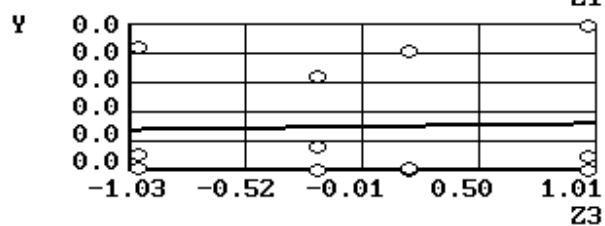
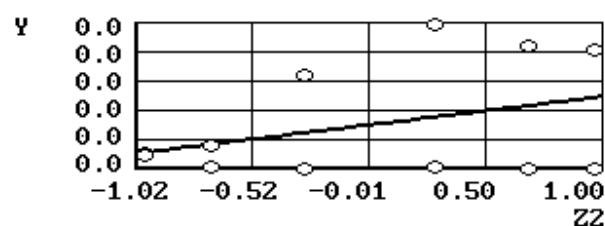
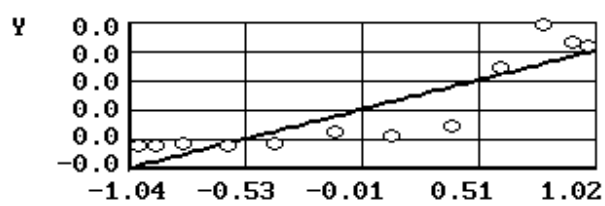
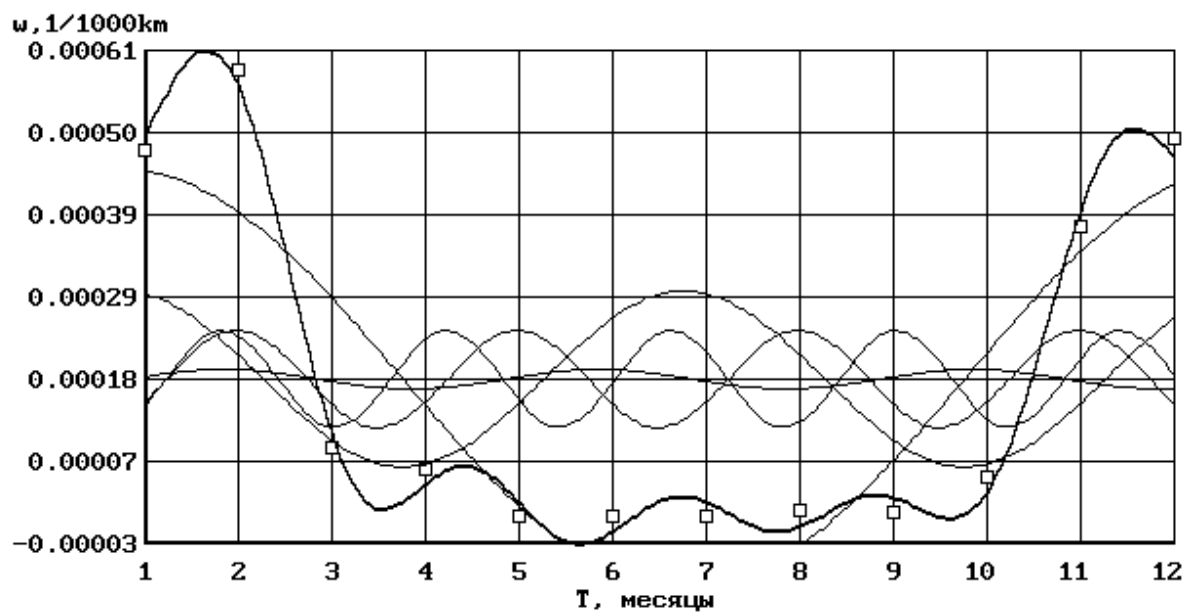


Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-
C954.1360 (2012 г.)

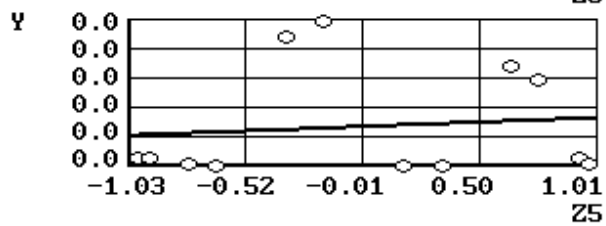
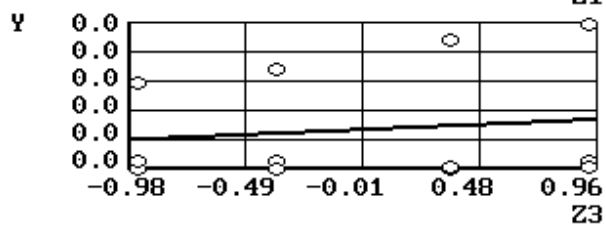
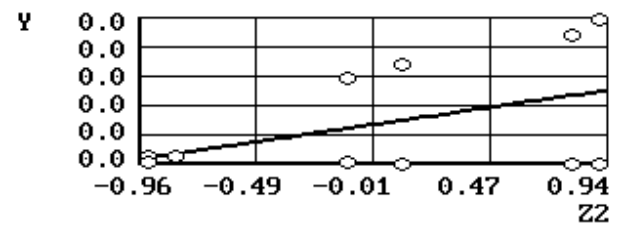
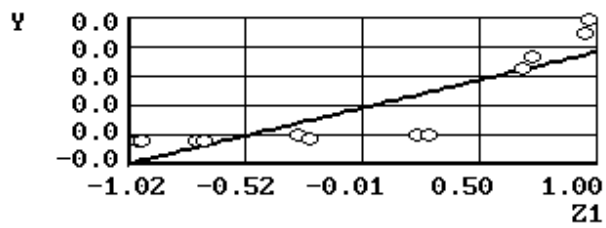
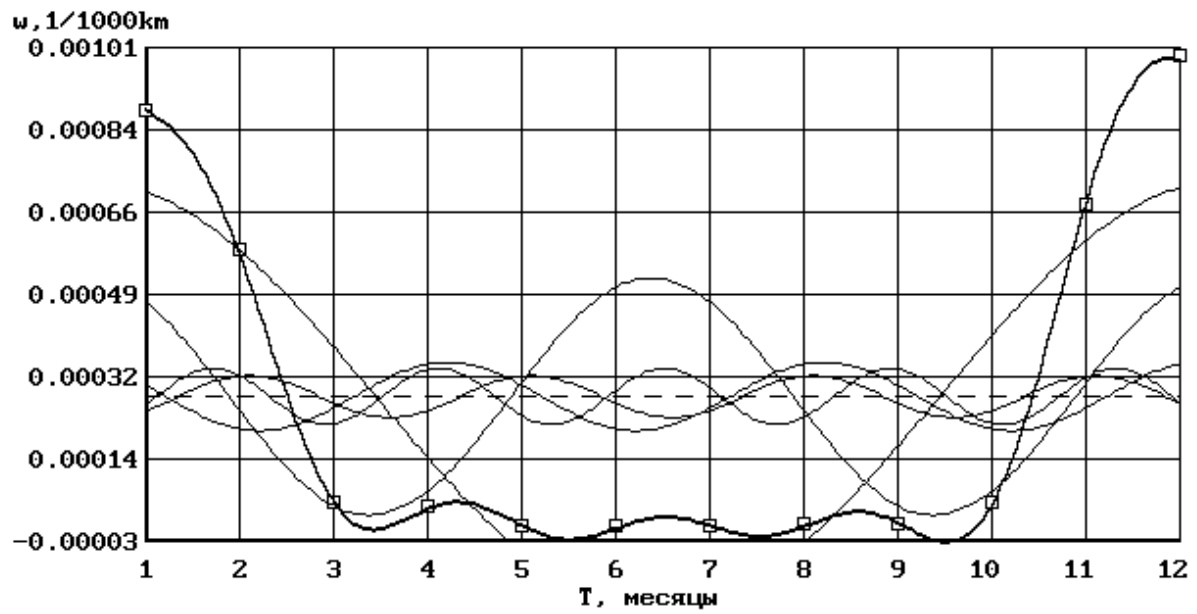


Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C954.1360 (2013 г.)

Продолжение приложения Б

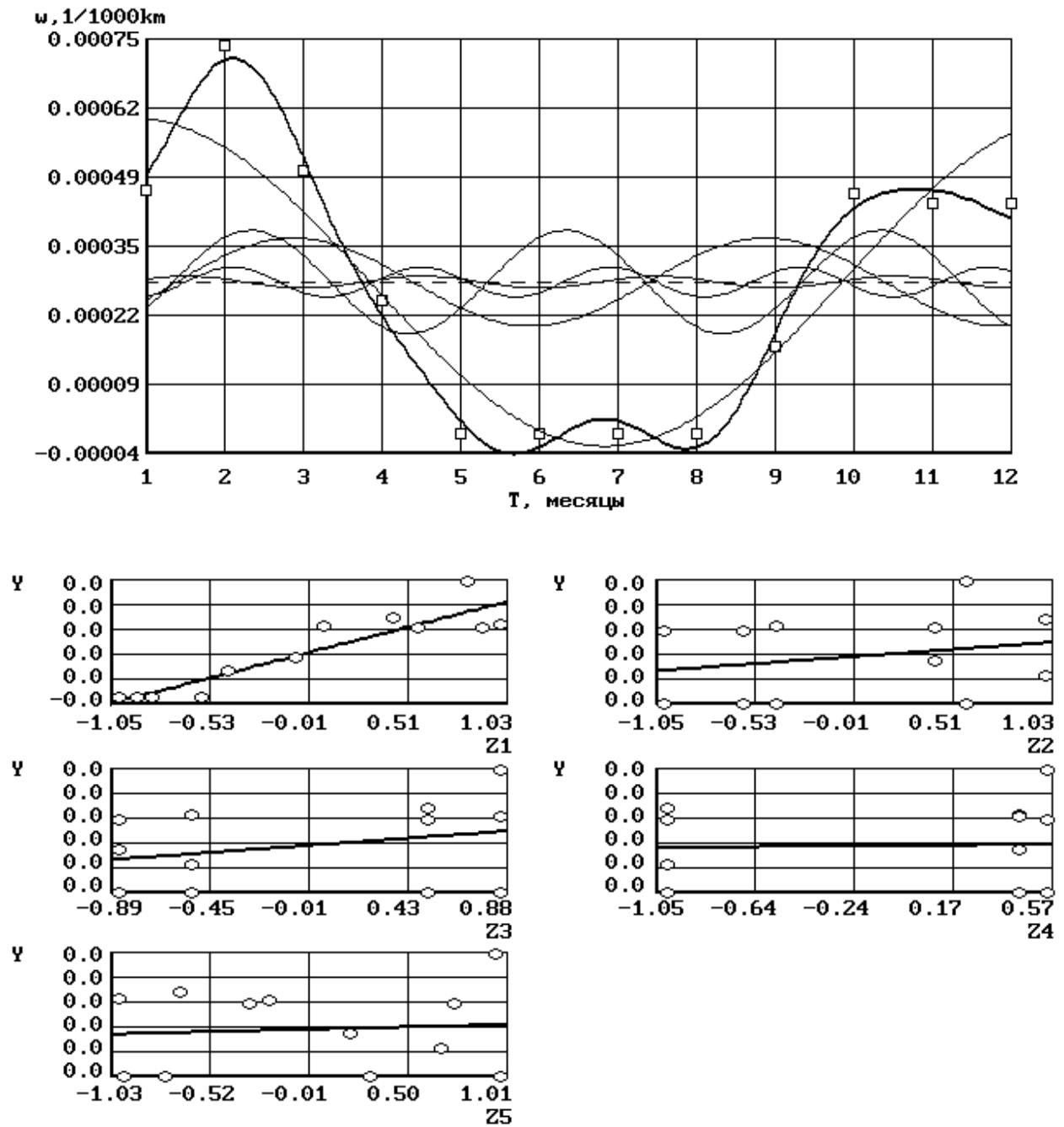


Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C954.1360 (2014 г.)

