

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский автомобильно-дорожный государственный технический  
университет (МАДИ)»

На правах рукописи



**Тхай Хиу Чыонг**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ-ТАКСИ В  
УСЛОВИЯХ ВЬЕТНАМА**

2.9.5 – Эксплуатация автомобильного транспорта

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Научный руководитель:  
доктор педагогических наук,  
кандидат технических наук, профессор  
**Ременцов А.Н.**

**Москва – 2023**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА I: АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КОРРЕКТИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ ВО ВЬЕТНАМЕ</b> .....	<b>10</b>
1.1. Роль автомобильного транспорта в обеспечении пассажирских перевозок в Социалистической Республике Вьетнам .....	10
1.2. Характеристика системы поддержания работоспособности автотранспортных средств .....	<b>22</b>
1.3. Анализ методов оптимизации режимов технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта в Российской Федерации и в СРВ.....	36
1.3.1. Анализ существующих методов оптимизации режимов технического обслуживания и ремонта транспортных средств в Российской Федерации. ....	36
1.3.2. Анализ методов оптимизации режимов ТО и ремонта автотранспортных средств в СРВ .....	47
1.4. Выводы по первой главе .....	49
<b>ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	<b>52</b>
2.1. Определение принципов и построение математической модели, определения периодичности проведения ТО автомобилей-такси во Вьетнаме при рациональной продолжительности эксплуатации. ....	52
2.2. Исследование факторов, влияющих на изменение периодичности проведения ТО легковых автомобилей-такси .....	61
2.3. Определение функциональных выражений модели определения периодичности проведения ТО легковых автомобилей-такси .....	73
2.4. Разработка модели определения периодичности технического обслуживания легковых автомобилей-такси.....	76
2.5. Выводы по второй главе .....	90
<b>ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	<b>92</b>
3.1. Методика проведения экспериментальных исследований .....	92

3.2. Выбор и обоснование объекта экспериментальных исследований.....	95
3.3. Формирование параметров окружения эксперимента, проведение эксперимента и сбор необходимых данных. ....	100
3.4. Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований.....	110
3.5. Описание результатов обработки собранных статистических данных и подготовки исходной информации для проведения расчетов по разработанной модели.....	123
3.6. Выводы по третьей главе .....	131
<b>ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ПРОВЕДЕНИЯ ТО.....</b>	<b>132</b>
4.1. Разработка алгоритма проведения расчетов математической модели определения периодичности технического обслуживания легковых автомобилей-такси.....	132
4.2. Описание результатов проведенных расчетов.....	143
4.3. Выводы по четвертой главе .....	155
<b>ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ .....</b>	<b>156</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>158</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>168</b>
Приложение 1 – Акт о внедрении результаты работы в учебный процесс МАДИ .....	168
Приложение 2 – Акт о внедрении результаты работы в учебный процесс в техническом университете имени Ле Куй Дона) во Вьетнаме.....	169
Приложение 3 – Акт о внедрении результаты работы в таксомоторном предприятии «Группа такси Май Линь – филиал Ха Тинь» во Вьетнаме .....	171
Приложение 4 – Акт о внедрении результаты работы в таксомоторном предприятии «Открытое акционерное общество такси – Лам Хонг» во Вьетнаме .....	173

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** В условиях продолжающегося динамичного развития экономики Социалистической Республики Вьетнам, где ежегодный рост внутреннего валового продукта составляет около 6 % потребность в перевозках грузов, товаров и пассажиров различными видами транспорта постоянно растет. Наибольшие объемы перевозок выполняет автомобильный транспорт, на долю которого приходится более 80 % объёма перевозок грузов и 90 % объёма перевозок пассажиров. Одновременно с экономическим ростом происходит увеличение народонаселения страны, достигшее 98 миллионов человек, что предопределяет необходимость дальнейшего развития пассажирских перевозок. Особенно быстро растет население таких мегаполисов как Ханой и Хошминь.

В ситуации, когда система общественного транспорта уже не отвечает современным потребностям перевозок возросшего пассажиропотока, развитие системы таксомоторных перевозок способствует диверсификации транспортных услуг и удовлетворяет потребности населения в перевозках.

В последние годы система таксомоторных перевозок довольно успешно развивается, но отсутствие последовательных мер в деле организации этих перевозок и государственного управления внутри этой системы существенно мешает дальнейшему прогрессу в данной области. Кроме того, задача успешного развития таксомоторных перевозок осложняется экстремальными климатическими условиями, а также интенсивной и непрерывной эксплуатацией автомобилей-такси.

Ожесточённая конкуренция между официальными и частными перевозчиками приводит к тому, что у «частников» тарифы существенно ниже, чем у государственных такси. В этих условиях таксомоторные предприятия постоянно изыскивают возможности снижения тарифов на перевозку с целью привлечения клиентов.

Производители автомобилей устанавливают нормативы по техническому обслуживанию, исходя из средних климатических и дорожных условий

эксплуатации, но не учитывают специфики перевозок пассажиров. Министерство транспорта Вьетнама также устанавливает нормативы по техническому обслуживанию легковых автомобилей без соответствующей корректировки, которая учитывала бы особенности эксплуатации именно автомобилей-такси. Планирование и выполнение технического обслуживания (ТО) в таксомоторных парках (ТМП) осуществляется календарно и применяется для всех автомобилей одной марки.

Таким образом, в настоящее время имеет место противоречие между необходимостью повышения эффективности таксомоторных перевозок путём снижения затрат на поддержание автомобилей в технически исправном состоянии и отсутствием научно-обоснованных методик определения периодичности ТО легковых автомобилей-такси на пост гарантийном периоде, учитывающих как специфику таксомоторных перевозок и их фактические условия эксплуатации, так и современные условия функционирования таксомоторных парков.

Таким образом возникает проблема исследований – какой должна быть методика определения периодичности ТО легковых автомобилей выполняющих таксомоторные перевозки на пост гарантийном периоде эксплуатации в условиях тропиков, что и определяет тему исследований: «разработка методики определения периодичности технического обслуживания автомобилей-такси в условиях Вьетнама». Исходя из изложенного выше, целесообразно проанализировать научные исследования в области совершенствования системы обеспечения технически исправного состояния автомобилей и разработать методику определения периодичности ТО автомобилей-такси на пост гарантийном периоде при эксплуатации в условиях тропиков, на основе минимизации эксплуатационных затрат и определения рационального срока использования автомобилей-такси в таксомоторных парках Вьетнама.

**Степень разработанности темы исследования:** проблема повышения эффективности системы технической эксплуатации автомобилей, разрабатывалась и исследовалась ведущими специалистами в данной области, а вопросам разработки и совершенствования методов корректирования режимов технического обслуживания машин, посвящены труды ряда ученых: Власов, В.М.,

Великанов, Д.П., Дидманидзе, О.Н., Зорин, В.А., Крамаренко, Г.В., Кузнецов, Е.С., Шейнин, А.М., Ушаков, И.А., Võ Trọng Cang, Mai Quốc Vương и другие.

Диссертация выполняется в соответствии с паспортом специальности 2.9.5 – «Эксплуатация автомобильного транспорта».

**Цель диссертационной работы:** на основании теоретических и экспериментальных исследований разработать методику определения периодичности технического обслуживания автомобилей такси на пост гарантийном периоде при эксплуатации в условиях тропиков и определить предельный срок их использования в таксомоторных парках Вьетнама с позиции минимизации затрат

**Задачи диссертационного исследования:**

1. Провести системный анализ существующих методов определения режимов ТО и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта.

2. Сформировать научно-обоснованный методологический подход определения периодичности проведения ТО легковых автомобилей-такси и рационального срока их эксплуатации в условиях Вьетнама.

3. Выявить закономерности изменения технического состояния автомобилей-такси, эксплуатируемых в мегаполисах Вьетнама на пост гарантийном периоде.

4. Определить функциональные выражения по оптимизации системы обеспечения работоспособного состояния автомобилей-такси, эксплуатируемых в тропиках; построить математическую модель определения периодичности ТО легковых автомобилей-такси и определить рациональный срок их эксплуатации.

5. Провести апробацию разработанных методических положений в реальных условиях таксомоторных парков во Вьетнаме.

**Объект исследования:** процесс поддержания в технически исправном состоянии автотранспортных средств на пост гарантийном периоде эксплуатации в условиях тропиков.

**Предмет исследования:** закономерности изменения технического состояния автомобилей-такси, определяющие число и величину интервалов их технического обслуживания в таксомоторных парках Вьетнама.

### **Методология и методы исследования:**

Методы исследования, используемые в диссертационной работе, базируются на основных системных подходах, направленных на разработку научно-обоснованных способов оптимизации периодичности проведения технического обслуживания автомобилей и обработки данных экспериментальных исследований. В работе использованы методы и приемы анализа и синтеза, системного подхода, статистического анализа и математического моделирования решения задач по оптимизации периодичности проведения технического обслуживания автомобилей-такси, эксплуатируемых в условиях Вьетнама.

### **Научная новизна работы:**

заключается в установлении закономерностей изменения технического состояния автомобилей-такси эксплуатируемых в условиях тропического климата; разработке математической модели определения оптимального числа и величины интервалов технического обслуживания автомобилей-такси на основе минимизации затрат на данные работы на пост гарантийном периоде эксплуатации и определении рационального срока использования легкового автомобиля в качестве такси в городах Вьетнама.

### **Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы:**

Теоретическая значимость работы определяется как совокупность теоретико-методических подходов, к разработке методики определения периодичности технического обслуживания автомобилей-такси определяющих особенности эксплуатации подвижного состава во Вьетнаме; Практическую значимость работы составляет разработанная методика, которая позволяет определять периодичность проведения ТО для автомобилей-такси различных марок, эксплуатируемых в условиях тропиков на пост гарантийном периоде.

### **Положения, выносимые на защиту:**

- закономерности изменения технического состояния автомобилей-такси на пост гарантийном периоде в условиях тропиков;

- методика формирования совокупности функциональных показателей, определяющих периодичность ТО легковых автомобилей-такси в мегаполисах Вьетнама;

- математическая модель определения числа и величины интервалов ТО автомобилей-такси, эксплуатируемых во Вьетнаме;

- процедура и алгоритм расчета математической модели, позволяющие определить периодичность ТО легковых автомобилей-такси в условиях тропиков.

#### **Степень достоверности и апробацию результатов:**

основные результаты исследований, приведенные в данной работе, подтверждены в военно-техническом университете (технический университет имени Ле Куй Дона) во Вьетнаме и приняты к использованию на двух таксомоторных предприятиях «Группа такси Май Линь – филиал Ха Тинь» и «Открытое акционерное общество такси – Лам Хонг», а также используются в учебном процессе московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) при чтении лекций по дисциплине «Техническая эксплуатация автомобилей» и при проведении практических занятий для студентов, обучающихся по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» специализации «Автомобильная техника в транспортных технологиях».

#### **Апробация результатов диссертационного исследования:**

Основное содержание и результаты диссертационного исследования были доложены и обсуждалось на ряде конференций:

- Международных научно-методических и научно-исследовательских конференциях МАДИ № 77, 78, 79, 80, г. Москва, Россия, 2019-2022 гг.;

- университета им. И.Я. Яковлева, г. Чебоксары, Россия, 19 марта 2021 г. и 17.03.2022 г.;

- университета им. Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, Россия, 23-24 декабря 2021 г.;

- университета им. П.А. Костычева, г. Рязань, Россия, 13 декабря 2021 г.;

- университета имени И.С. Тургенева, г. Орёл, 16-19 мая 2022 года.

**Публикации:**

По результатам научных исследований подготовлено 9 научных работ по теме диссертации, 4 статьи из которых в изданиях, входящих в рецензируемые научные издания из перечня ВАК РФ по специальности 2.9.5; 1 статья – в публикациях, включенных в базу цитирования Scopus, а также 4 в сборниках докладов и трудов российских конференций.

**Структура и объем работы:**

Диссертационное исследование входят введения, четырех глав, общих выводов, списка использованных источников из 99 наименований, в том числе 36 на иностранных языках. Работа состоит из 174 страниц, в том числе 167 страницы основного текст, 56 рисунков, 16 таблиц и 4 приложения.