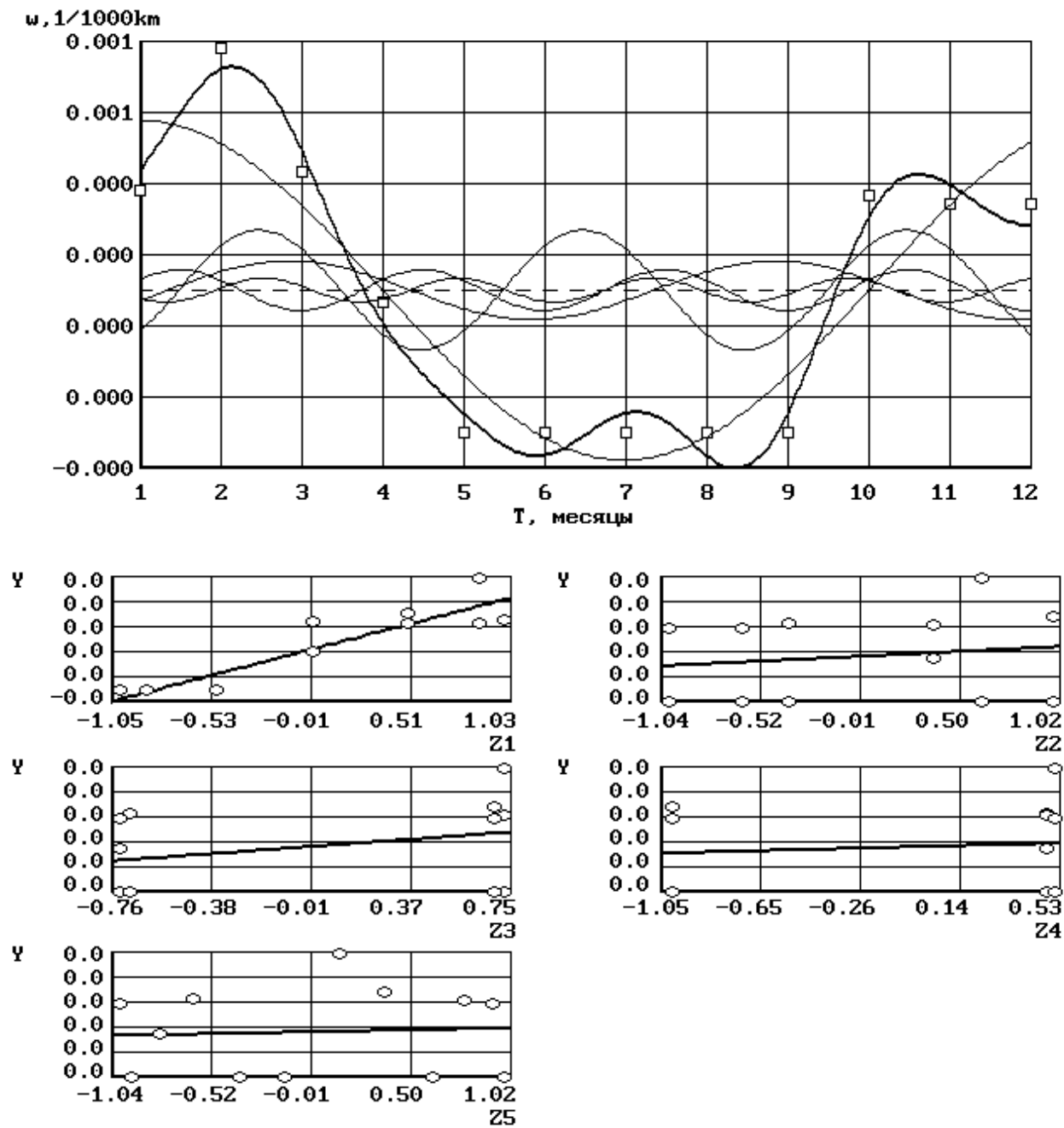


Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса KAROSA-C954.1360 (2015 г.)

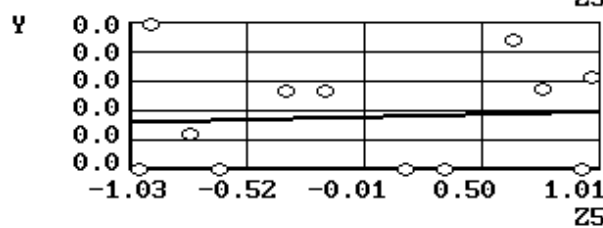
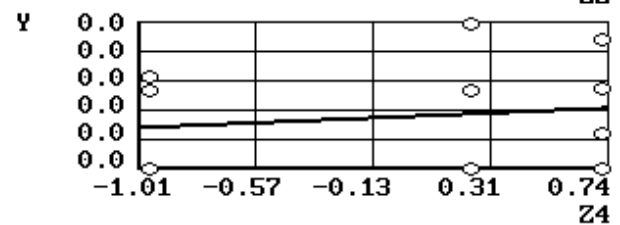
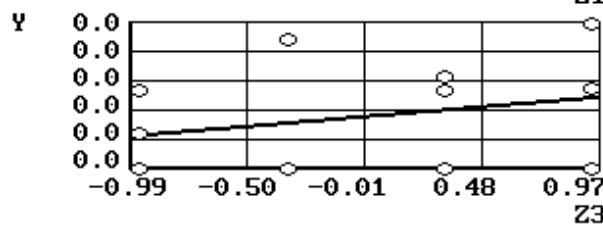
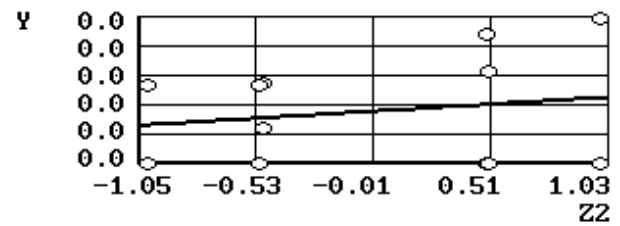
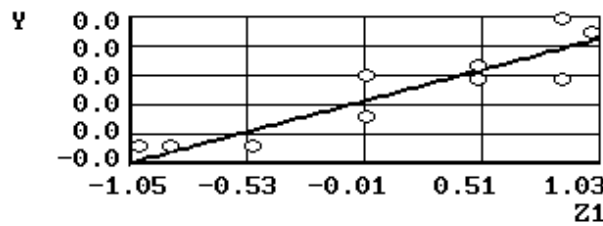
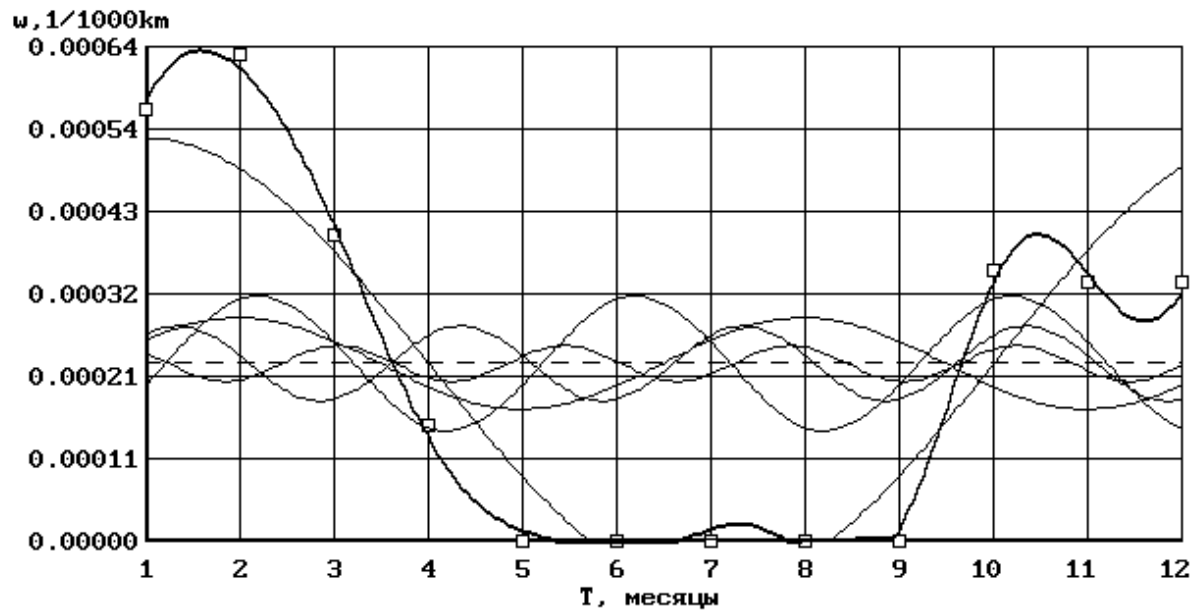
Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески
автобусов IVECO CROSSVEY (2012-2015)



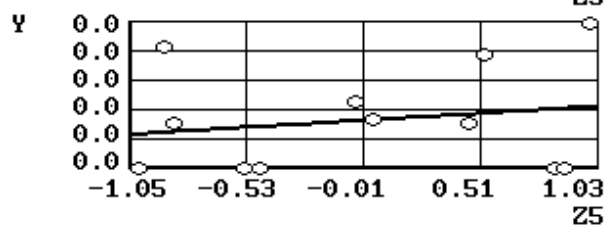
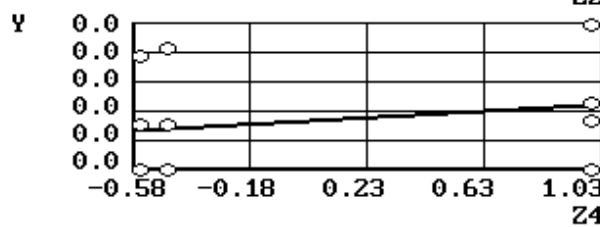
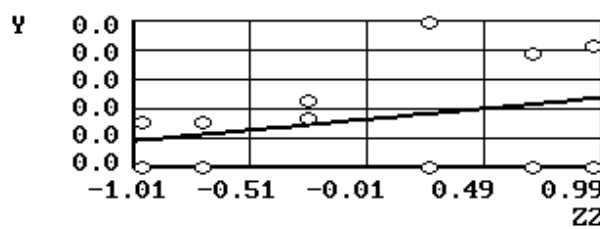
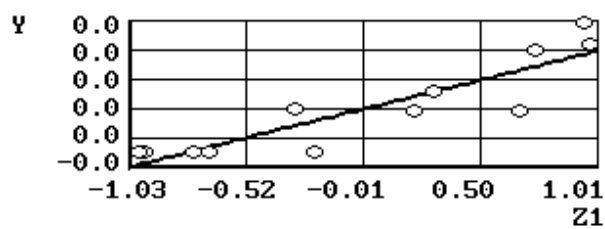
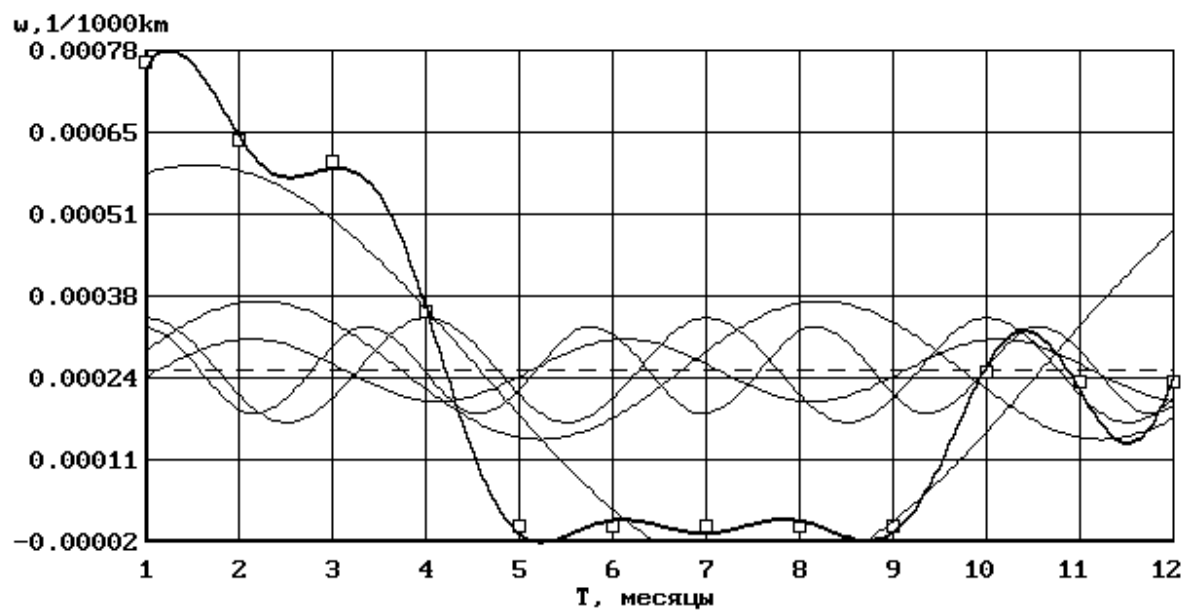
Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса IVECO
CROSSVEY (2012 г.)



*Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса IVECO
CROSSVEY (2013 г.)*



*Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса IVECO
CROSSVEY (2014 г.)*

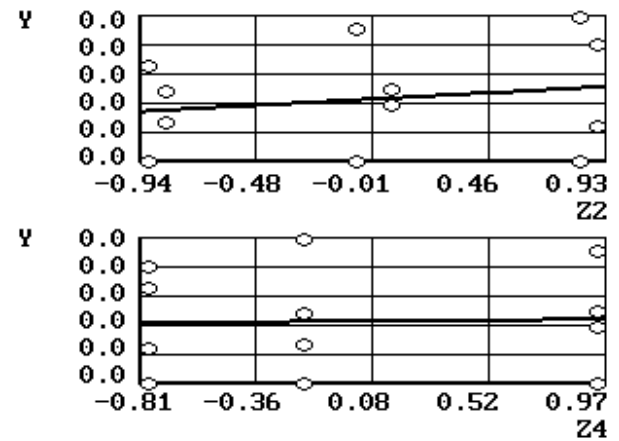
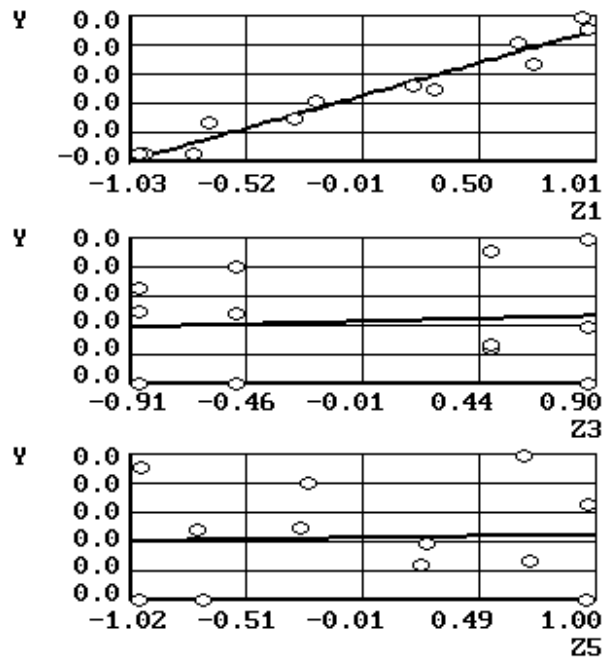
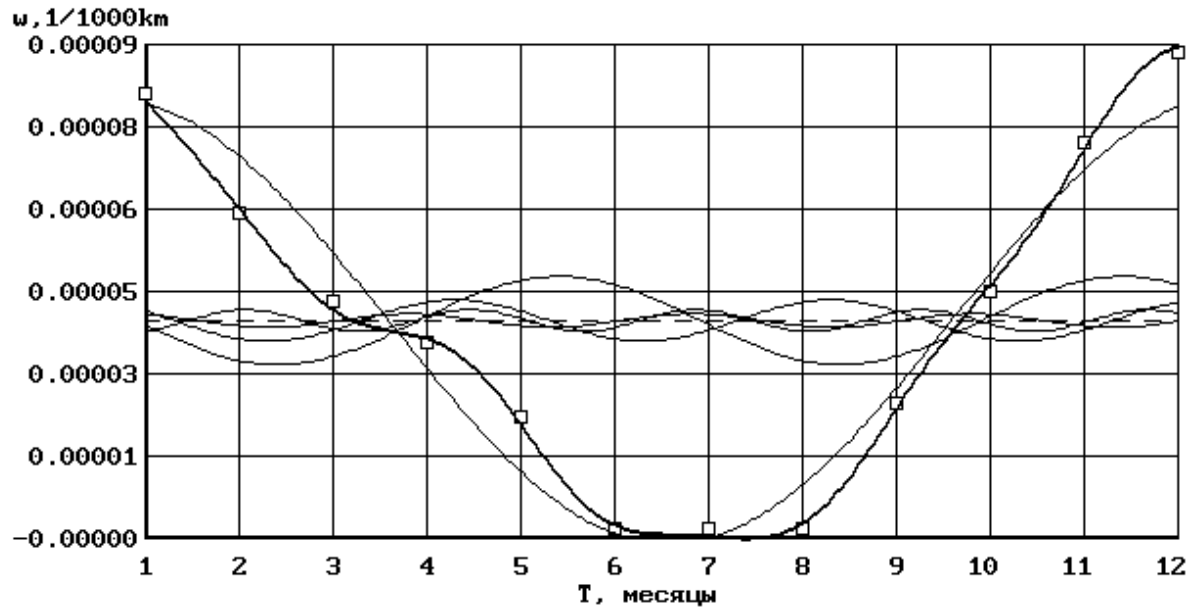


Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса IVECO

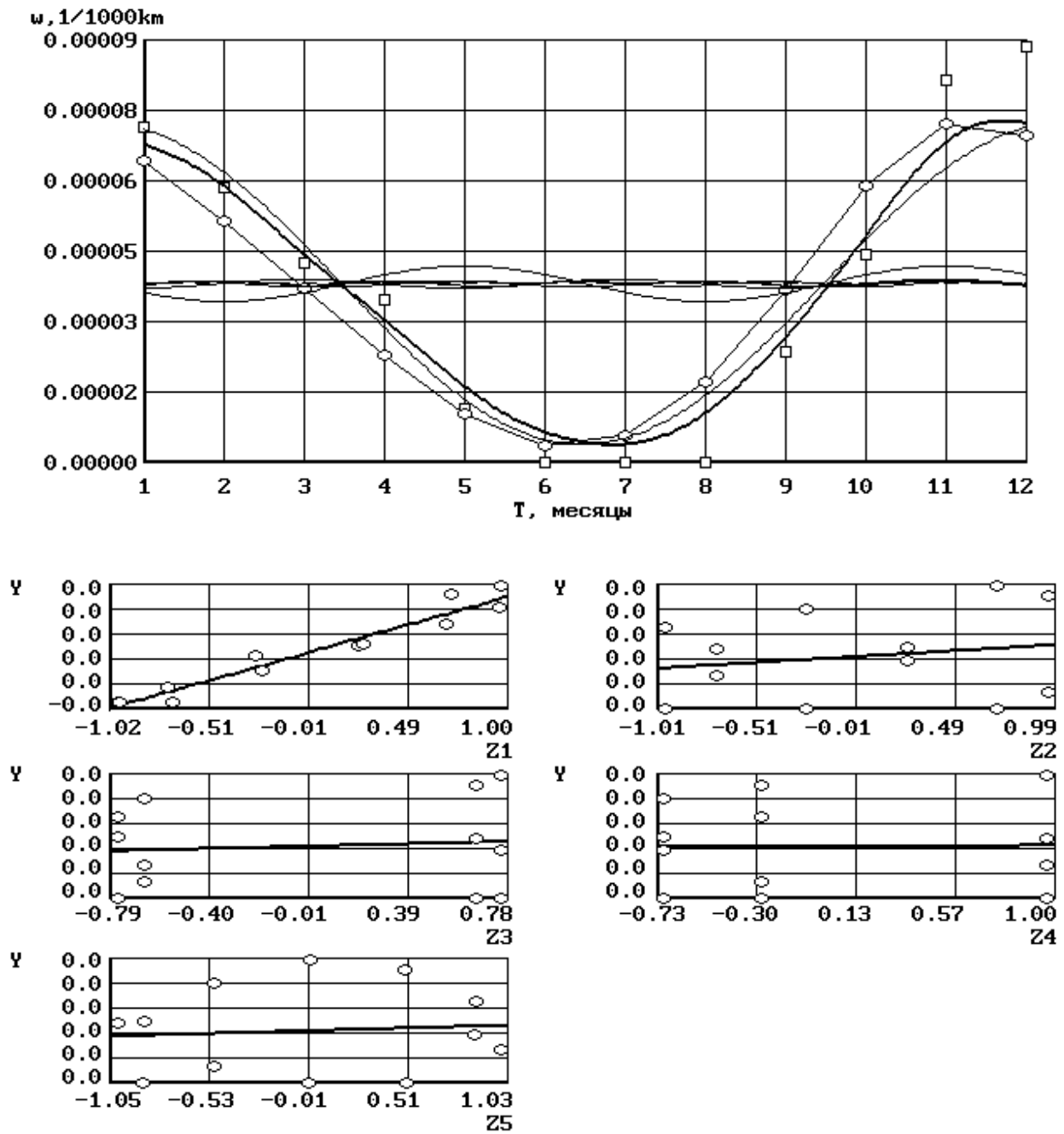
CROSSVEY (2015 г.)

Продолжение приложения Б

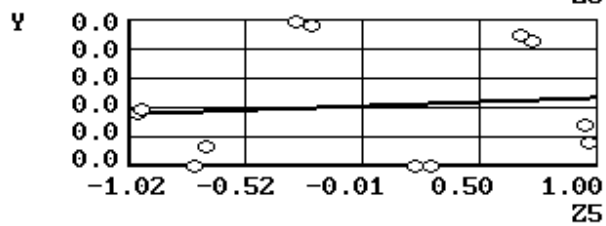
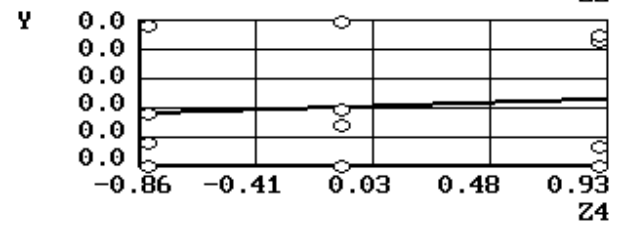
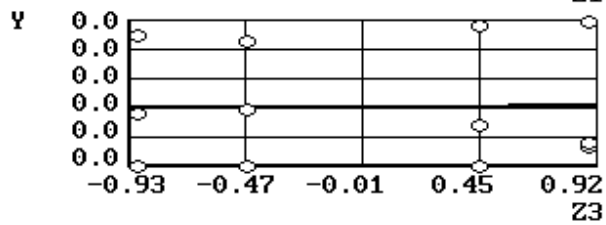
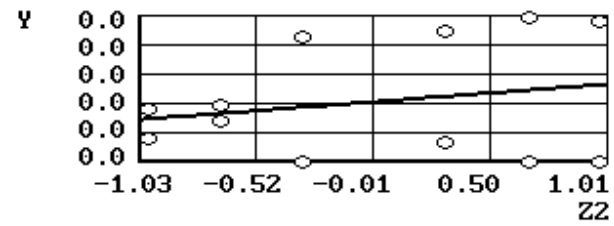
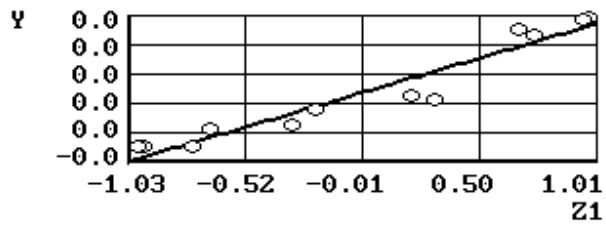
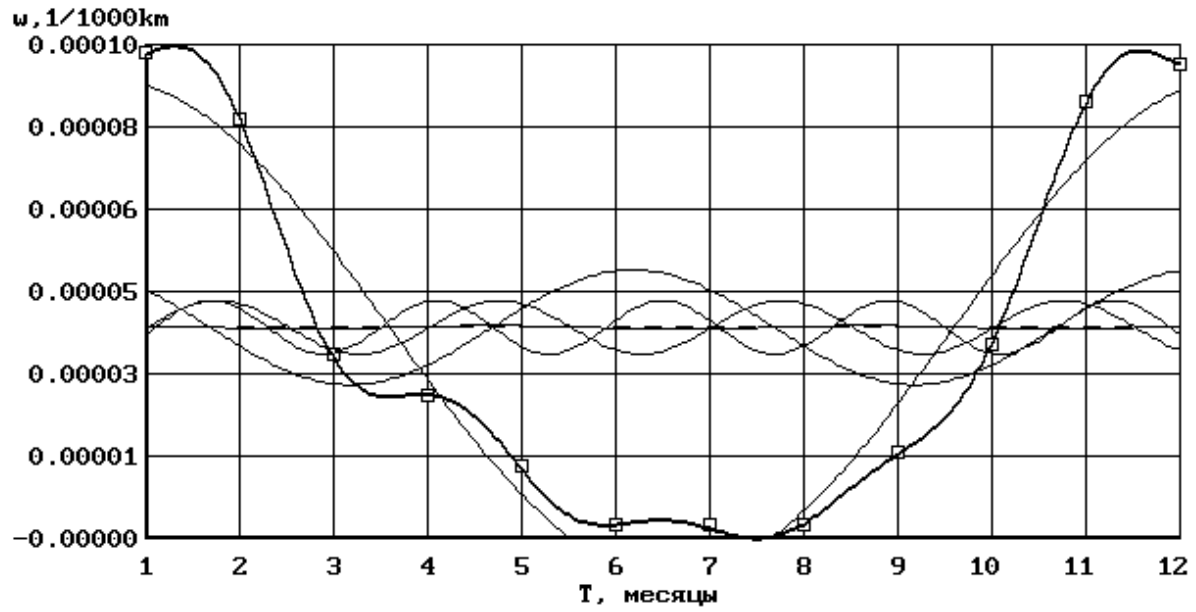
Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески
автобусов MAN A72 (2012-2015)