# **ГЛАВА I: АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КОРРЕКТИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ ВО ВЬЕТНАМЕ**

## **1.1. Роль автомобильного транспорта в обеспечении пассажирских перевозок в Социалистической Республике Вьетнам**

Транспорт – важнейшая составная часть народного хозяйства Социалистической Республики Вьетнам (СРВ) и неотъемлемый элемент производства. В условиях рыночной экономики различные виды транспорта – железнодорожный, автомобильный, воздушный, водный (морской и речной) и трубопроводный, находящиеся во взаимодействии при выполнении перевозок, составляют единую транспортную систему, которая обеспечивает связь между различными отраслями народного хозяйства и способствует постоянному экономическому развитию страны. Необходимо отметить, что транспорт является важнейшей составной частью экономики страны. Железнодорожным и водным транспортом выполняются массовые перевозки пассажиров и грузов на большие расстояния, воздушный транспорт осуществляет скоростные перевозки пассажиров и ценных грузов.

Пассажирские и грузовые перевозки являются одним из важных звеньев в цепочке поставок (логистических услуг) и стали одним из важных секторов в социально-экономическом развитии страны, что позволяет успешно развивать другие отрасли экономики.

В последнее время экономика Вьетнама динамично развивается, это послужило причиной значительного увеличения объемов выполняемых автомобильных перевозок [51]. Что, в свою очередь, привело к необходимости усилить требования к качеству обслуживания автотранспортных средств, поддержанию их систем в исправном состоянии, проведению регулярного ТО и ремонта. Автомобильная промышленность Вьетнама находится на этапе своего подъема, 65 % автотранспортных средств импортируется из-за рубежа, 35 % собирается внутри страны [37].

Как видно, за последние два десятилетия на транспорте, обеспечивающим

пассажирыские перевозки, произошли существенные изменения. С 1990-х годов экономика страны перешла от планового управления к рыночному хозяйству. Индекс валового продукта страны в период с 2000 до 2010 годы увеличился от 2,79 до 9,34 %; в период с конца 2011 г. до 2019 г. средний темп роста ВВП составил 5,99 %; в 2020 г. до 2022 г. средний вырос на 5,43 % [87]. В настоящее время существующая транспортная система Вьетнама включает в себя различные виды транспорта, в том числе: автомобильный; железнодорожный; речной; воздушный; морской и трубопроводный. В 2021 году общий объем перевозок грузов составил 1614,35 млн тонн. От общего объема перевозки автомобильным транспортом составили 1298,8 млн тонн; железнодорожным – 5,0 млн тонн; речным – 241,6 млн тонн; морским – 68,72 млн тонн; воздушным – 0,23 млн тонн. Объемы перевозок во Вьетнаме всеми видами транспорта за 2016 – 2021 гг. отражены в табл. 1.1.

таблица.1.1 – Объем грузоперевозок в СРВ различными видами транспорта

Годы	Всего, млн т.	В том числе									
		Автомобильный		Речной		Морской		Железнодорожный		Воздушный	
		млн т.	%	млн т.	%	млн т.	%	млн т.	%	млн т.	%
2016	1255,4	969,7	77,2	215,7	17,1	64,4	5,13	5,2	0,548	0,28	0,022
2017	1383,2	1074,4	77,6	232,8	16,8	70,0	5,06	5,6	0,517	0,31	0,023
2018	1539,2	1207,6	78,4	251,9	16,3	73,5	4,77	5,7	0,504	0,40	0,026
2019	1670,6	1319,8	79,0	268,1	16,0	77,0	4,61	5,2	0,363	0,44	0,027
2020	1627,7	1307,8	80,3	244,7	15,0	69,6	4,27	5,2	0,413	0,27	0,017
2021	1614,3	1298,8	80,4	241,6	14,9	68,7	4,25	5,0	0,436	0,23	0,014

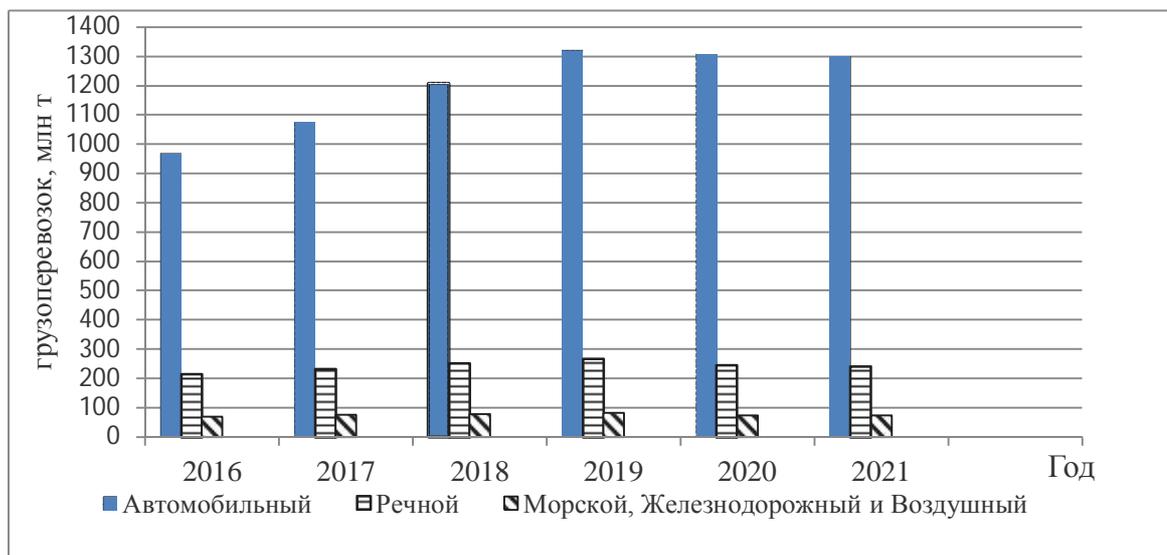


Рис. 1.1. Рост объема грузоперевозок всеми видами транспорта СРВ

Автомобильные перевозки – самый популярный вид перевозок, который играет важную роль в экономическом развитии страны. В первую очередь это объясняется мобильностью автомобильного транспорта и независимостью от конкретного времени по сравнению с другими видами транспорта – железнодорожным, водным или воздушным. Преимущества автомобильных перевозок заключаются в доставке грузов на средние расстояния, возможностью гибкого комбинирования с другими видами транспорта, такими как воздушный, трубопроводный и т.д. Для международных перевозок автомобильный транспорт дает возможность доставлять товары непосредственно от грузоотправителя до получателя в регионах. Таким образом, автомобильный транспорт становится передовой отраслью и популярным видом транспорта, на долю которого приходится высокий процент перевозок. Особенности и преимущества автомобильного транспорта заключаются прежде всего в экономии времени. Отсутствие потерь транзитного времени через другие виды транспорта. Товары доставляются непосредственно от отправителя получателю, это ограничит этап найма рабочих для погрузки и разгрузки, что сэкономит время и средства, а значит и существенно снизит дополнительные затраты на эти операции [10, 74].

Таблица.1.2 – Объем пассажироперевозок в СРВ различными видами транспорта [51, 92]

Годы	Всего, млн чел.	В том числе							
		Автомобильный		Речной		Железнодорожный		Воздушный	
		млн чел.	%	млн чел.	%	млн чел.	%	млн чел.	%
2016	3623,20	3401,9	93,89	172,9	4,77	38,6	1,06	9,8	0,27
2017	4027,10	3793,2	94,19	179,9	4,46	44,5	1,10	9,5	0,23
2018	4291,46	4004,68	93,31	229,01	5,33	49,08	1,14	8,69	0,20
2019	4776,72	4427,3	92,68	286,3	5,99	55,08	1,15	8,04	0,16
2020	3712,04	3436,91	92,58	239,09	6,44	32,34	0,87	3,7	0,09
2021	3531,25	3265,12	92,46	236,32	6,69	26,31	0,74	3,5	0,09

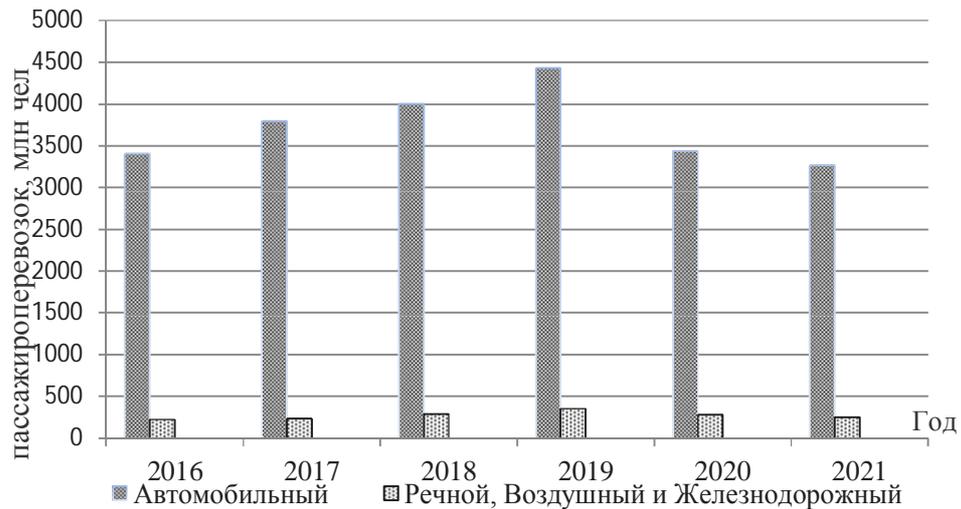


Рис. 1.2. Рост объёма пассажироперевозок всеми видами транспорта СРВ

Общий объём пассажироперевозок в 2021 году составил 3531,25 млн чел. (табл. 1.3), в том числе автомобильный транспорт – 3265,12 млн чел.; железнодорожный – 26,31 млн чел.; речной – 236,32 млн чел. и воздушный – 3,5 млн чел. [51, 92].

Таблица 1.3 – Объём пассажирооборота в СРВ всеми видами транспорта [93].

Годы	Всего, млн чел.	В том числе							
		Автомобильный		Воздушный		Железнодорожный		Речной	
		млн чел.	%	млн чел.	%	млн чел.	%	млн чел.	%
2016	169076,9	114198,80	67,5	48236,60	28,5	3421,60	2,0	3219,90	1,90
2017	186834,4	125390,3	67,1	54314,40	29,0	3625,10	1,9	3504,60	1,87
2018	206672,6	130774,7	63,2	67856,00	32,8	3542,06	1,7	4499,93	2,17
2019	230747,1	144061,2	62,4	77402,83	33,5	3154,66	1,3	6128,50	2,65
2020	155049,1	116932,6	75,4	34124,88	22,0	1509,19	0,9	2482,50	1,60
2021	132648,4	107362,5	80,9	22362,32	16,8	908,32	0,68	2015,32	1,51

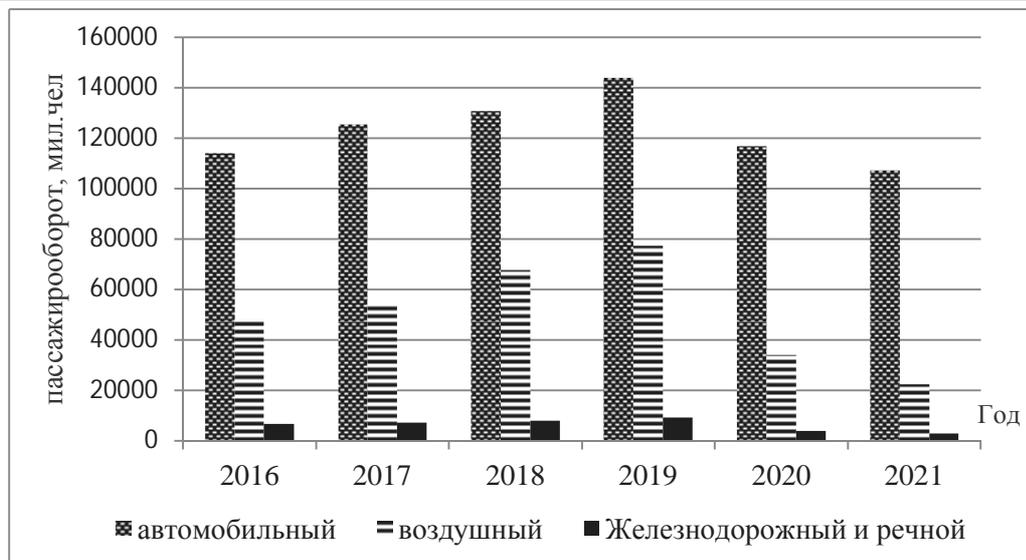


Рис. 1.3. Рост объёма пассажирооборота всем видами транспорта СРВ

В таблице 1.3 и на рис. 1.3 показано, что в пассажирообороте первое место занимает автомобильный транспорт, а второе место занимает воздушный транспорт, В 2021 г. автомобильный транспорт обеспечивал объем пассажирооборота в 107362,5 млн. пассажиро-километров, воздушный транспорт – 22362,32 млн. пас. км [51, 52, 53, 93].