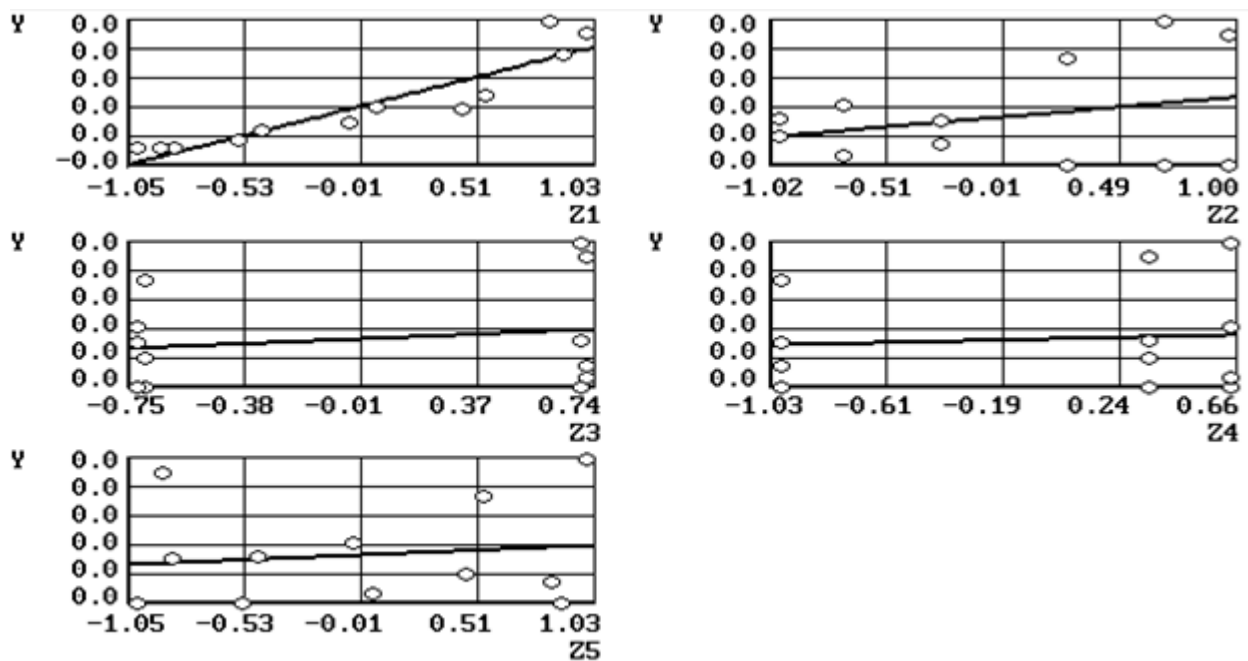
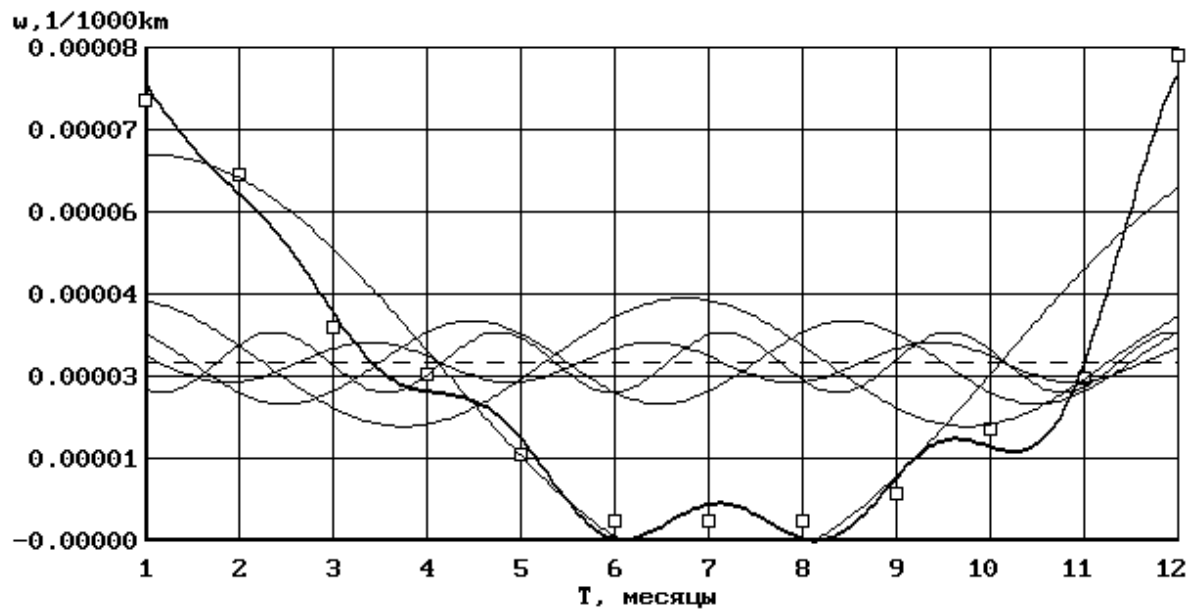
Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса MAN A72
(2012 г.)



*Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса MAN A72
(2013 г.)*



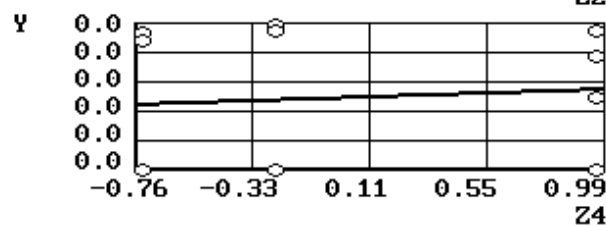
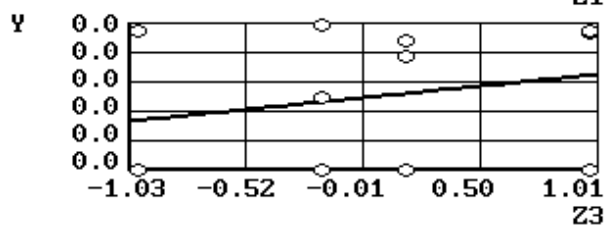
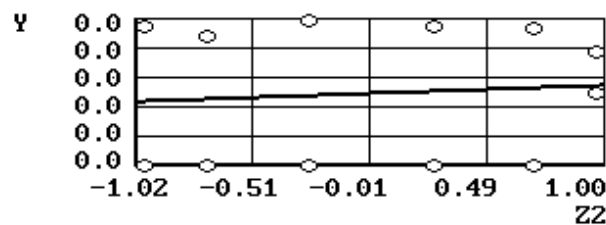
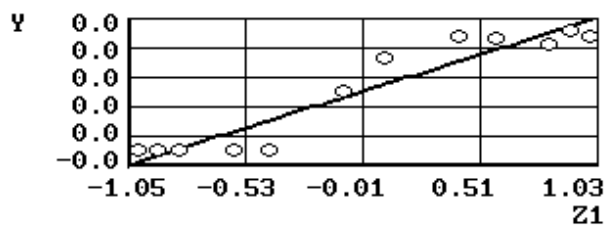
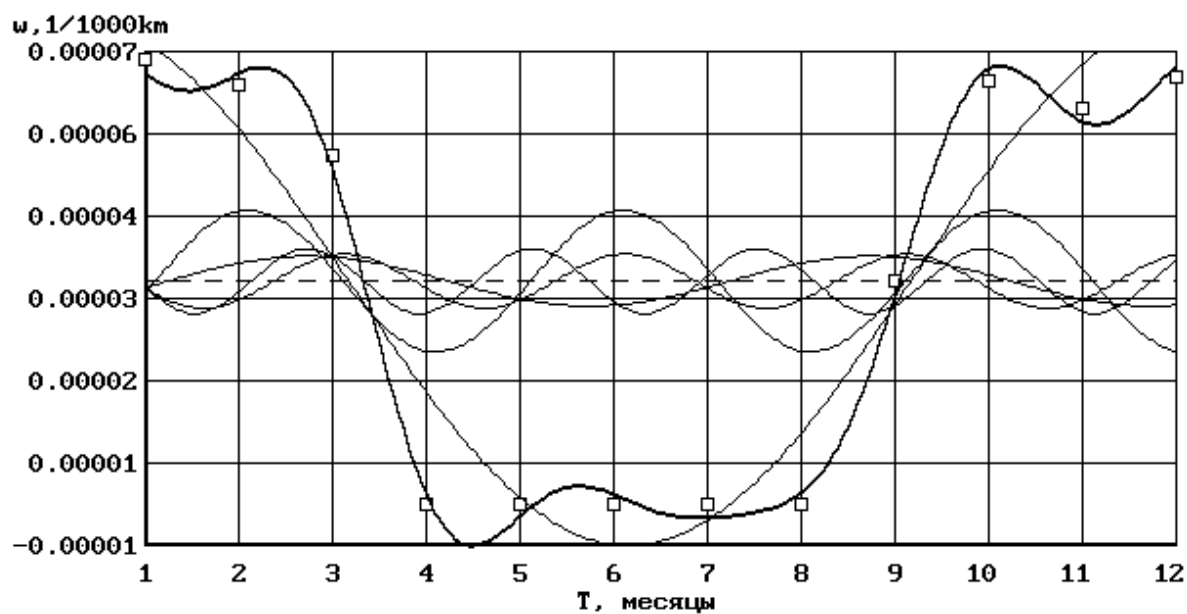
*Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса MAN A72
(2014 г.)*



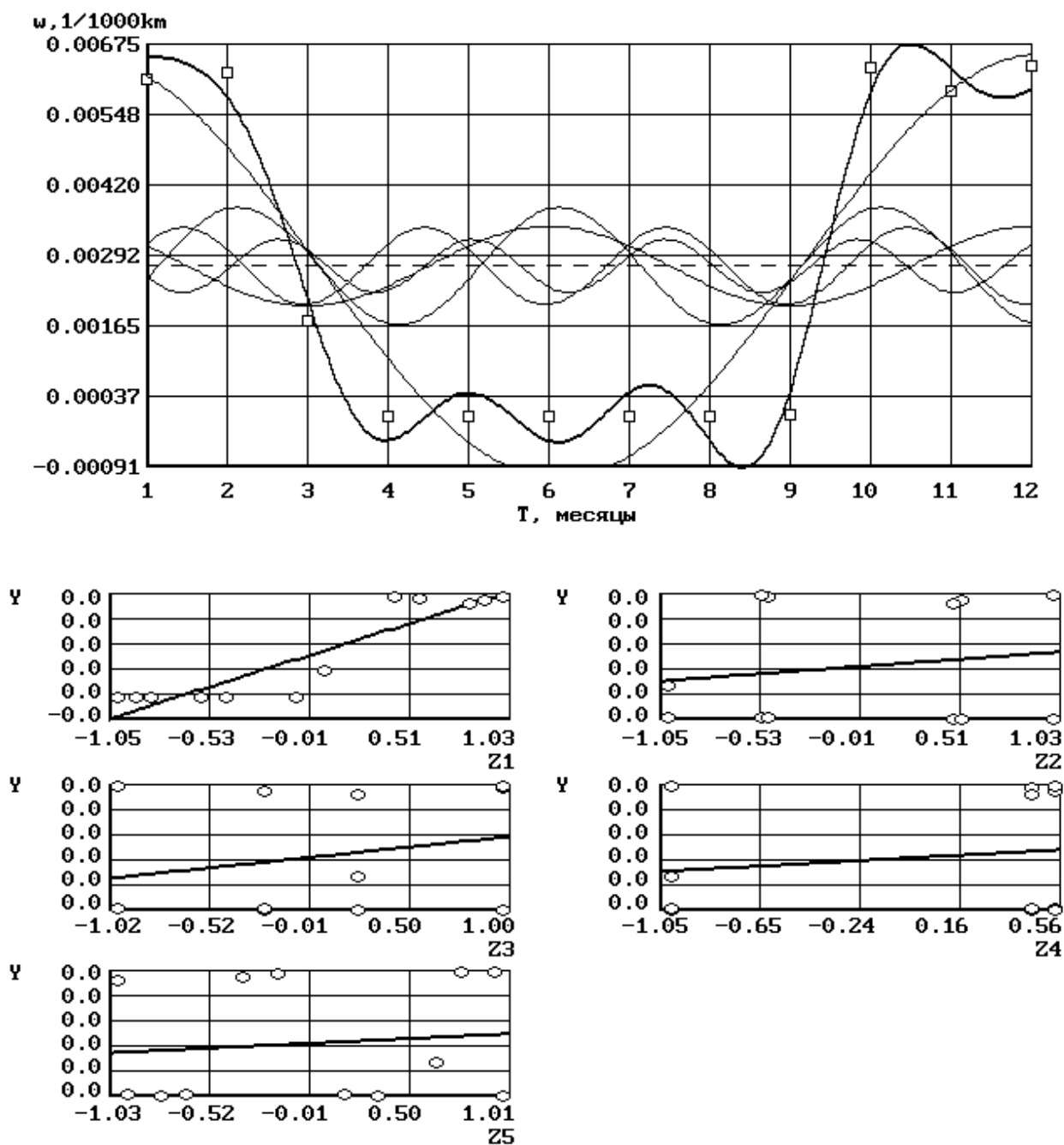
*Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса MAN A72
(2015 г.)*

Продолжение приложения Б

Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески
автобусов ЛИАЗ 5256-35 (2012-2015)