С конца 1991 года во Вьетнаме стали появляться пассажирские перевозки на такси, сконцентрированные в больших городах, и уже к 2012 году такси были очень популярны и присутствовали в 63 провинциях и городах с общим количеством около 50 000 автомобилей [74].

В настоящее время в больших городах общую структуру пассажирских перевозок нельзя представить без таксомоторов. Основное количество такси сосредоточено прежде всего в крупных городах, особенно на юге страны в городе Хошимине и в столице страны Ханое с быстро растущими потребностями населения в перевозках. Следует отметить, что к 2022 году. доля городского общественного транспорта для автобусов составляла 58,6 %, такси – 35,2 %, (в том числе с технологией Grab и Uber такси до 9 мест – 23,8 %; традиционные такси – 11,4 % от всех таксомоторных перевозок) и наземная железная дорога – 6,2 % [74]. Приведенные выше данные показывают, что пассажирские перевозки на такси играют важную роль в общественном транспорте в городских районах Вьетнама, особенно в больших городах. Необходимость дальнейшего развития данного вида перевозок отмечается и в ряде постановлений и документов правительства. Указ № 86/2014/NĐ-CP: Бизнес и условия автотранспортного бизнеса; Циркуляр № 60/2015/TT-BGTVT Министерства транспорта Вьетнама, Положение об организации, управлении и операционного бизнеса по перевозкам автомобилями и службы поддержки автомобильного транспорта; Приказ № 6138/QĐ-UBND Народного комитета Ханоя об утверждении плана проекта «Управление таксомоторным транспортом на период 2010-2015 гг. перспектива до 2030 г.»; Приказ № 152/2014/TTLT-VTC-BGTVT Министерства финансов и Министерства транспорта, положение о тарифах автомобильных перевозок и ценах на услуги для поддержки автомобильного транспорта [85, 89, 97, 98].

- Министерство транспорта Вьетнама определило, что перевозка

пассажиры на такси является одним из специальных видов общественного транспорта. Общественный пассажирский транспорт – это услуга, выполняемая различными видами транспорта, предназначенная для удовлетворения потребностей в поездках жителей городов, пригородов и сельской местности. Режимы работы общественного пассажирского транспорта делится на 2 группы: курсирующий по определенной схеме – маршруту (автобус, надземный поезд) и не работающий по заданной схеме. Такси предоставляют услуги обществу, поэтому является частью вида общественного транспорта. Однако у службы такси нет фиксированного маршрута, а также системы остановок, как у других служб общественного транспорта. Следовательно, перевозки, выполняемые такси, также носят характер услуги.

- в развивающихся городских районах, Вьетнама, пассажирские перевозки на такси являются гибридными, как в виде общественного транспорта, так и в индивидуальном порядке. С точки зрения объемов пассажирских перевозок автомобили такси не могут сравниться с такими видами транспортных средств как автобус и вагоны метро, но очевидно, что такси более эффективны, чем личный транспорт, поскольку количество людей в транспортном средстве больше, время использования транспортного средства в день больше, чем у личного автомобиля.

- в большинстве промышленно развитых стран рынок услуг такси обеспечивают большие фирмы, однако во Вьетнаме это большинство составляют Акционерные общества или Частные предприятия и только две большие фирмы присутствуют на рынке, такие как Uber и Grab.

- если другие виды общественного транспорта как правило получают дотацию от государства на выполнение перевозок или имеют государственные инвестиции в инфраструктуру, то стоимость такси оплачивается по полной стоимости пользователем услуги (в дополнение к дорожной инфраструктуре). Это делает стоимость пассажирских перевозок на такси дороже, чем на других видах транспорта.

В настоящее время, в отличие от традиционной модели таксомоторных перевозок, в осуществлении таксомоторных перевозок, кроме непосредственно

автомобилей такси и таксомоторных парков, участвуют платформы, обеспечивающие технологию обслуживания (Uber, Grab и др.), посредники, выполняющие платежи (электронные кошельки, такие как Momo, Moca, VN Pay), партнеры публичных платформ. При этом задействованы технологии (сети магазинов, покупки, потребление и др.), связанные с технологическими платформами для охвата клиентов транспортных технологических платформ.

Управление таксомоторными перевозками многоуровневое и включает в себя управление на уровне государства (министерство транспорта, министерство промышленности и торговли, министерство финансов и министерство планирования и др.), на уровне местных органов власти (народные комитеты и департаменты провинций и городов). Организация управления таксомоторными перевозками представлена на рис 1.4 [89].



Рис. 1.4. Организация управления эксплуатацией таксомоторного транспорта во Вьетнаме

С ростом населения и дальнейшим экономическим развитием страны а также с увеличением потока иностранных туристов спрос на поездки в г.Ханой и город Хошимин огромен по сравнению с другими населенными пунктами страны. В среднем каждый год население города Хошимин увеличивается на 200 000 человек, в Ханое на 300 000 человек [51, 91], и как следствие спрос на перевозки автомобилями-такси резко возрос. Рост народонаселения приводит к росту потребности в пассажирских транспортных перевозках в этих городах. В 2021 году в Ханое было 8063 автомобилей-такси, сосредоточенные в 18 предприятиях и 7023 автомобилей сосредоточенные в 14 предприятиях города Хошимин [55]. Эти данные показывают, что пассажирские перевозки автомобилями-такси играют важную роль во Вьетнаме, особенно в крупных городах.

Во Вьетнаме генеральный план по развитию пассажирских перевозок автомобилями-такси выполняется администрацией провинций и городов в соответствии с планом развития транспорта и особенностями каждого населенного пункта. Провинциальные и городские органы власти на основе планов социально-экономического развития провинции прогнозируют экономический рост каждого региона и каждого населенного пункта, разрабатывают планирование, прогнозируют и определяют средние темпы роста числа автомобилей такси и организуют парковочные места для такси на основании рыночного спроса. Количество такси в каждый период определяется в соответствии с объемом рынка, потребностями местных жителей в поездках и потребностями туристов в поездках.

Таблица 1.4 – Количество автомобилей такси по стране в 2021 году [74].

№	Провинции (Город)	К/во такси	№	Провинции (Город)	К/во такси	№	Провинции (Город)	К/во такси
1	Каобанг	1050	22	Фуйен	1026	43	Шонла	1620
2	Баккан	1033	23	Кханьхоа	2638	44	Лайтяу	1250
3	Лангшон	1023	24	Зялай	1326	45	Хоабинь	1320
4	Бакзянг	1523	25	Контум	1236	46	Ханой	8063
5	Бакнинь	2620	26	Ниньтхуан	2530	47	Тхань хоа	2310
6	Куангнинь	2530	27	Биньтхуан	2628	48	Нгеан	2754
7	Хайфон	4320	28	Куангнам	2760	49	Хатинь	2310
8	Хайзыонг	1960	29	Ламдонг	2403	50	Куангбинь	1930
9	Хынгизн	2403	30	Хошимин	7023	51	Куангчи	1654
10	Тхайбинь	2130	31	Донгнай	1926	52	Хюэ	1921
11	Намдинь	1426	32	Биньзыонг	1360	53	Дананг	4010
12	Ханам	1360	33	Лонган	2930	54	Бенче	2128
13	ниньбинь	2120	34	Тиензянг	2325	55	Вунгтау	2760
14	Футхо	1725	35	Виньлонг	1930	56	Шокчанг	2403
15	Вйхфук	1730	36	Кантхо	3962	57	Чавинь	2130
16	Тхайнгуэнг	2350	37	Донг Тхап	2354	58	Биньфыок	1926
17	Йенбай	853	38	Анзянг	1023	59	Бакльеу	1360
18	Туенкуанг	1023	39	Киензянг	1523	60	дакногь	1926
19	Хазянг	1023	40	Камау	2320	61	хаузянг	1360
20	Лаокай	1360	41	Таининь	2530	62	дьенбьен	1710
21	Биньдинь	1630	42	Куангнгай	1930	63	Даклак	2325
<b>Итого</b>								<b>136045</b>

За прошедшие годы Ханой и Хошимин разработали план развития службы такси в каждом районе города. Согласно данного плана одобренного Народным комитетом Ханоя, к 2027 году в столице будет около 14920 едениц и в Хошимине количество автомобилей-такси достигнет 11360 едениц. При планировании дальнейшего развития услуг пассажирских перевозок на такси, планируются и парковочные места. Так в городах Ханой и Хошимин определяют места посадки и высадки пассажиров использующих автомобили такси в общественных местах возле: театров, торговых центров, отелей, офисов, развлекательных центров, вокзалов, автовокзалов и т.д. Места посадки и высадки такси расположены в пешей доступности пассажиров до основных городских объектов. Кроме того, на автовокзалах, вокзалах, пунктах стоянки автобусов в установленных местах, организуются точки посадки пассажиров такси для того чтобы улучшить автобусную доступность для пассажиров. В таб. 1.4 представлено количество такси во Вьетнаме в 2021 г.

После 2017 года на рынке такси во Вьетнаме возникла сильная конкуренция между технологическими фирмами такси, в частности Uber и Grab. Технологические такси со многими преимуществами с точки зрения удобства и более низких тарифов хорошо конкурировали с традиционными. Также в 2018 году Министерство транспорта Вьетнама разрешило 9 таксомоторным предприятиям развертывать проекты приложений для бронирования автомобилей с помощью программного обеспечения. В настоящее время доля рынка пассажирских перевозок технологическими такси находится уже не только в руках иностранных предприятий, таких как Uber и Grap, но и с участием отечественных брендов, таких как Mai Linh T-net, Fastgo, G7 и Vinasun и т. д. Также внедряются технологические приложения для модернизации услуг онлайн-бронирования автомобилей. В настоящее время монопольная доля рынка оказания пассажирских транспортных услуг по технологии такси составляет более 23,8 %. Клиенты получают больше преимуществ, потому что есть много вариантов услуг, тарифы на такси с технологией также дешевле, чем тарифы на традиционное такси.

Таблица 1.5 – Объем пассажирских перевозок на такси в пяти больших городах Вьетнама в 2021 г. [74].

Город В том числе	Хайфон	Кантхо	Дананг	Хошимин	Ханой
Количество предприятия (единица)	11	9	10	14	18
Количество такси (штука)	4320	3962	4010	7023	8063
Объем пассажиров в год (миллион)	17,3	13,1	13,2	38,4	52,9
Средий Пассажир за день/штука	11	9	7	12	16
Средний пробег за день (км)	161,3	145,6	140,1	166,8	182,2

По данным опроса в 2021 году объем пассажирских перевозок на такси в пяти больших городах Вьетнама обеспечил средний спрос более 26,98 миллионов пассажиров, средний пассажиропоток в день составил 11 пассажиров на один автомобиль, средний пробег одного такси в день составляет 161,2 км. Среди них объем пассажирских таксомоторных перевозок предприятий, работающих в Ханое, является самым высоким и составляет 23% от показателей всей страны, что составляет в среднем более 52,9 миллионов пассажиров, среднесуточный пробег одного автомобиля такси составляет 182,2 км и среднее количество пассажиров в день – 16 пассажиров, а среднее времени работы автомобиля-такси в сутки – 16,6 ч [55].

С учетом сказанного выше, можно заключить, что пассажирские перевозки, выполняемые автомобилями-такси, играют существенную роль в обеспечении пассажирских перевозок различными видами транспорта в Социалистической Республике Вьетнам. Данный вид перевозок имеет много положительных составляющих, таких как:

- Пассажирские перевозки, выполняемые автомобилями-такси, дополняют общественные пассажирские перевозки, например, такие виды общественного транспорта как надземная железная дорога и автобус не могут в полном объеме удовлетворить все потребности населения в поездках. Такси позволяют предоставить населению транспортные услуги в любое время суток от места отправления до места назначения. В некоторых местах такси даже являются единственным видом общественного транспорта в районе.