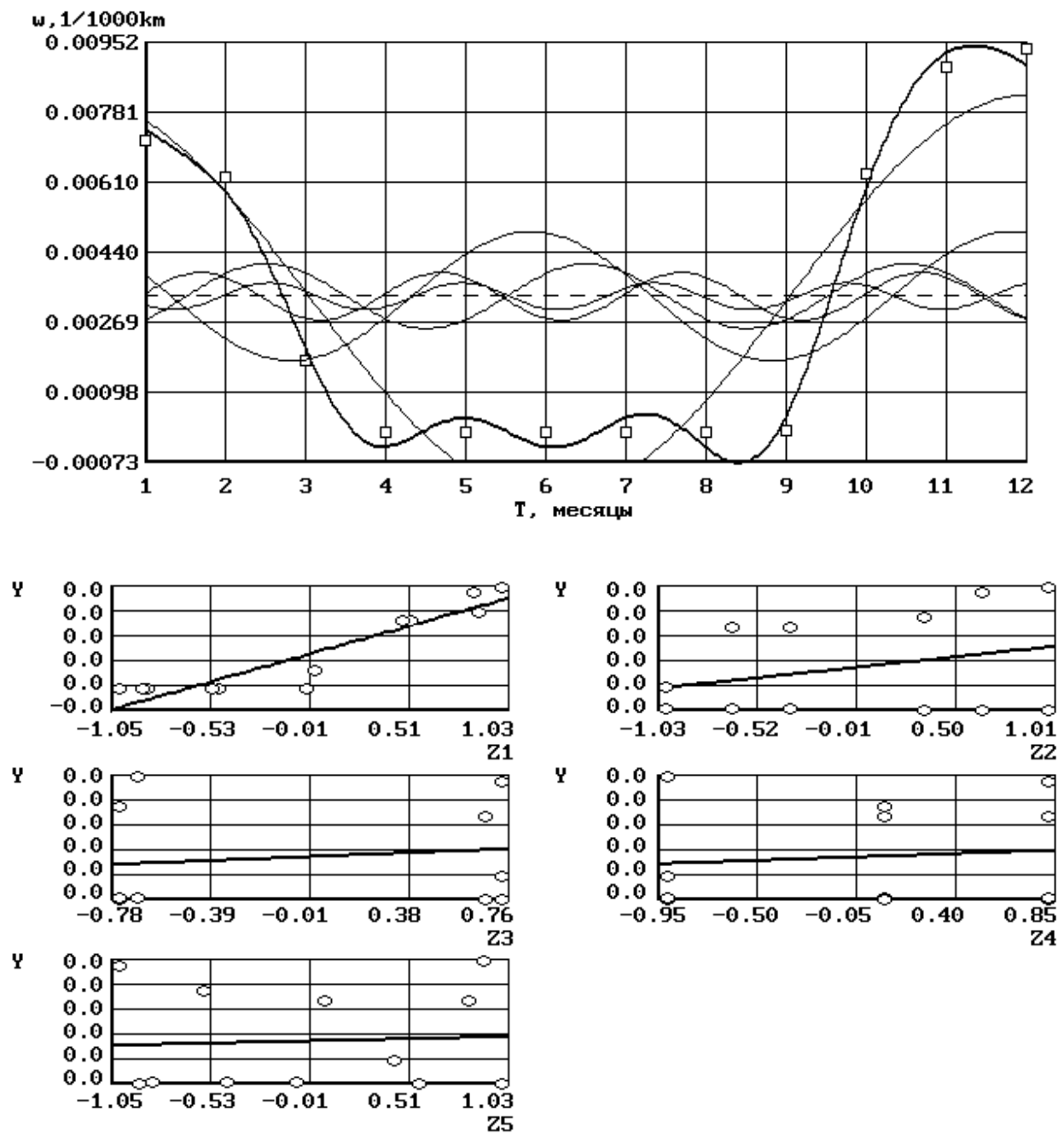
Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса ЛИАЗ
5256-35 (2012 г.)



Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса ЛИАЗ

5256-35 (2013 г.)

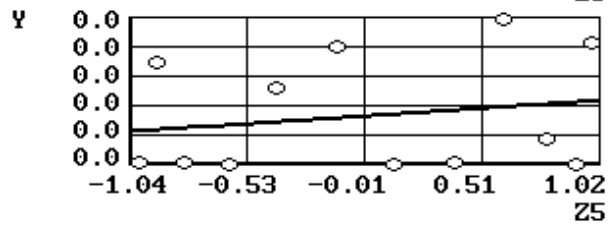
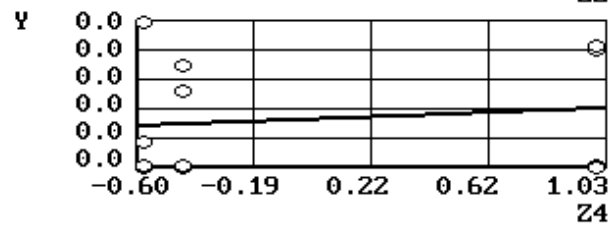
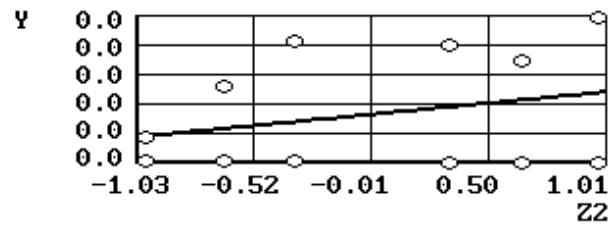
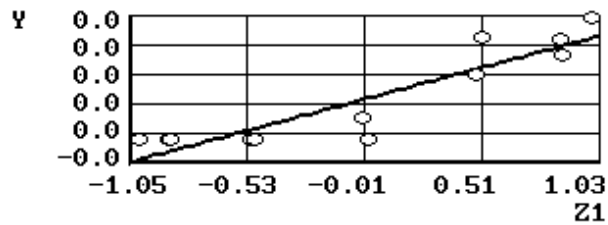
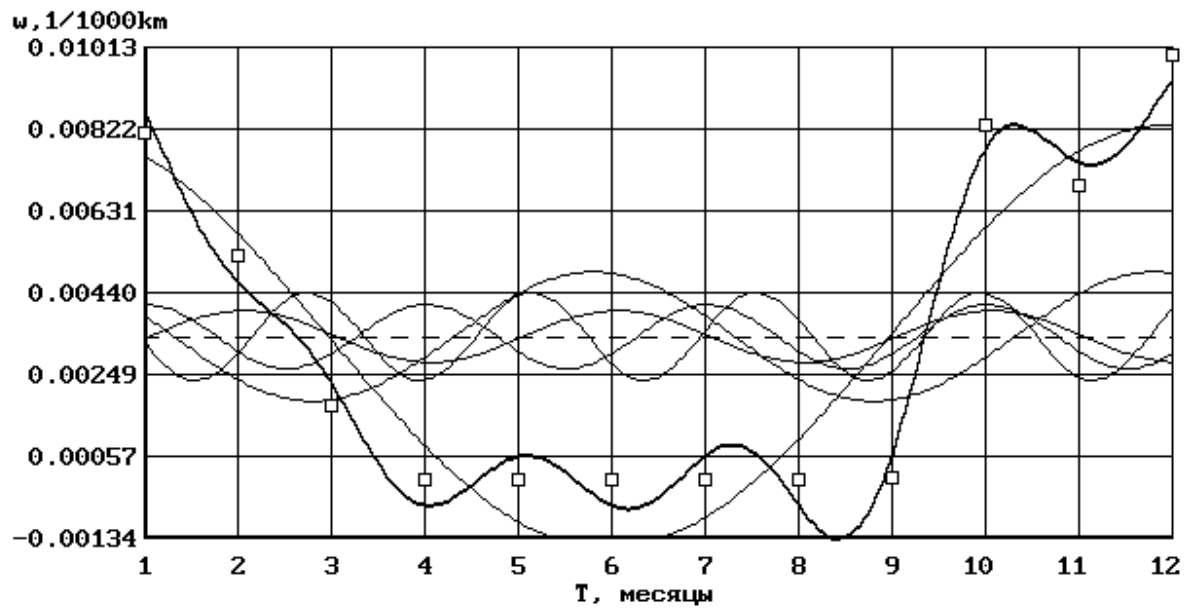
Продолжение приложения Б



Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса ЛИАЗ

5256-35 (2014 г.)

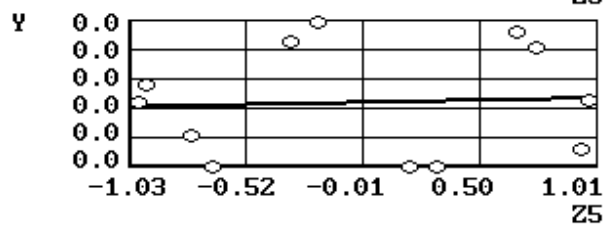
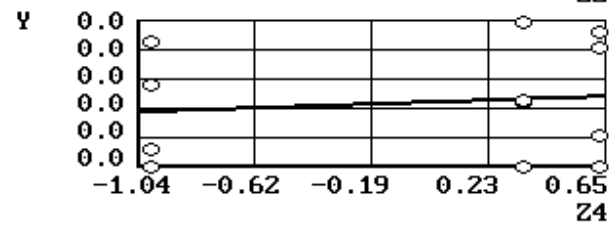
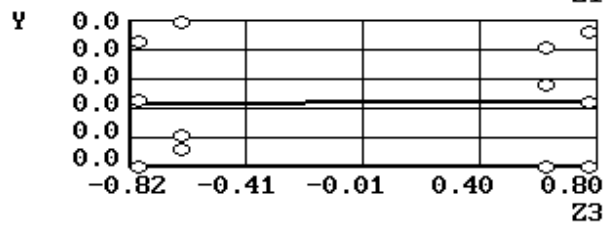
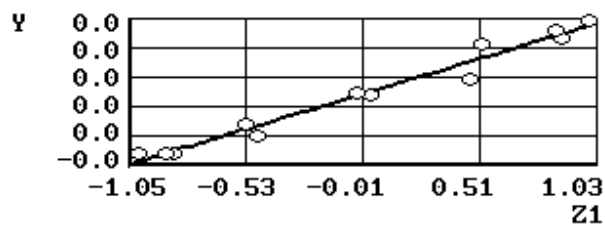
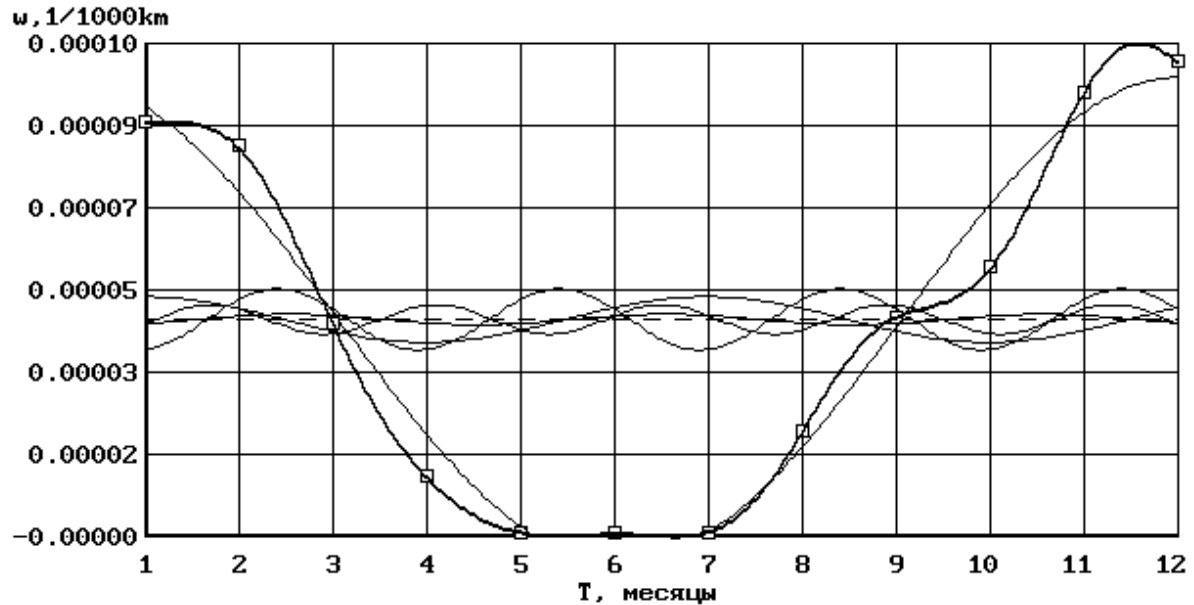
Продолжение приложения Б



Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса ЛИАЗ
5256-35 (2015 г.)

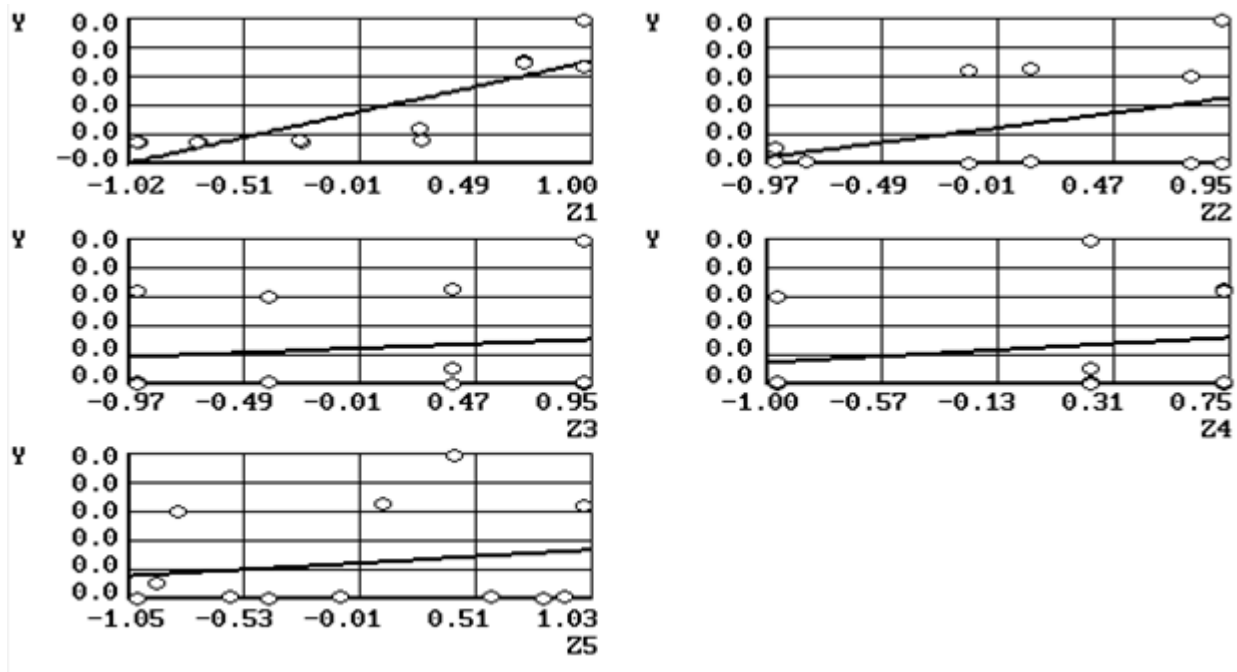
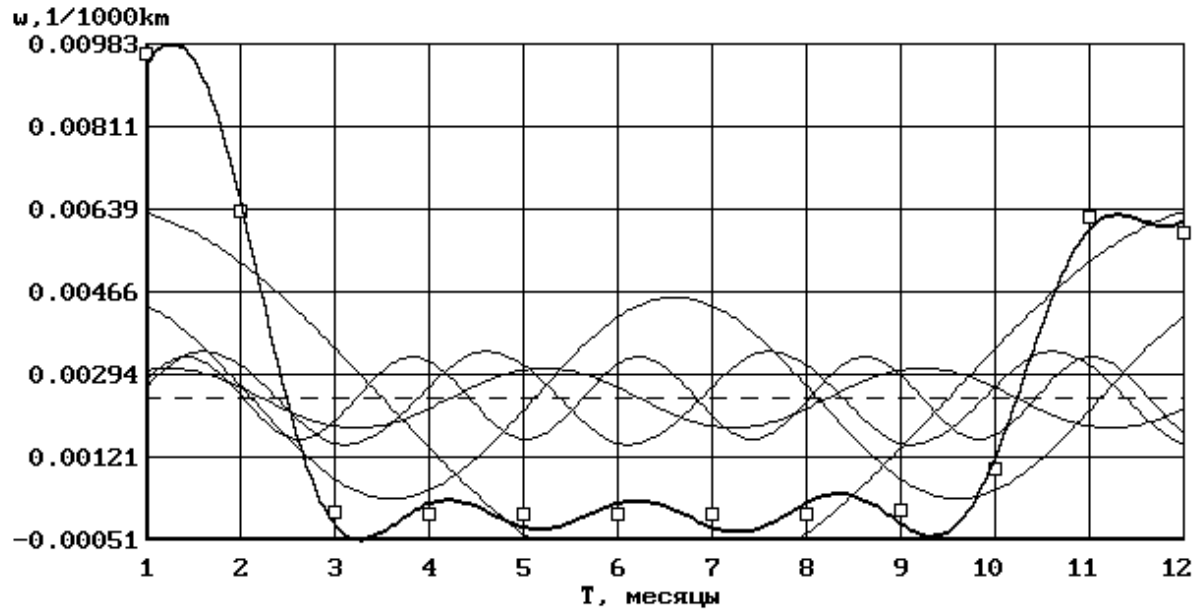
Продолжение приложения Б

Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески
автобусов НЕФАЗ 5299-01 (2012-2015)



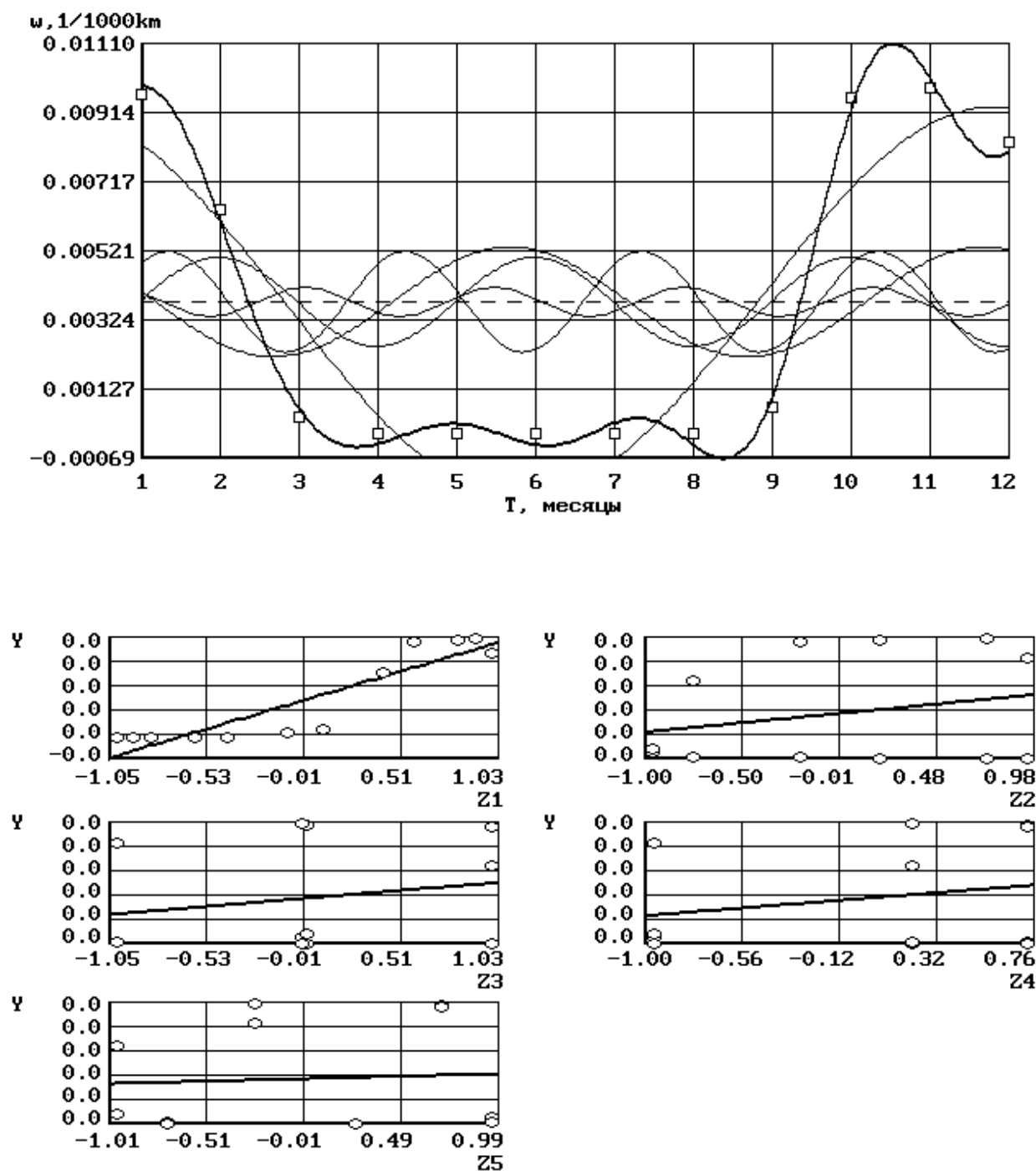
Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса НЕФАЗ
5299-01(2012 г.)

Продолжение приложения Б



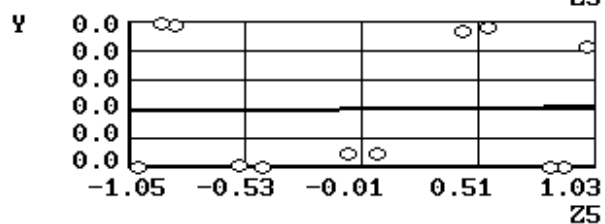
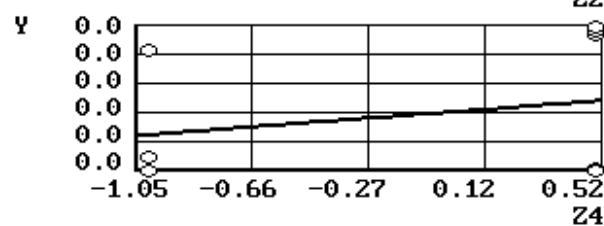
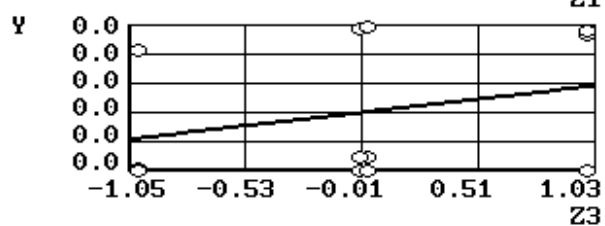
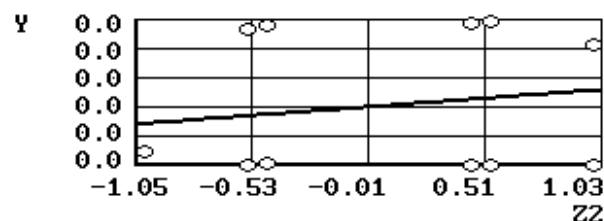
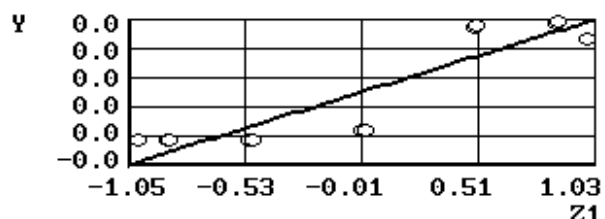
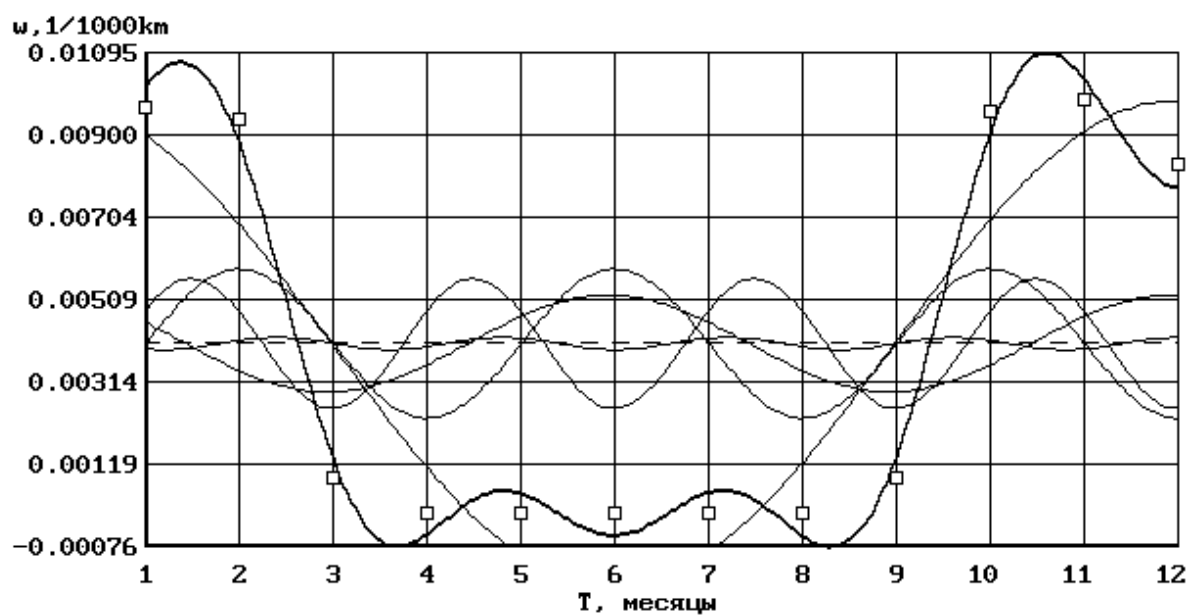
Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса НЕФАЗ
5299-01(2013 г.)