- Пассажирские перевозки автомобилями-такси – это гибкий и удобный вид перевозок. Гибкость этого вида транспорта выражается в том, что такси обслуживают клиентов 24 часа в сутки. Из-за своей мобильности, высокой скорости и быстрой доставки от двери к двери, относительная стоимость перевозки автомобилями-такси на небольшие расстояния ниже, чем на других видах транспорта. Можно сказать, что пассажирские перевозки на такси оказывают большое влияние на жизнь людей и способствуют наращиванию потенциала, эффективности других видов автомобильного транспорта, тем самым оказывая существенное влияние на экономику страны в целом.

- Пассажирские перевозки автомобилями-такси гибко и оперативно реагируют на новые потребности населения. Для функционирования общественного транспорта, такого как автобусы, метро или железные дороги, требуется соответствующая транспортная система, включающая как статические, так и динамические составляющие. Когда необходимо расширить сервисную сеть пассажирских перевозок, необходимы соответствующие инвестиции в инфраструктуру. Каждый вид общественного транспорта также требует собственной инфраструктуры для предоставления услуг, необходимых пассажирам. В отличие от выше названных видов транспорта, перевозка пассажиров автомобилями-такси не нуждается в такой развитой транспортной инфраструктуре.

- пассажирские перевозки автомобилями-такси значительно способствуют экономии времени людей в пути.

Однако в системе пассажирских перевозок автомобилями-такси ещё сохраняется несколько следующих нерешенных проблем.

- отсутствие положения о контроле количества такси является деструктивным по отношению к данному виду бизнеса. В то время как традиционные такси ограничены в количестве операций, технологические такси могут работать без ограничений, создавая еще и нездоровую конкурентную среду, вызывающую конфликты и противоречия между таксомоторными предприятиями. Стихийное такси, превышение предложения над спросом

приводит к борьбе водителей за пассажиров, относительно распространена недобросовестная конкуренция, затрагивающая качество обслуживания пассажиров и интересы бизнеса. Причина в том, что у органов управления провинций и городов нет плана развития пассажирских перевозок автомобилями-такси с ориентацией на необходимое количество такси на каждом этапе развития территории с соответствующим планированием системы остановок общественного такси.

- Не все таксомоторные предприятия проводят регламентные работы по ТО и ремонту транспортных средств. Только несколько акционерных обществ заинтересованы в таких работах в соответствии с техпроцессом, учитывающим время и место ТО, ремонт, суммарный километраж такси за месяц, суточный пробег автомобиля, количество ездов автомобиля в месяц, суммарное количество ездов автомобиля и т.д. Остальные частные таксомоторные предприятия не осуществляют техническое обслуживание и ремонт в соответствии с техпроцессом. Причин, приводящих к такому положению, много, например, у государственного управления нет своих условий по сроку использования такси в больших городах, при этом интенсивность эксплуатации автомобилей-такси выше в 2,5-3 раза по сравнению с другими районами. Некоторые предприятия не учитывают влияния качества транспортных средств на качество услуги, не акцентируют внимание на необходимости конкуренции для повышения качества услуг. Кроме того, государственный налог на автомобили, составляющий 30-35 %, также влияет на развитие транспортных средств и необходимой инфраструктуры предприятий. Некоторые владельцы бизнеса из-за своего небольшого размера и желания сэкономить не вкладывают средства в приобретение оборудования для обслуживания и ремонта, они пользуются услугами ремонтных мастерских вне предприятий или сервисных центров ТО и ремонта, поэтому ТО и ремонт автомобилей-такси не выполняются по надлежащему техническому стандарту. Надзорная роль владельца бизнеса в отношении качества технического обслуживания автомобилей-такси минимальна и данный процесс полностью остается за водителем. Водитель, в свою очередь,

заинтересован в том, чтобы транспортное средство как можно меньше простаивало в ремонте, часто в ущерб качеству выполняемых работ по ТО и ремонту, поскольку для него время это деньги.

- В крупных городах таких как Ханой и Хошимин, автомобили-такси вынуждены работать в сложных транспортных условиях, а существующая инфраструктура не обеспечивает эффективную деятельность такси – мало ночных стоянок, посменных стоянок, автостоянок, что приводит к пробкам, часто возникающим в часы пик, когда потребность использования такси высока, а на некоторых дорогах движение крайне затруднено. Например, в настоящее время Ханой и Хошимин удовлетворяют только 8–13 % потребности в парковках для такси. Парковочные места для такси в основном арендуются предприятиями и частными лицами. Некоторые предприятия обеспечивают смену водителей прямо на улице, что влияет на порядок городского движения.

## **1.2. Характеристика системы поддержания работоспособности автотранспортных средств**

В процессе эксплуатации автомобилей происходит естественный износ и ухудшение состояния их узлов и агрегатов, возникают отказы и неисправности. Для поддержания работоспособности автотранспортных средств в процессе эксплуатации применяются два вида мероприятий, именуемые техническим обслуживанием и текущим ремонтом [48]

ТО и ремонт – это система средств, целями которых являются продление жизненного цикла автомобиля, повышение надежности его систем и уровня надежности всего автопарка в целом. Данные цели достигаются регулярной профилактической диагностикой технического состояния узлов, агрегатов и систем автомобилей для предупреждения выхода режимов их работы за номинальные значения и снижения интенсивности технического износа деталей путем проведения периодического технического обслуживания и регулировочных работ автотранспортных средств. В зависимости от прогнозируемых скорости и

степени износа деталей, узлов и агрегатов устанавливается определенная периодичность их технического обслуживания.

Существует 4 основных стратегии обеспечения работоспособности автотранспортных средств

1-ая стратегия заключается в проведении обслуживания и ремонта по потребности в случае возникновения аварийных (внезапных) отказов. Аварийные отказы обычно носят скачкообразный характер и подчиняются экспоненциальному закону распределения. Для их устранения применяется стратегия восстановления работоспособности подвижного состава и его элементов, т.е. работоспособное состояние технической системы и ее элементов восстанавливается по потребности. При этой стратегии техническая система эксплуатируется без профилактических воздействий до момента наступления отказов. В данном случае имеет место наиболее полное использование ресурса элементов технической системы, заложенного заводом-изготовителем. В то же время это ведет к значительному снижению безопасности, серьезным материальным последствиям возникновения отказов, существенным затратам на ремонт. Данная стратегия широко применялась на раннем этапе развития техники и, в частности, автомобильного транспорта.

2-ая стратегии – это плано-предупредительная стратегия обслуживания и ремонта элементов автомобиля с использованием регламентного пробега. При данной стратегии в плановом порядке через установленные периодичности проводятся профилактические мероприятия (регламентные работы технических обслуживаний), которые снижают интенсивности ухудшения параметров технического состояния. В случае возникновения отказов и неисправностей проводится их устранение путем проведения ремонтных работ. Плано-предупредительная стратегия обслуживания и ремонта обычно применяется для поддержания работоспособного состояния автомобилей, выполняющих социально значимые перевозки (автобусные и таксомоторные перевозки, перевозки опасных грузов и т.д.). Данная стратегия дает возможность средним и крупным предприятиям заблаговременно планировать профилактические мероприятия по

поддержанию работоспособности подвижного состава. В этом ее преимущество.

Планово-предупредительная стратегия обслуживания и ремонта оказала определенное воздействие на формирование производственно-технической базы крупных автотранспортных предприятий, в частности, обусловила появление поточного метода при ЕО и ТО-1.

3-ая стратегия обслуживания и ремонта на основе стационарного регламентного диагностирования обычно применяется для поддержания работоспособности отдельного элемента автомобиля, изменение состояния которого связано с изнашиванием или постепенным накоплением неисправностей. В этом случае наиболее полно реализуется средний ресурс автомобиля, заложенный заводом изготовителем.

Недостатками 3-ей стратегии являются: потребность в дорогом и сложном диагностическом оборудовании; преимущественное использование в рамках крупных автотранспортных предприятий; невозможность полного исключения аварийных (внезапных) отказов.

4-ая стратегия основана на непрерывном контроле технического состояния, осуществляемого в процессе работы подвижного состава, средствами бортовых или встроенных в автомобиль системами диагностирования. Это стратегия обслуживания и ремонта автомобилей по фактическому состоянию, выявляемому на основе встроенного (непрерывного) диагностирования. Она применяется для отдельного элемента автомобиля, изменение состояния которого связано с изнашиванием или постепенным накоплением неисправностей. Преимущества данной стратегии: за счет непрерывности контроля параметров технического состояния исключается пропуск аварийных (внезапных) отказов; практически обеспечивается полная реализация индивидуального ресурса, заложенного заводом-изготовителем; не надо приобретать специальное диагностическое оборудование, поскольку оно уже установлено на автомобиле. За деятельность по техническому обслуживанию отвечает не только отдел технического обслуживания, но и все уровни управления. Стратегия технического обслуживания играет особую роль, поскольку каждая стратегия имеет свои особенности.

Стратегия ТО влияет на график обслуживания, восстановления, замены, затрат на обслуживание, потребность в персонале и т. д., поэтому стратегия обслуживания должна определяться оптимизацией.

Как видно из опыта эксплуатации автомобильного транспорта, выполняющего пассажирские перевозки, во Вьетнаме принята планово-предупредительная система ТО и ремонта автотранспортных средств (рис. 1.5), сущность системы в том, что ТО выполняется с определенной периодичностью, а текущий ремонт по потребности, по мере возникновения отказов и неисправностей в процессе эксплуатации. Приказом № 53 от 2014 г. Министерства транспорта Вьетнама введено положение о техническом обслуживании и ремонте автотранспортного состава на уровне отраслевых технологических автотранспортных предприятий (ОНТП), станций (баз) технического обслуживания, заводских и книги учета маршрутов индивидуальных предприятий, регламентирующее ТО и ремонт для транспорта и автотранспортных средств. В соответствующей части Приказа предусматриваются основы технического обслуживания и ремонта автотранспортного состава. Система обслуживания и ремонта делится на ЕО; ТО-1; ТО-2; ТР и КР [79, 91]. Принцип построения работ уровня ТО: работы на ТО высокого уровня должны включать в себя смежные с ним задания более низкого уровня и добавлять работы изучаемого уровня. Например, ежедневное обслуживание включает в себя следующее: очистку, мойку, сушку, смазку, подтяжку и мелкий ремонт, выявленный при эксплуатации автомобиля, реализуется водителем во время или после перевозки, а также в перерывах в пути и по возвращению. На АТП уровень ТО-1 включает в себя все регулярные работы по техническому обслуживанию и дополнительные электромонтажные работы: проверку генераторов, стартеров, аккумуляторов и т. д., как указано в положении о техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств [10]. Вторая часть включает в себя миссию транспортных предприятий, владельцев транспортных средств, водителей, ТО и ремонтной базы.

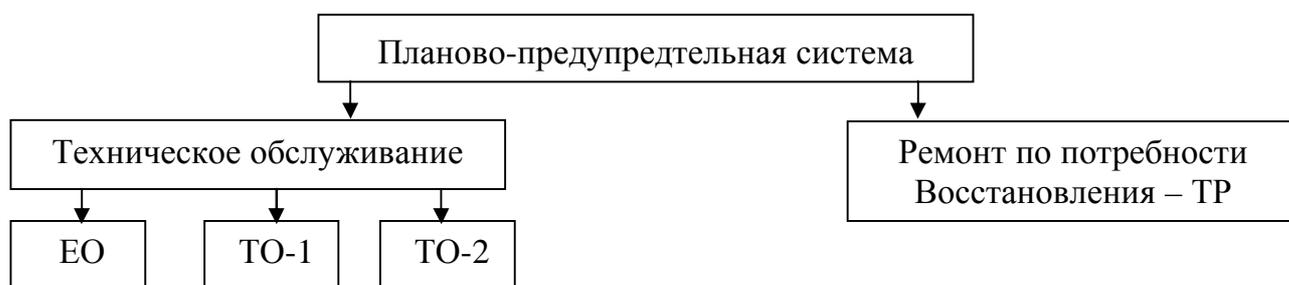


Рис. 1.5. Схема планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств (принятая в СРВ)

Из анализа полученных фактических данных по маркам из таксомоторных предприятий видно, что у большинства предприятий есть разные типы такси, такие как Toyota Vios, KiA Morning, Huyndai Grand i10, KiA Picanto. Парк такси по маркам отличается большим разнообразием такси, как отечественного, так и импортного производства. Более 82 % автомобилей-такси производятся на автозаводах Вьетнама, около 18 % – Таиланда. Кроме того, некоторые детали такси ToyotaVios отечественного производства, такие как кузов и детали интерьера, шины, системы кондиционирования воздуха и т.д. 60,8 % такси соответствует экологическому стандарту Евро-4 и 39,2 % такси соответствует экологическому стандарту «Евро-5» [90, 98].

“На каждом предприятии в обязательном порядке имеется нормативная документация, регламентирующая основное содержание работ”[36]. Исходя из нормативных документов, производители автомобилей устанавливают периодичность по каждой марке автомобилей. Например, у таких марок, как Toyota и Huyndai, периодичность технического обслуживания составляет ТО-1: 5.000, 15.000, 25.000 км...; ТО-2: 10.000, 30.000, 50.000 км...; ТО-3: 20.000, 60.000, 100.000 км...; ТО-4: 40.000, 80.000, 120.000 км.... Для марки KiA и Mazda периодичность технического обслуживания составляет: 5.000, 10.000, 15.000...; для марки Ford периодичность ТО составляет: 10.000, 20.000, 30.000...; для марки Vinfast, Mercedes периодичность технического обслуживания составляет: 8.000, 16.000, 24.000, 32.000 км и т. д. Однако нормативы только устанавливаются в усредненных климатических и дорожных условиях эксплуатации и не учитывают специфику перевозок [55]. Также Министерством транспорта Вьетнама

установлены нормативы на техническое обслуживание автомобилей по назначению исполнения с двумя уровнями технического обслуживания, например для пассажирских автомобилей с вместимостью более 10 мест (ТО-1 4000 км, ТО-2 16000 км); для автомобилей с вместимостью меньше 4 мест (ТО-1 5.000 км, ТО-2 20.000 км) [51, 96]. Поэтому интервалы периодичности ТО могут быть не оптимальными. В этой связи возникает необходимость корректирования нормативов по техническому обслуживанию и ремонту, а именно требуется определить рациональную периодичность ТО, номенклатуру и объемы работ, а также дополнительные работы, обусловленные спецификой эксплуатации автомобилей. В общем виде, система технического обслуживания и ремонта делится на уровни ЕО; ТО-1; ТО-2; текущий и капитальный ремонт. При выполнении ремонта обязательна замена деталей или узлов. Работы ремонтного характера осуществляются когда происходит отказ или появляется неисправность. Нормативы обслуживания по ТО-1 и ТО-2 для автомобилей установлены Приказом № 53 от 2014 г. Министерства транспорта Вьетнама (табл. 1.6) и это действующие в настоящее время нормативные документы в области ТЭА.

Таблица 1.6 – Нормативы обслуживания по ТО-1 и ТО-2 для автомобилей во Вьетнаме [51, 96].

Типы автомобилей	Правила Министерства транспорта Вьетнама			
	ТО-1, км	ТО-2, км	Обкатка, км	Время, месяц
Легковые	5000	20000	1000	6
Более чем на 10 человек	4000	16000	800	3
Грузовые, специальные	4000	16000	800	3
<i>Примечание:</i> при использовании транспортных средств, используемых на плохих дорогах, в гористой местности, пробег сокращают на 10%.				

В целом, процесс проведения ТО и ремонта на предприятиях и автоцентрах может быть различным в зависимости от уровня управления и разделения работ по видам ТО и ремонта и зависит от помещения и оборудования предприятия, при этом интенсивность эксплуатации автомобиля зависит от конкретных условий

эксплуатации, таких как климат, погода, качество объектов транспортной инфраструктуры и т. д. Эти факторы имеют существенное влияние на надежность эксплуатации автомобилей, на скорость процессов износа и повреждения деталей, приводящие в итоге к наработке автомобиля на отказ до тех пор, пока он не будет поставлен на техническое обслуживание и ремонт. Соответственно, учет этих факторов приведет к изменению регламента ТО и ремонта по сравнению с регламентом производителя. Кроме того, предприятия при разработке планов технического обслуживания на основе фактического пробега для всех марок автомобилей устанавливают ТО и ремонт, исходя также из сервисного руководства производителя. Построение процесса ТО и ТР, помимо следования инструкциям производителя, также учитывает практику процесса ремонта. Можно сказать, что положение о периодичности ТО и ремонта осуществляется согласно инструкциям автопроизводителя, и автомобильные предприятия должны соблюдать его также в процессе эксплуатации транспортных средств, внося коррективы в систему циклов обслуживания и ремонта. Однако эти корректировки осуществляются только на основе опыта эксплуатации, а не на основе научных исследований, имеющих прочную научную базу для определения периодичности ТО и ремонта в соответствии с вьетнамскими условиями. Поэтому как в теории, так и на практике циклы ТО и ремонта необходимо корректировать с учетом конкретных условий эксплуатации для обеспечения эксплуатационной надежности и эффективности эксплуатации транспортных средств.

А именно, во Вьетнаме имеют место следующие специфические проблемы:

- таксомоторные предприятия выполняют как функции перевозки пассажиров, так и функции технического обслуживания и ремонта, а также самообеспечения материалами: маслом, топливом, шинами, запчастями и т. д., что позволяет в надлежащем порядке поддерживать исправное техническое состояние автомобиля. Как правило, размеры таксомоторного предприятия рассчитываются по количеству автомобилей и составляют в среднем от 240 до 690 автомобилей

[55]. Работы по ТО и ремонту автомобилей такси имеют те же характеристики как ТО и ремонт обычных легковых автомобилей. Поскольку таксомоторные перевозки это бизнес, то имеются и другие характеристики бизнес-процессов: быстрые сроки ТО и ремонта, большая частота обслуживания и ремонта, поскольку пробег поездки такси больше, чем у других автомобилей. Содержание и характер работ по техническому обслуживанию и ремонту могут меняться в зависимости от сезона, из-за характера непрерывной работы, во время суровых погодных условий (ливни, стихийные бедствия.) такси должны обслуживаться и проверяться регулярнее, чем обычные легковые автомобили. Проверяются двигатель и системы, связанные с безопасностью автомобиля, более частое обслуживание: шины, система запуска, тормозная система, рулевое управление и т. д. [55].

На таксомоторном предприятии (ТМП) план работ по ТО выполняется инженерно-технической службой в соответствии с нормативной периодичностью ТО, определенной документами министерства транспорта Вьетнама, но на практике часть операций работ по ТО выполняется до норматива или после норматива периодичности [55].

Возникающие в процессе эксплуатации на линии отказы и неисправности, непосредственно влияющие на техническое состояние автомобиля, устраняются на предприятии путем замены отдельных элементов и деталей. Выполняемые работы по ТО и ТР при возникновении отказа или на линии представляют из себя следующее. Водитель сообщает об отказе, имеющем место на автомобиле, в диспетчерский отдел, фиксирующий данную информацию и передающий ее в технический отдел. Технический отдел анализирует информацию об отказах автомобиля и предлагает варианты решения.

Техническим отделом оформляется ордер на ремонт и на линию к неисправному автомобилю отправляются ремонтные рабочие для устранения отказа непосредственно на месте нахождения автомобиля [36]. В случае

устранения неисправности или отказа, автомобиль продолжает выполнять транспортную работу, а технический отдел принимает данный ордер. В случае невозможности устранения отказа или неисправности на линии автомобиль доставляется на предприятие для выполнения работ по ремонту в удобное время.

Технический отдел подтверждает план проведения ремонтных работ, обрабатывает и оформляет документы для проведения ремонта.

- сервисные центры по обслуживанию определенных марок автомобилей осуществляют главную функцию по техническому обслуживанию и ремонту частных автомобилей в гарантийный период и после гарантийного срока эксплуатации. Данные автосервисы не выполняют транспортную функцию и не обеспечивают заправку автомобиля топливом в зависимости от пожеланий клиента, при получении автомобиля возможна только замена масла, а затем возврат его клиенту или направление его на техническую диагностику, а затем, при необходимости, в зону обслуживания или ремонта. Станции технического обслуживания (СТО), сотрудничающие с торговыми марками (дилерами) и являющиеся дилерами конкретных марок оснащены современным технологическим оборудованием, оригинальными запчастями, имеют сотрудников с высокой квалификацией и обеспечивают высокую культуру обслуживания клиентов, В то же время стоимость выполнения сервисных работ на таких СТО чрезвычайно высока.

- СТО, принадлежащие государству, имеют функцию обеспечения ТО и ремонта автомобилей, относящихся к государственно-административным органам или автобусов, выполняющих социально значимые перевозки. Данные предприятия имеют большой опыт работы в сфере автосервиса, помещения расположены в выгодной локации, государство субсидирует предприятия на 45-60 %, однако данные СТО внедряет инновации медленно, большая инерция мешает полностью и эффективно адаптироваться к рыночным условиям. Эти станции имеют хорошее оборудование, но часто устаревшее, и пользуются спросом у

потребителей, которые привыкли к их услугам, как правило, из-за невысокой цены на запчасти, ввиду их не очень высокого качества.

- частные СТО возникли после перехода к рыночной экономике и имеют долю в ассоциации с сервисными дилерскими центрами автомобилей (могут называться СТО 1-го уровня; СТО 2-го уровня сервисных центров определенных марок автомобилей) или являться филиалами сервисных центров автомобилей. В целом они имеют характеристики, похожие на сервисные центры, обслуживающие определенные марки автомобилей.

- нормативы трудоемкости можно рассчитать по фактическому времени и статистике фактического объема выполненных работ, что позволяет рассчитать средние нормативы трудоемкости. Использование нормативов зависит от конкретных условий каждого предприятия, таких как марка и модель автомобиля, область эксплуатации, условия эксплуатации, уровень управления и организация производства. Требуемые работы по ТО (ТО-1 и ТО-2) и их нормативы трудоемкости по легковым маркам, показаны на таблицах 1.7 и 1.8 [79].

Таблица 1.7 – Нормативы трудоемкости Содержания работ по ТО-1 для легковых автомобилей.

№	Работы ТО-1	Нормативы трудоемкости легковых автомобилей (чел. час)
1	Подготовка	0,4
2	Мойка кузова, агрегатов, систем и автомобиля	0,8
3	Проверка кондиционирования	0,5
4	Очищение воздушного фильтра	0,8
5	Проверка системы привода рулевого управления	0,3
6	Проверка тормозной системы	0,4
7	Проверка аккумулятора	0,3
8	Проверка давления в шинах	0,3
9	Проверка рабочего состояния всех дверей	0,4
10	Мойка и общая проверка после проведения ТО-1	0,8
<b>В итоге</b>		<b>5,0</b>

Таблица 1.8 – Нормативы трудоемкости содержания работ по ТО-2 для легковых автомобилей

№	Работы ТО-2	Нормативы трудоемкости легковых автомобилей (чел. час)
1	Подготовка (запасные части; материалы; разделение труда, и т.д)	0,5
2	Мойка кузовов, агрегатов, систем и автомобилей	0,9
3	запуск двигателя и проверка общего технического состояния систем, автомобилей	1,2
4	проверка тормозных накладок и барабанов; смазка и сборка	1,0
5	мойка фильтрующего элемента и замена масляного фильтра	1,5
6	Проверка и техническое обслуживание системы питания.	0,8
7	Мойка и Проверка системы охлаждения	1,0
8	Проверка и регулировка различных ремней	0,6
9	Проверка и регулировка положения педали сцепления, тормоза	0,5
10	Проверка и регулировка системы подвески	1,2
11	Проверка и регулирование системы рулевого управления, схождения колес; замена неисправных элементов и доведение до нормы	1,4
12	Проверка состояния колес и давления шин	0,7
13	Проверка состояния полностью тормозной системы; замена неисправных и изношенных элементов до нормы	1,0
14	Проверка состояния работы аккумулятора	0,8
15	Обслуживание стартера, генератора; замена неисправных элементов и регулировка	1,8
16	Проверка рабочего состояния электрооборудования	1,2
17	Проверка и закрепление опор двигателя, элементов соединения к блоку двигателя и раме;	1,1
18	Замена масла коробки передачи	0,8
19	Обслуживание системы кондиционирования воздуха	0,9
20	Проверка и пополнение смазки	0,5
21	Проверка состояния автомобилей после проведение ТО-2	1,0
22	Мойка и выдача автомобилей	0,4
<b>В итоге</b>		<b>20,8</b>

В 1991 году во Вьетнаме начали строить рыночную экономику, и на этапе интеграции автомобильная промышленность получила определенное развитие. Автомобильные предприятия с иностранными инвестициями вышли на вьетнамский автомобильный рынок, такие как совместное автомобильное предприятие Ноа Vinh и совместная компания Mekong Auto. Предприятиям была предоставлена возможность строить станции техобслуживания и ремонтировать автомобили в крупных городах. На сегодняшний день во Вьетнаме насчитывается около 30 производителей автомобилей, таких как Toyota, Kia, Ford, Mazda и т.д., инвестирующих в строительство сервисных станций, располагающихся в больших городах, таких как Ханой, Хайфон, Дананг, Хошимин. Целью их маркетинга является обслуживание автотранспортных средств своего производства в своих же сервисных центрах. Также, в последние годы во Вьетнаме появляются частные станции технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Рассмотрим структуру сети СТО, распределенных по территории Вьетнама в соответствии с Постановлением № 116/NĐ-CP. Из расположения СТО в СРВ видно, что СТО таксомоторных предприятий составляют около 21%; СТО (сервисные центры) дилерских предприятий по маркам автомобилей 45 %, СТО частные 26 %, СТО государственных компаний – 8 %. Распределение СТО по регионам страны в соответствии с Постановлением № 116/NĐ-CP от 17.10.2017 г. в СРВ представлено в табл.1.9 [88].