Продолжение приложения Б



Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса НЕФАЗ

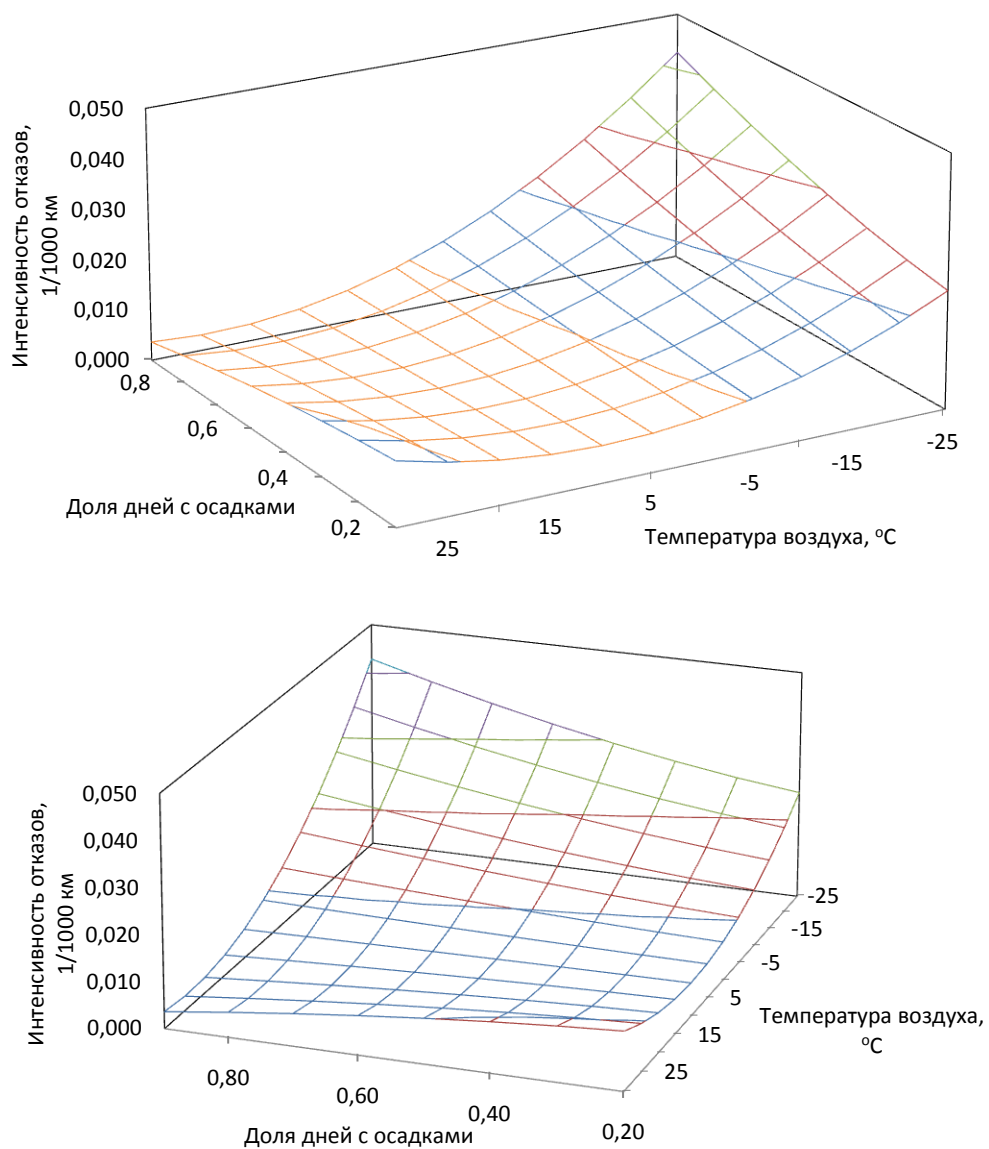
5299-01(2014 г.)



Изменение по времени интенсивности отказов пневмоподвески автобуса НЕФАЗ

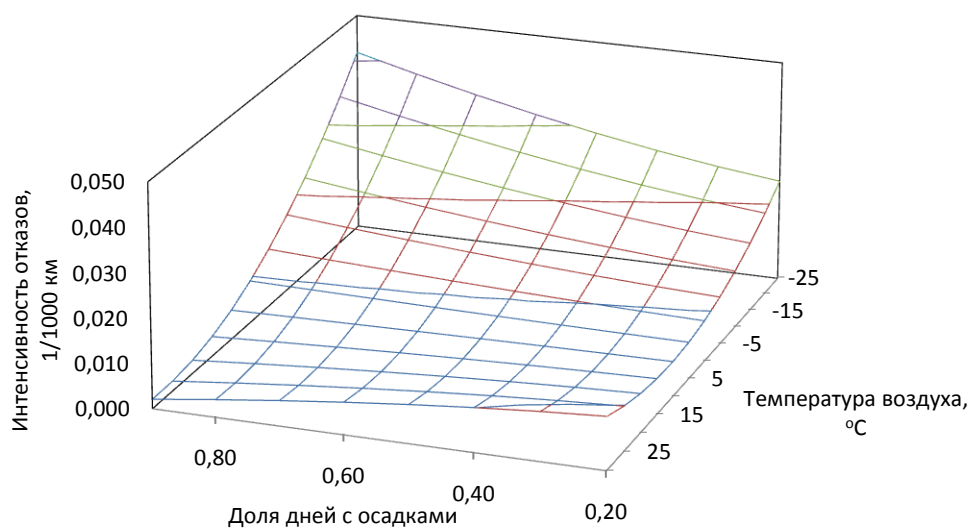
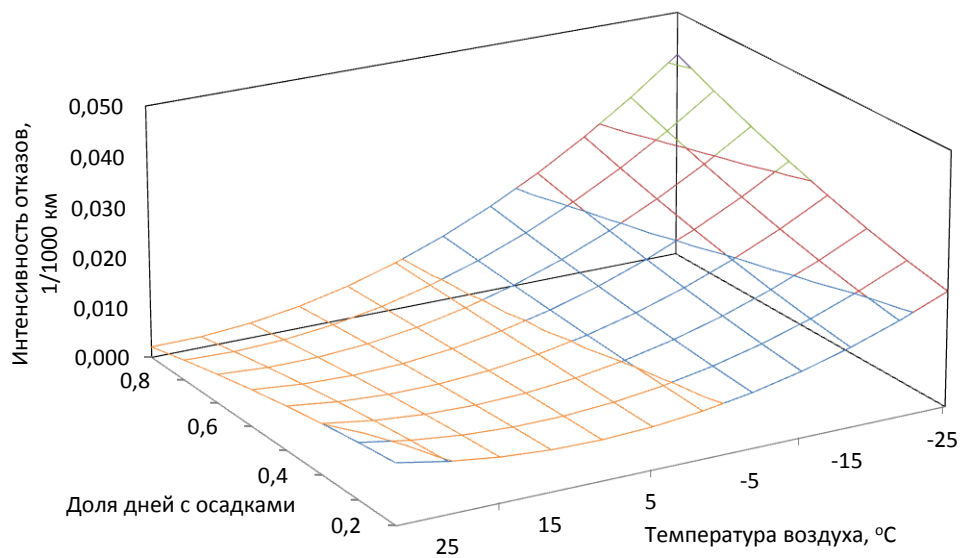
5299-01(2015 г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В



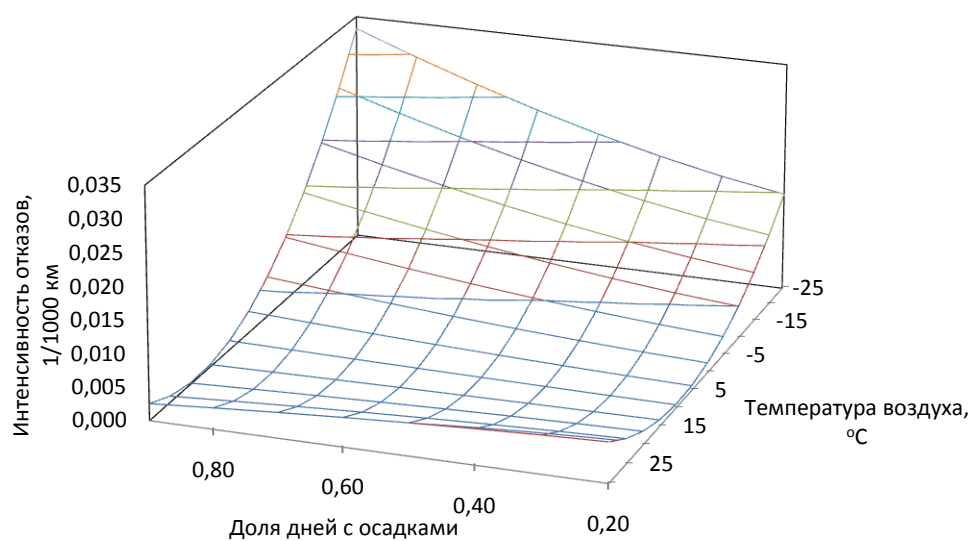
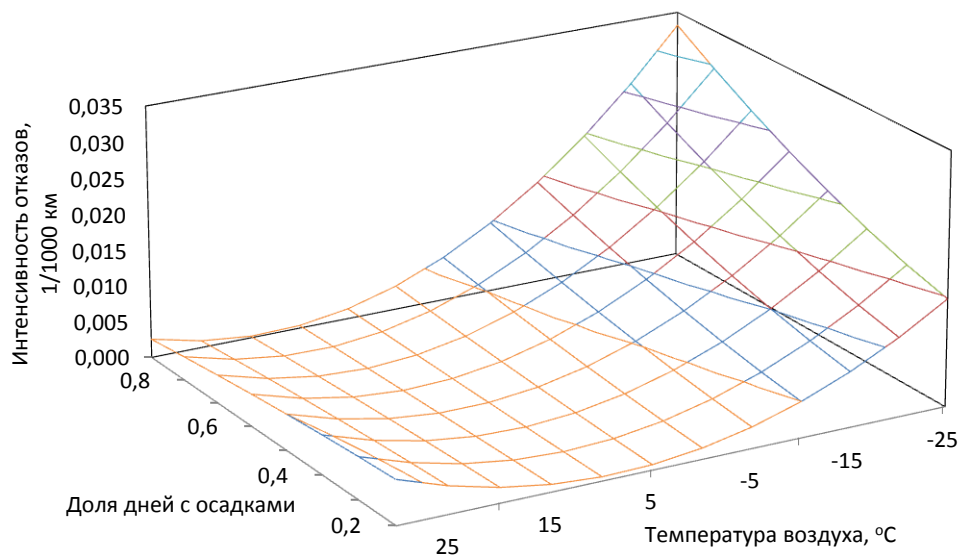
Влияние температуры воздуха и влажности на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса KAROSA C-934

Продолжение приложения В



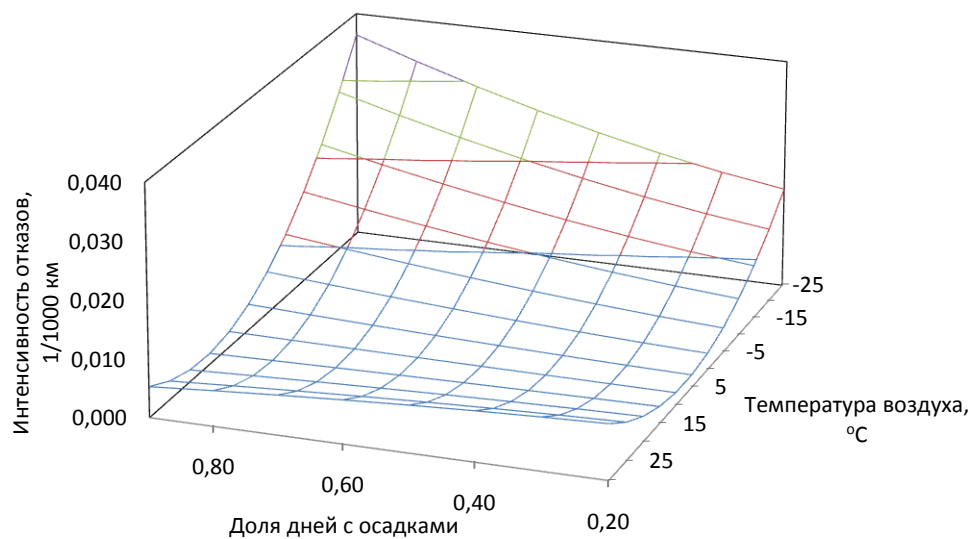
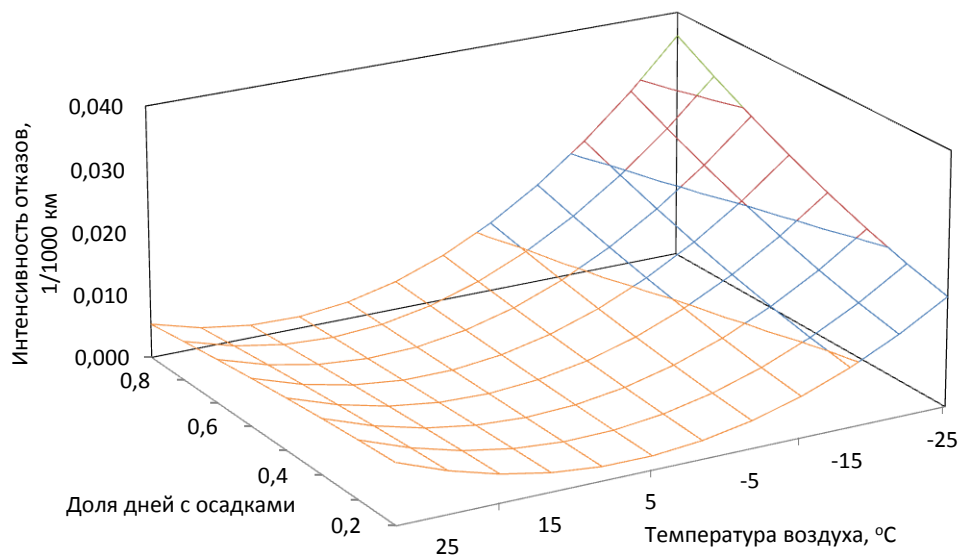
Влияние температуры воздуха и влажности на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса KAROSA C-954.1360