Таблица 1.9 – Расположение СТО в СРВ

№ п/п	Предприятие	Адрес	Дата аттестации
1	Компания Мерседес - Бенц Вьетнам	№ 693, улица Куанг Трунг, Хошимин	12.01.2018
2	Компания Мерседес - Бенц Вьетнам	№ 333, Диен Биен Фу, Хошимин	15.01.2018
3	Компания Мерседес - Бенц Вьетнам	№ 11, Фам Хунг, Ха Ной	13.4.2018
4	Компания Мерседес - Бенц Вьетнам	Лот Д5-1, Индустриальный парк Дай Ту, Ханой	13.7.2018
5	Сборочный завод Тхако	№ 8, дорога 2А, Донгнай	17.11.2017
6	Компания «General Motors Вьетнам»	161F, район 8, Хошимин	15.12.2017

№ п/п	Предприятие	Адрес	Дата аттестации
7	Компания «ООО Мицубиси Вьетнам»	км 14+500, Хадонг, Ханой	20.12.2017
8	Сборочный завод Мицубиси Вьетнам»	63А Во Ван Кит, Хошимин	26.12.2017
9	Акционерное общество Килин - ГХ668	№ 68 Фам Ван Донг, ХайФонг	29.12.2017
10	Акционерное общество Sweden Auto	№340А Нгуен Ван Линь, Хошимин	10.01.2018
11	Компани Сузуки Вьетнам	№4, Кам Гиа, Тайнгуен	16.01.2018
12	Компания А Чау	№ 8, Фам Хунг, Ханой	02.02.2018
13	Сайгонский Автомобиль	№ 19 Фан Вап Чий, Хошимин	08.02.2018
14	Компания «Мир»	№ 7А/12А, проспект Бинь Зьонг, Биньзьонг	02.03.2018
15	Сборочный завод Тьако - Мазда	№ 19, улица № 2А, Донгнай	05.03.2018
16	Компания Ниссан Вьетнам	№ 54 Кинь Дуонг Вьонг, Хошимин	05.03.2018
17	Компания Хоанг Хиу	км 9, проспект №5, Хайфонг	16.03.2018
18	Сборочный завод «Тьако»	№ 54 314 Нгуен Ван Линь, Хошимин	19.03.2018
19	акционерное общество «Винашомин»	№ 370 Чан Куок Тан, Куанг Нинь	20.03.2018
20	Компания «Спортивный автомобиль»	№ 802, Нгуен Ван Линь, Хошимин	23.03.2018
21	Торгово-сервисное акционерное общество ТКГ	№ 32, Ле Тай То, Бакнинь	04.04.2018
22	акционерное общество Хуендай Вьетнама	№ 32 Дуй Тан, Дананг	13.4.2018
24	Компания «ООО Хоанг За»	№ 3, лот 3+5, Нгуен Вань Линь, Ханой	07.5.2018
25	Компания Вьетнама-Японя	№ 24, Индустриальный парк Бьенхоа II, № 2А, Донгнай	07.5.2018
26	акционерное общество Hino Motor Вьетнама	Лот 46, № 3, Хошимин	09.5.2018
27	акционерное общество Хуендай Вьетнама	Деревня За Нгай 1, район Тхач Ха, Хатинь	11.5.2018
28	акционерное общество ТСІЕ	№ 875 - Нгуен Хуу Тхо, Да Нанг	15.05.2018
29	Компания Хонда Вьетнам	№ 19, Ли Тхай То, Бакнинь	19.03.2018
30	Компания Хонда Вьетнам	№197А Нги Там, Ханой	26.01.2018
31	Компания Хонда Вьетнам	№3 Кам Гиа, Тайнгуен	26.01.2018
32	Компания Хонда Вьетнам	№ 26, Во Нгуен Зиап, Тхайбинь	29.12.2017
33	Компания Хонда Вьетнам	№ 2 Ле Дык Тхо, Ханой	24.11.2017
34	Компания Хонда Вьетнам	№ 145 Нуег Чи Тхань, Даклак	18.5.2018
35	Компания Хонда Вьетнам	№ 519А Ле Дуан, Залай	18.5.2018
36	Компания Хонда Вьетнам	Лот Е1-1, ул. Во Нгуен зап, Кантхо	21.5.2018
37	Компания Хонда Вьетнам	1250-1252 ул. Во Ван Киет, Хошимин	21.5.2018
38	Компания Хонда Вьетнам	№ 6 улица 3/2, Хошимин,	08.06.2018
39	Компания Хонда Вьетнам	№ 18 улица Конг Ноа, Хошимин	08.06.2018
40	Компания Хонда Вьетнам	№ 92, Проспект Ле Лой, Тханьхоа	11.7.2018
41	Компания Форд Вьетнам	№ 94 Нго Тхи Нхам, Ханой	24.11.2017

№ п/п	Предприятие	Адрес	Дата аттестации
42	Компания Форд Вьетнам	Группа № 3, район Ан Три, ХайФонг	25.5.2018
43	Компания Форд Вьетнам	№ 87 проспект Во Нгуен зап, Тханьхоа	19.6.2018
44	Компания «ООО ISUZU»	№ 708 Кинь Дуонг Вьонг, Хошимин	04.6.2018
45	Компания «ООО Рита»	№ 11, улица № 17, Хошимин	13.6.2018
46	Компани Сузуки Вьетнам	№ 510, район Тху Дык, Хошимин	18.6.2018
47	Торговая Компания «ООО Тан Дай Зьонг»	№ 370, Чан Куок Тан, Куангнинь	16.7.2018
48	Компани Тойота Вьетнам	№ 15, Фам Хунг, Ханой	20.12.2017
49	Компани Тойота Вьетнам	№ 264, улица Чан Хунг Дао, Хошимин	19.12.2017
50	Компани Тойота Вьетнам	№ 315, улица Чьонг Чин, Ханой	19.3.2018
51	компани Тойота Вьетнам	К2-0, улица Во Нгуен Зиап, Кантхо	15.5.2018
52	компани Тойота Вьетнам	№ 382, проспект № 22, Хошимин	25.5.2018
53	компани Тойота Вьетнам	№ 113 Чьонг Чинь, Хошимин	25.5.2018
54	компани Тойота Вьетнам	№ 2, Фам хунг, Ханой	25.06.2018
55	компани Тойота Вьетнам	Группа 94, район Дон Кхау, Куангнинь	25.6.2018
56	компани Тойота Вьетнам	Группа 5, район Хоалак, Куангнинь	25.6.2018
57	компани Тойота Вьетнам	№ 26 Улица Киньдуонгвьонг, Хошимин	25.6.2018
58	компани Тойота Вьетнам	№ 7/30, проспект Биньдуонг, Биньзыонг	02.07.2018
59	компани Тойота Вьетнам	№ А17, КП 5, проспек Ханой, Донгнай	02.07.2018
60	компани Тойота Вьетнам	№ 01, проспект Ханой Донгнай	02.07.2018
61	компани Тойота Вьетнам	№10, км 10+600, проспект №32, Ханой	11.7.2018
62	компани Тойота Вьетнам	Коммуна кват лам, район Бинь Суен, Виньфук	16.7.2018
63	компани Тойота Вьетнам	№ 7 и № 9, Нгуен Ван Линь, Ханой	08.06.2018
64	компани Тойота Вьетнам	Лот А, улица Ле Тай То Стрит, район Во Куонг, Бакнинь	08.06.2018
65	Финансово-торговая Компания «ООО Хай Ау»	Деревня Туан Ди, район Ванлам, Хунгйен	06.07.2018
66	акционерное общество Regal	№ 1-Лот ЗА, улица Трунг Йен, Ханой	16.7.2018
67	Акционерная компания Хуендай Вьетнама	Деревня Мау Тонг, Хай Куфнг, Виньфук	16.7.2018

Изучив и проанализировав характеристики системы ТО и ремонта, обеспечивающие поддержание работоспособности автомобилей можно отметить, что:

- за последние годы во Вьетнаме присутствует единая, фирменная система ТО и ремонта легковых автомобилей по марками Toyota, Hyundai, KIA, Suzuki, Mazda, ford и т.д; станции этих марок по ТО и ремонту автомобилей расположены по территории СРВ централизованно в больших городах и рассеянно в разных районах и обеспечивают выполнение необходимых технологических воздействий и требуемое качество работ;

В условиях ожесточенной конкуренции, чтобы существовать и развиваться, предприятия пассажирского транспорта должны внедрять научно-технические усовершенствования, улучшать качество транспортных средств и сопутствующих услуг, уделять повышенное внимание процессам ТО и ремонта. В то же время большинство предприятий не заботятся об инфраструктуре, не выделяют достаточные финансовые и материальные средства для поддержания требуемого уровня производственно-технической базы предприятий. Технологический процесс недостаточно систематизирован и отлажен, это значит, что проблемы ТО и ремонта автомобилей-такси остаются. “Таким образом, цель корректирования режимов ТО автомобилей заключается в сокращении затрат на техническое обслуживание и ремонт, в изменении перечня операций технического обслуживания, периодичности и трудоёмкости операций в зависимости от конкретных условий эксплуатации, и конечной итоге в повышении безопасности движения. Корректирование должно быть направлено на увеличение роли и значения профилактических работ за счёт сокращения объёма текущего ремонта”[10].

### **1.3. Анализ методов оптимизации режимов технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта в Российской Федерации и в СРВ.**

#### **1.3.1. Анализ существующих методов оптимизации режимов технического обслуживания и ремонта транспортных средств в Российской Федерации.**

Снижение интенсивности износа деталей, механизмов, узлов и агрегатов автомобиля путем поддержания их в технически исправном состоянии и минимизация затрат является основным направлением исследования в области эксплуатации автотранспортных средств.

Оптимальная структура цикла ремонта автотранспортных средств зависит от многих факторов, включающих в себя стоимость восстановления и ремонта деталей, механизмов, узлов и их возраст. При построении системы технического

обслуживания и ремонта автотранспортных средств, с целью обеспечения их эксплуатационной надежности, необходимо, чтобы стоимость восстановления каждой детали, каждого механизма и узла должна быть наименьшей и одновременно необходимо максимально полно использовать их ресурс [20].

Методы определения и корректирования режимов ТО транспортных средств разработаны и представлены в достаточно большом количестве научных трудов базирующихся в основном на методах теории надежности и математической статистики [11, 15, 16, 19, 22, 27, 28, 38, 41]. Эти методы включают в себя разработку математической модели процессов отказов, износов или старения деталей и узлов, определение характеристики закона распределения отказов и неисправностей деталей и узлов с учетом технико-экономических факторов, разработка установленных сроков замены или планов ремонта этих деталей и узлов. В настоящее время в России проводятся исследования метода определения периодичности ТО сельскохозяйственных машин по фактической потребности [20, 26, 34, 60].

Автором М.К. Какекова на основе календарного планирования и применения сменных комплектов было рассмотрено установление сроков периодичности ТО сельскохозяйственной техники. Исследования проводились на тракторах марки «Кировец» [15].

В области авиации Н.Н. Смирновым разрабатывались оптимальные регламенты диагностирования состояния авиационной техники с использованием информации специального назначения [45]. Одним из методов определения диагностики является увеличение использования авиационной техники.

Автор Е.В Рыбковская на основе метода управления работой по операционному ТО тракторов определила меры по предупреждению отказов. “Путем ежемесячного мониторинга удельных затрат на ТО и ремонт конкретного трактора и их прогнозирования по реализации, принятыми в качестве обобщённого параметра технического состояния для машины в целом, определяется срок постановки на техническое диагностирование работоспособного трактора”[10]. По результатам операции ТО и ремонта

проводится ремонтно-обслуживающие действия для предупреждения возникновения отказов и неисправностей [10].

В машиностроительной отрасли автор Барышникова О.П разработала методику определения периодичности ТО и ремонта электрических машин по направлению профилактики для предприятий черной металлургии. А именно, оптимизация интервала между профилактическими ремонтами оборудования и группировка их в оптимальные регламенты [3].

Рядом авторов осуществлялась разработка методов определения и оптимизации системы корректирования режимов ТО (по циклу) и ремонта изделий, узлов и механизмов в целом не только чисто технически, но и учитывая затраты для проведения планового ТО и ремонта в различных отраслях народного хозяйства России.

На основе изучения научных источников можно выделить определения периодичности ТО:

- “метод аналогий и уточнений;
- метод группировки по стержневым операциям;
- по изменению внешнего вида узлов, механизмов и агрегатов машин;
- по наибольшей производительности;
- по закономерности изменения и допустимому значению параметров технического состояния агрегатов, узлов и соединений;
- по допустимому уровню безотказности;
- по удельным затратам на ТО и ремонт (технико-экономический метод);
- по удельным затратам на техническое обслуживание и ремонт и по доверительному уровню вероятности (экономико-вероятностный метод).

Некоторые методы из перечисленных выше применены для корректирования периодичности ТО и уже приводились в настоящем исследовании”[10].

Определение периодичности ТО группировки по стержневым операциям основывается на выполнении определенного вида ТО автотранспортных средств и совпадает с оптимальной периодичностью так называемых стержневых операций.

Метод определения этого ТО состоит из двух частей – контрольного (диагностического) и исполнительского:

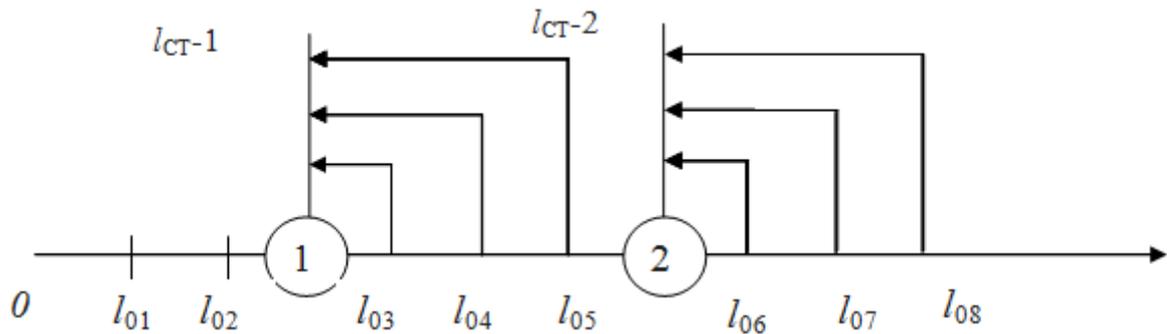


Рис. 1.6. Группировка воздействий по стержневым операциям ТО

“ $l_{oi}$  – оптимальная периодичность $_i$ ;

$l_{oi}$  – периодичности стержневой операции;

$k_i$  – коэффициент повторяемости  $k_i$ ”[10].

$$k_i = \frac{l_{CT}}{l_{oi}}; 0 < k \leq 1 \quad (1.1)$$

“Для определения оптимальной периодичности ТО с целью снижения минимальной суммы удельных затрат на ТО и ремонт профессором Г.В. Крамаренко был разработан технико-экономический метод, учитывающий влияние износа деталей, стоимость израсходованных материалов, а также трудовые затраты на проведение периодического ТО”[10]. “При этом удельные затраты на ТО и ремонт определяются по следующей формуле”[50]:

$$C_{\Sigma} = C_{ТО} + C_{ТР} \quad (1.2)$$

где  $C_{\Sigma}$  суммарная удельная суммарные удельные затраты на ТО и ремонт;

$$C_{ТО} - \text{удельная стоимость ТО } C_{ТО} = \frac{A}{L_{ТО}} \quad (1.3)$$

$$C_{ТР} - \text{удельная стоимость ТО } C_{ТР} = \frac{B}{L_{ТР}} \quad (1.4)$$

где “А - затраты на ТО;

В - затраты на ремонт;

$L_{ТО}$  - наработка между ТО;

$L_{ТР}$  - наработка между ремонтами.

“На рисунке 1.7 зависимости  $C_{ТО} = \varphi(L_{ТО})$  и  $C_{ТР} = f(L_{ТР})$  представляют собой гиперболические или близкие к ним функции. При увеличении периодичности

обслуживания затраты на ТО снижаются, но при этом одновременно повышаются затраты на ремонт. Поэтому функция  $C_{\Sigma} = \psi(L_{ТО})$  имеет экстремальную точку  $C_{\Sigma MIN}$ , соответствующую оптимальной периодичности ТО  $L_{ТО}^{opt}$ . Периодичность ТО можно определить графически” [17].

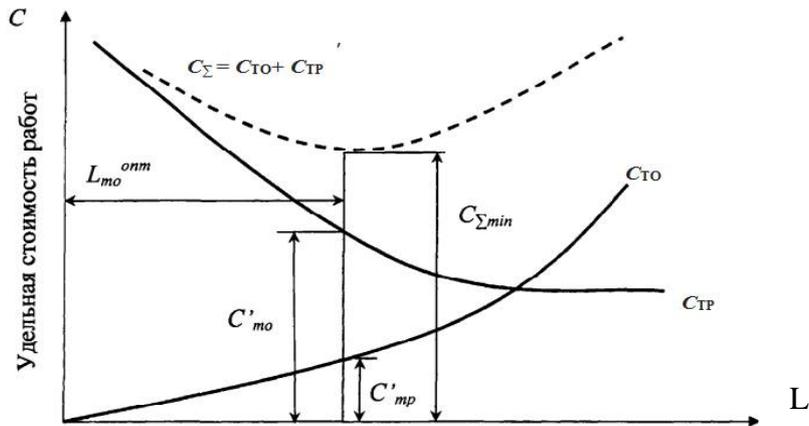


Рис. 1.7. График зависимости удельных затрат на ТО и ремонт от периодичности технического обслуживания машины.

Из формул (1.3) и (1.4) оптимальная периодичность ТО определяется уравнением:

$$\frac{dC_{\Sigma}}{dL_{ТО}} = \frac{d}{dL_{ТО}} \left( \frac{A}{L_{ТО}} + \frac{B}{\Psi'(L_{ТО})} \right) \quad (1.5)$$

Этот метод также может учитывать такие критерии, как безотказность, экологичность экономичность работы и т.д. “В соответствии с данным методом, тот режим называется оптимальным, который обеспечивает надежную и безопасную работу подвижного состава при минимальных затратах средств, рабочей силы, материалов на ТО и ТР, отнесенных к единице пробега или транспортной работы. Данный метод был широко использован при построении оптимальных режимов периодичности ТО машин” [13].

С целью определения периодичности технического обслуживания профессором Е.С. Кузнецовым был разработан экономико-вероятностный метод, обобщающий предыдущие методы и одновременно учитывающий экономические, технические и вероятностные критерии оценки процесса технической эксплуатации автомобилей и предусматривающий расширение номенклатуры работ ТО на основании выбранных критериев [24, 25]:

- “по удельным затратам на ТО и ремонт (технико-экономический метод) (рис. 1.7)” [10];

- “по допустимому уровню безотказности (рис. 1.8)”[10];
- “по допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния (рис. 1.9)”[10];
- “по удельным затратам на техническое обслуживание и ремонт и доверительному уровню вероятности безотказной работы (экономико-вероятностный метод)”[10].

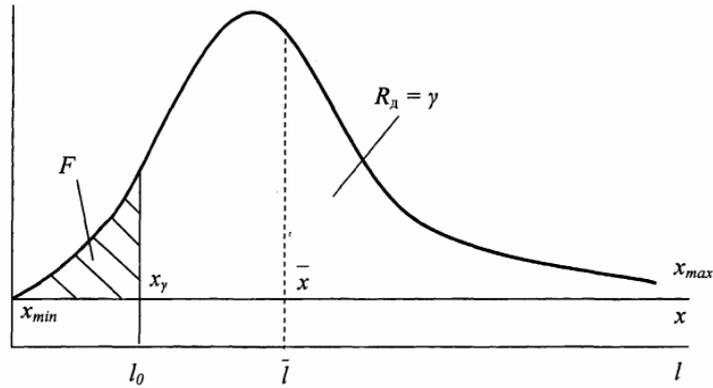


Рис. 1.8 – Определение периодичности ТО по допустимому уровню безотказности:

$$F = 1 - \gamma\text{-риск}; \int_{x_y}^{\infty} f(x) dx = \gamma(\%) = R_d$$

$R_d$  - допустимая вероятность безотказной работы;

“ $l_0$  - периодичность ТО;  $x_y$  - гамма-процентный ресурс

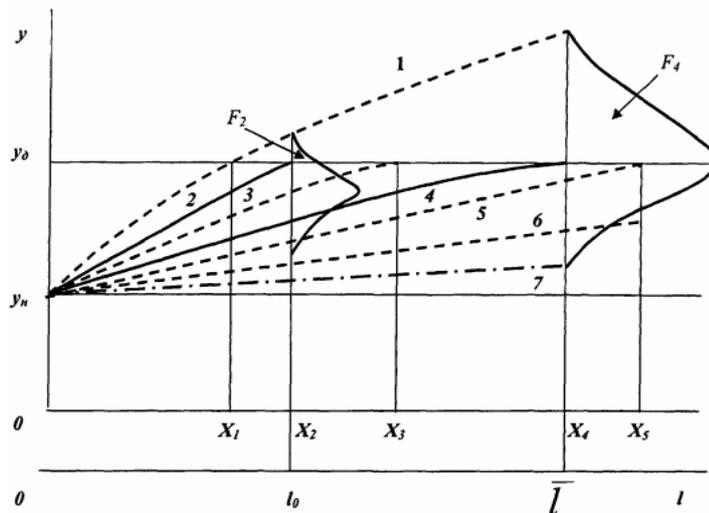


Рис 1.9 – определение периодичности ТО по допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния

1-7 - изменение параметра технического состояния изделия;

$x$  - наработка на отказ;

$l$  - периодичность ТО

Суммарные удельные затраты на ТО и ТР будут минимальны и определяются из уравнений”[31]:

$$p + l_p \varphi(l_p) + \frac{\varphi(l_p)}{p} \int_{l_{\min}}^{l_p} l \varphi(l) dl = \frac{c}{c-d} \quad (1.6)$$

$$l_p \varphi(l_p) - q + \frac{\varphi(l_p)}{p} \int_{l_{\min}}^{l_p} l \varphi(l) dl = \frac{d}{d-c} \quad (1.7)$$

где “ $p$  – вероятность ресурса узла, агрегата;

$q$  – вероятность отказа узла, агрегата;

$l_p$  – заранее заданный пробег;

$\varphi(l)$  – предельное состояние узла, агрегата;

$l_{\min}$  – минимальный пробег узла, агрегата;

$c$  – фактический уровень удельных затрат на ТО;

$d$  – затраты на один ремонт с периодичностью;

$l$  – пробег автомобиля”[10].

“Учитывая соотношение затрат  $c$  и  $d$ , а также необходимые характеристики законов распределения, уравнения (1.6) и (1.7) позволяют определить оптимальную периодичность для любого типа распределения. Экономико-вероятностный метод получил широкое применение при определении наиболее оптимальных режимов обслуживания ремонта узлов и агрегатов автомобилей, кроме того, принципы этого метода используются при корректировании режимов контрольных и диагностических работ”[31].

“Для определения режимов обслуживания автомобилей, имеющих среднее техническое состояние и работающих в определенных условиях эксплуатации, были приняты рассмотренные выше методы. Кроме того, с целью корректирования этих режимов применительно к конкретным условиям и конкретному подвижному составу, к настоящему времени разработан ряд дополнительных методов на основе учета факторов, влияющих на техническое состояние автомобилей, а также методы, непосредственно учитывающие их техническое состояние”[50].