Продолжение приложения В



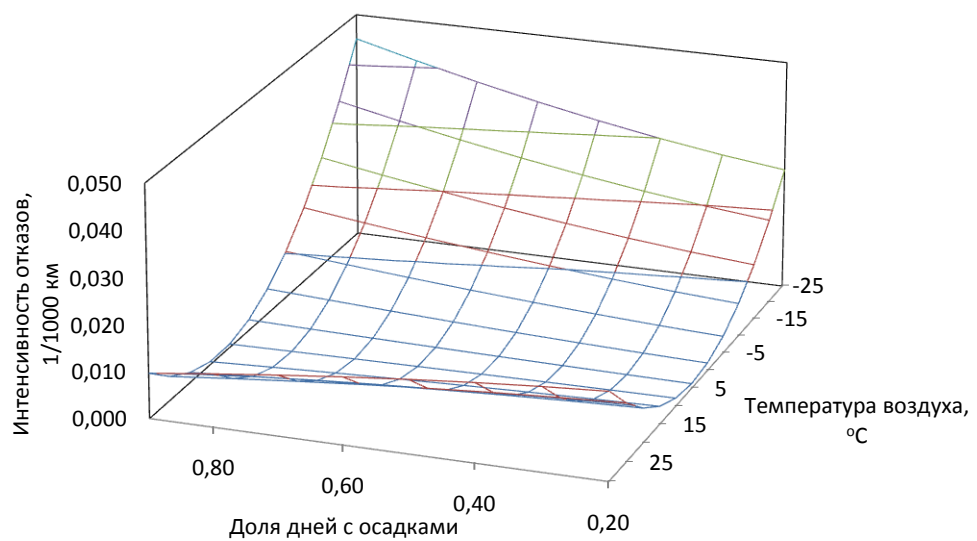
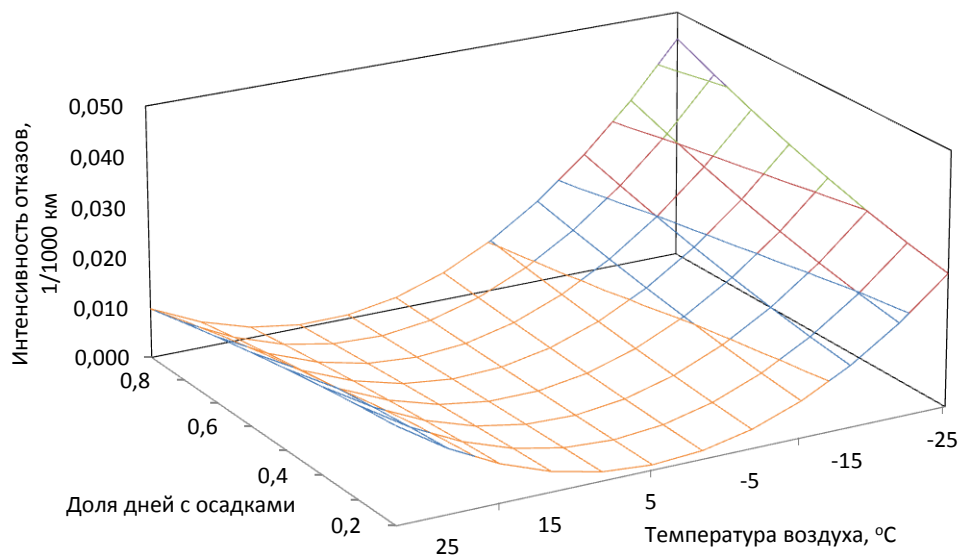
Влияние температуры воздуха и влажности на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса MAN A-72

Продолжение приложения В

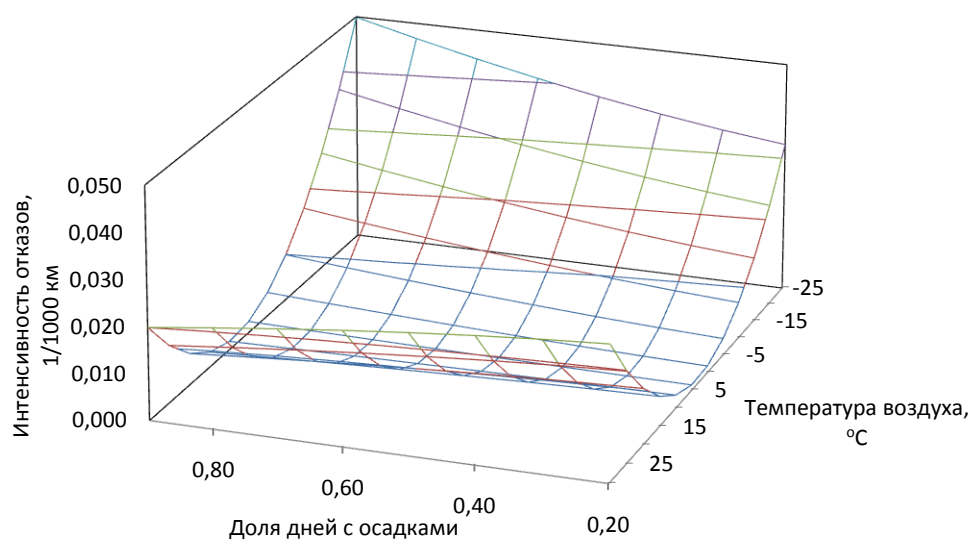
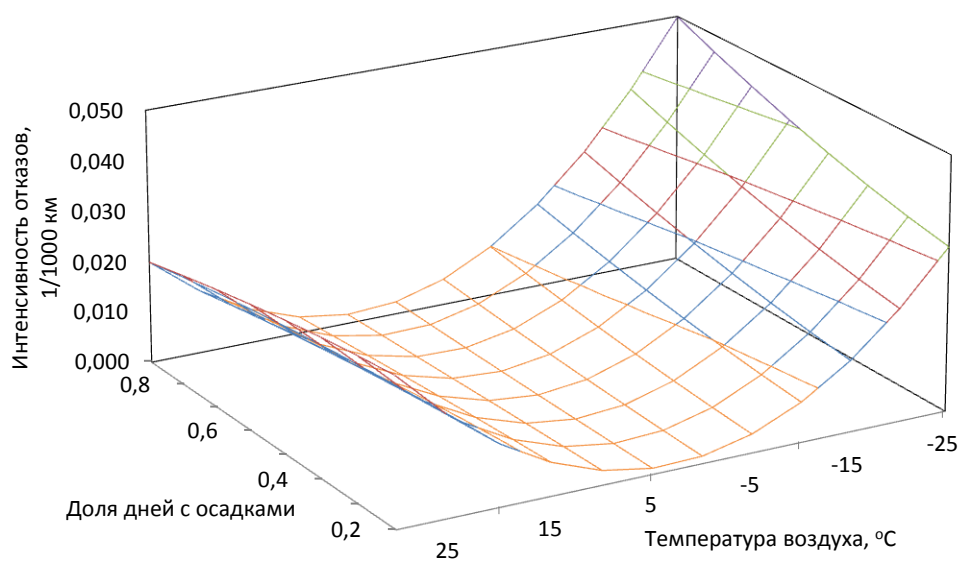


Влияние температуры воздуха и влажности на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса IVECO FRANCE

Продолжение приложения В



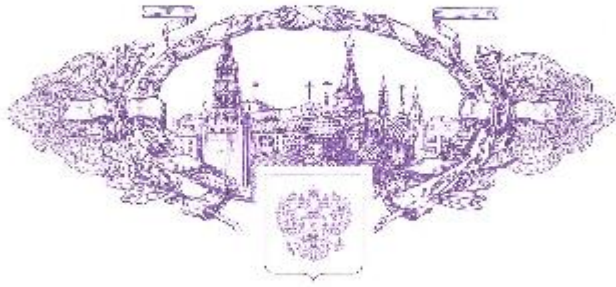
Влияние температуры воздуха и влажности на интенсивность отказов пневмоподвески автобусов большого класса НЕФАЗ-5299-01



*Влияние температуры воздуха и влажности на интенсивность отказов
пневмоподвески автобусов большого класса ЛИАЗ 5256-35*

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2016610010

Air suspension

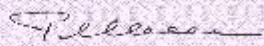
Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет» (ТюмГНГУ) (RU)*

Авторы: *Мильшиков Альберт Владимирович (RU),
Захаров Николай Степанович (RU)*

Заявка № **2015660573**
 Дата поступления: **05 ноября 2015 г.**
 Дата государственной регистрации
 в Реестре программ для ЭВМ: **11 января 2016 г.**



Руководитель Федеральной службы
 по интеллектуальной собственности

 Г.Н. Вознес

ПРИЛОЖЕНИЕ Д



АКТ

о внедрении в учебный процесс кафедры «Сервис автомобилей и технологических машин» Тюменского индустриального университета результатов диссертационной работы А.В. Мальшакова на тему «Методика оценки влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса»

Комиссия в составе: председателя, начальника учебно-методического управления, Грязнов Е.А. и членов комиссии: заведующего кафедрой «Сервис автомобилей и технологических машин» доктора технических наук, профессора Захарова Н.С., кандидата технических наук, доцента Ильных В.Д. составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы аспиранта Мальшакова А.В. на тему «Методика оценки влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса» используются в учебном процессе при подготовке инженеров по направлению «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Результаты теоретических и экспериментальных исследований, выполненных Мальшаковым А.В., применяются при выполнении практических работ по дисциплине «Технической эксплуатации автомобилей ТЭА».

Настоящий акт утвержден на заседании кафедры «Сервис автомобилей и технологических машин», протокол № 11 от 01.06.2016г.

Председатель комиссии:
начальник учебно-методического
управления

Е.А. Грязнов

Члены комиссии:
зав. каф. САТМ д-р техн. наук,
профессор

Н.С. Захаров

канд. тех. наук, доцент

В.Д. Ильных

Handwritten signature of E.A. Gryanov

ПРИЛОЖЕНИЕ Е



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»

Сургутское управление технологического транспорта №3

структурное подразделение

ул.Рационализаторов, 13, г.Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
Тюменская область, Российская Федерация, 628415
Тел.: (3462) 48-50-01, факс: (3462) 48-50-02

«13» ноября 20 15 г.№ 33-01-40-2295

УТВЕРЖДАЮ
Начальник СУТТ №3
ОАО «Сургутнефтегаз»

С.А.Васечко

АКТ

о внедрении диссертационной работы А.В.Мальшакова на тему «Методика оценки влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса» в Управлении технологического транспорта №3 ОАО «Сургутнефтегаз»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

главный инженер Сургутского УТТ №3

и.о.начальника технического отдела Сургутского УТТ №3

начальник отдела технического контроля Сургутского УТТ №3

и аспирант ТюмГНГУ

В.А.Ржевский;

А.А.Путилов;

Ю.И.Тоболин

А.В.Мальшаков

составили настоящий акт о принятии к использованию методики корректирования нормативов расходов запасных частей с учетом влияния сезонной вариации и интенсивности условий эксплуатации автобусов большого класса в Сургутском УТТ №3 ОАО «Сургутнефтегаз».

Указанная методика разработана на основе исследований, выполненных в диссертационной работе А.В.Мальшакова на тему «Методика оценки влияния сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса». Эффект от использования методики корректирования нормативов расходов запасных частей с учетом влияния сезонной вариации и интенсивности условий эксплуатации автобусов большого класса образуется за счет снижения количества отказов и простоев автомобилей в текущем ремонте.

Главный инженер Сургутского УТТ №3

В.А.Ржевский

И.о.начальника технического отдела

А.А.Путилов

Начальник отдела технического контроля

Ю.И.Тоболин

Аспирант ТюмГНГУ

А.В.Мальшаков

Путилов Алексей Александрович
48-50-42

880580