Метод корректирования периодичности ТО по возрасту автомобилей был предложен профессором А.М. Шейниным [61]. Предполагая, что отказы

автомобиля в ходе межрегламентного пробега распределяются по экспоненциальному закону, вероятность безотказной работы будет выражаться следующей формулой:

$$P_T = e^{-\omega L_{об}} \quad (1.8)$$

где  $P_T$  - вероятность безотказной работы;

$\omega$  - параметр потока отказов;

$L_{об}$  - периодичность обслуживания.

“Так как значение  $P_T$  должно поддерживаться на определенном допустимом уровне, то и произведение в правой части формулы также должно быть постоянным. Следовательно, при увеличении значения  $\omega$ ,  $L_{об}$  должна уменьшаться. Автор считает, что изменение  $\omega$  обусловлено в основном возрастом автомобиля и предлагает дифференцирование межрегламентных пробегов для автомобилей”[10].

Доктором технических наук И.Я. Говорущенко разработан метод корректирования периодичности ТО автомобилей с учетом дорожных условий, типа и характера подвижного состава, возраста автомобиля и определения веса перевозимого груза [8, 18]. Автором предлагается, что в зависимости от сочетания дорог по типу, состоянию покрытия и продольному профилю, дорожные условия следует делить на 4 группы: А – хорошие, Б – удовлетворительные, В – плохие, Г – очень плохие. Периодичность ТО устанавливается с учетом технической категории автомобилей и дорог по табл. 1.9 и 1.10.

Таблица 1.9 – Показатели для определения технических категории

Автомобилей	Тип подвижного состава	Группа дорожных условий			
		А	Б	В	Г
Новые (с пробегом менее 40% до капитального ремонта)	Одиночный автомобиль	1	1	2	3
	Автомобиль с прицепом	1	1	2	3
	Автомобиль с двумя прицепами	1	2	2	-
Со средним Пробегом 40 – 80%	Одиночный автомобиль	1	2	2	3
	Автомобиль с прицепом	1	2	3	-
	Автомобиль с двумя прицепами	2	3	3	-
С большим Пробегом более 80%	Одиночный автомобиль	2	2	3	3
	Автомобиль с прицепом	2	2	3	-
	Автомобиль с двумя прицепами	2	3	3	-

Таблица 1.10 – Периодичность технического обслуживания автомобилей, км

	автомобили		
	1 Категории	2 Категории	3 Категории
ЕО	по потребности		
ТО-1	1600-1800	1300-1500	1000-1200
ТО-2	8000-9000	6500-7500	5000-6000

“Метод корректирования периодичности ТО автомобилей в зависимости от характеризуемой среднегодовыми пробегами интенсивности эксплуатации разработан В.О. Степаненком значения коэффициента  $K_T$  темпа изнашивания с различным среднегодовым пробегом приводятся в табл. 1.11. Автор считает, что интенсивность эксплуатации существенно влияет на техническое состояние автомобилей”[10].

Таблица 1.11 – Периодичность технического обслуживания грузовых автомобилей в зависимости от среднегодового пробега

Среднегодовой пробег, тыс.км	$K_T$	Периодичность ТО-1, тыс.км	Периодичность ТО-2, тыс.км
5-25	0,9	2,2	11,0
25 - 50	1,0	2,5	12,5
50 - 75	1,1	2,7	13,5
75 - 100	1,2	3,0	15,0

В работе Л.П. Рева и Н.А. Красноштан разработан метод корректирования периодичности ТО, предполагающий учет интенсивности эксплуатации и возраста автомобиля [20, 42]. Интенсивность эксплуатации в данном случае характеризуется коэффициентом использования пробега  $\beta$ , расстоянием перевозки  $l_T$ , средне-технической скоростью  $V_T$ , нагрузочным фактором  $q$ , представляющим собой отношение количества тонн перевезенного груза к единице пробега. Корректирование производится исходя из определения значения  $\omega_i$  по уравнению множественной регрессии состава перечисленных факторов. После этого определяется параметр потока отказов  $\omega_i$  при принятой периодичности  $L_0$  и вероятности безотказной работы  $P_T$  [10]:

$$\omega_y = \frac{\ln p_T}{L_0} \quad (1.9)$$

коэффициент коррекции периодичности ТО:

$$K_i = \frac{\omega_i}{\omega_y} \quad (1.10)$$

Подсчитываются эквивалентные километры

$$l'_{ci} = l_{ci} \cdot K_i \quad (1.11)$$

где  $l_{ci}$  – фанатический суточный пробег.

Определяется скорректированная периодичность:

$$l_{об} = \sum_i l'_{ci} = \sum_i l_{ci} \cdot K \quad (1.12)$$

Эти основные методы, предназначенные для корректирования периодичности ТО, основаны на учете факторов, влияющих на техническое состояние автомобилей.

На основе косвенного учета технического состояния автомобилей были разработаны методы корректирования рассмотренной группы. В ходе разработки этих методов, в первую очередь, проводилось исследование влияния большого количества “факторов на техническое состояние автомобилей, затем была дана оценка степени этого влияния, на основе чего выбирались наиболее значимые факторы и, в результате, разрабатывались соответствующие модели корректирования. Однако не представляются возможными выявление и количественная оценка влияния всех наиболее значимых факторов”[10] – это показывает проведенный анализ влияния на техническое состояние автомобилей всех рассмотренных факторов. Так, например, практически невозможно учесть такие, безусловно важные, факторы, как качество вождения, качество ТО и ТР автомобилей. Кроме того, процесс корректирования периодичности ТО становится труднореализуемым и значительно усложняется при увеличении общего количества учитываемых факторов. В связи с означенными обстоятельствами методы данной группы учитываются при корректировании лишь ограниченного числа факторов, которые не всегда объективно и полно характеризуют динамику изменения технического состояния эксплуатируемых автомобилей.

“Методы корректирования режимов ТО, учитывающие непосредственно техническое состояние автомобилей, являются более перспективными по отношению к методам первой группы, поскольку базируются не на учете отдельных факторов, а на основании информации”[10] о фактическом

техническом состоянии, которое является результатом влияния совокупности всей гаммы факторов. При этом корректирование режимов ТО в зависимости от условий эксплуатации автотранспорта вовсе не исключается. Следует отметить, что методы данной группы начали разрабатываться относительно недавно.

“В развитие метода определения периодичности ТО по допустимому уровню безотказности, метод корректирования по уровню безотказной работы был разработан приближением к теоретическому потоку законом распределения Пуассона. Уровень безотказной работы, согласно этому методу определяется через параметр потока отказов  $\lambda$ ”[13]:

$$P_n = \frac{(\lambda l)^n}{n!} e^{-\lambda l} \quad (1.13)$$

где:  $P_n$  – вероятность возникновения  $n$  отказов автомобиля в рассматриваемом интервале пробега  $l$  [18];

“ $\lambda$  – среднее значение параметра потока отказов автомобиля, взятое для рассматриваемого интервала пробега”[10].

Из выражения (1.13) можно определить характеристики надежности  $n = 0$  и ненадежности  $n = 1; 2; \dots$  и т.д. автомобиля.

Достоинство описанного выше метода заключается в использовании данных, которые более широко представляют сформировавшуюся в фактических условиях и присущую данному АТП информацию о техническом состоянии его подвижного состава. Однако отсутствие экономических критериев при корректировании может привести к повышению затрат на ТО и ремонт.

В работе И.М. Головных описан метод корректирования периодичности ТО по результатам диагностирования отдельных единиц подвижного состава АТП [9]. “Этот метод позволяет определить рациональные периодичности ТО для отдельных автомобилей по величине их наработки на неисправность, что является существенным фактором, так как неоднородность технического состояния автомобилей в пределах отдельно взятого АТП весьма значительна. При этом нет необходимости в введении корректирования значений базовой периодичности обслуживания всего парка автомобилей”[18].

“Как показал анализ, корректирование режимов ТО по методу второй группы позволяет подобрать и применить наиболее рациональные режимы технического обслуживания, поскольку корректирование ведется на основании”[18] “полученной информации о фактическом техническом состоянии автомобилей. Однако существующие методы корректирования периодичности ТО используют весьма ограниченную информацию о техническом состоянии автомобилей. Так, например, при корректировании по суммарным и удельным расходам топлива”[13] не учитывается информация о техническом состоянии ряда узлов и агрегатов автомобиля, а при корректировании по уровню безотказной работы не учитывается информация о фактических неисправностях автомобиля.

### **1.3.2. Анализ методов оптимизации режимов ТО и ремонта автотранспортных средств в СРВ**

В данной работе нами были проанализированы результаты исследований о корректировании режимов ТО для транспортных средств проведенные в России. Эти результаты исследований являются полезными для применения вышеуказанных методов к условиям Вьетнама.

В тенденциях экономической интеграции автотранспортные предприятия были реорганизованы и созданы новые по развитию мультимодальных перевозок, тем самым достигнуто снижение логистических затрат, повышение конкурентоспособности предприятий для более быстрого доступа к рынку, коммуникация между различными видами транспорта, проявление особого внимания применению информационных технологий для облегчения обращения и распределения товаров и услуг предприятий. Однако на сегодняшний день нет обоснованных решений для надежной и безотказной эксплуатации и перспектив дальнейшего развития автомобильного транспорта, недостаточное количество серьёзных аналитических научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, нет объективных оценок реального состояния деятельности автотранспортных предприятий [36]. Кроме того, наблюдается рост расходов на топливо, расходные материалы, на заработную плату работников и т.д. Поэтому

на данный момент в условиях Вьетнама является реально насущная и требующая своего решения необходимость в разработке научно обоснованных методик для оптимизации процесса эксплуатации автомобилей и улучшения деятельности АТП в целом [36].

В условиях развития общественных пассажирских перевозок в Ханое приобретают все большую значимость вопросы отсутствия методики оптимизации, реконструкции, технического перевооружения и расширения на существующих таксомоторных предприятиях. Кроме этого, с каждым годом растет не только количество автомобилей-такси, но и число таксомоторных предприятий [36]. В этой связи требуется дальнейшее совершенствование и развитие правил технической безопасности (ПТБ) для поддержания подвижного состава таксомоторных предприятий в технически исправном состоянии.

За прошедшие 10 лет во Вьетнаме проводятся работы по анализу надежности транспортных средств при эксплуатации и проектировании. Оценка показателей надежности сочетается со статистической обработкой эксплуатационных данных, на основе которых можно предложить решения по оптимизации структуры, улучшению условий эксплуатации и размещению ресурсов на заводе и центре сервисных услуг, что является актуальным направлением исследований.

В работе проведена обработка статистических данных, чтобы выяснить закономерности отказов и износа, исходя из этого можно найти и сформировать комплекс мероприятий по совершенствованию конструкции транспортных средств, таких как локомотивы [72], корабли [69, 77] и автомобилей [76], а также обоснованно проводить расчет потребности в запчастях, материалах и определять наработку на допустимый отказ [82] при заданном уровне надежности.

В последние годы во Вьетнаме проведены некоторые исследования по вопросу определения наработок на отказ изделий и узлов транспортных средств на основе исследований их износов и соответственно по оптимизации периодичности ТО и ремонта с учетом затрат на ТО и ремонт [73].

На основе проведенного выше анализа, можно сделать вывод, что: система ТО и ремонта, как правило, все еще является планово-предупредительной

системой, в которой основа для установления или корректирования периодичности ТО и ремонта – асимптотические отказы или отказы из-за износа.

В России, с развитием науки и техники, система ТО и ремонта оптимизируется различными методами, весьма разнообразными, в том числе плановое техническое обслуживание и ремонт (периодический), ТО и ремонт по техническому состоянию производится методами и оборудованием технического диагностирования. Эти устройства предоставляют информацию о техническом состоянии изделий, узлов на транспортном средстве постоянно, тем самым принимая своевременные и точные решения по ремонту, и периодичность не является решающим фактором, а также особенность ТО и ремонта по техническому состоянию является обеспечением надежности и готовности к работе машин и оборудования при минимальных затратах. Эта проблема до сих пор не изучена и не применялась во Вьетнаме, только периодичность ТО и ремонта является фактором надежности и доступности машин и оборудования, независимо от стоимости и независимо от производственного процесса.

В этой связи создание научно обоснованных предпосылок, применительно к задаче корректирования режимов ТО автомобилей-такси на основе использования экономно-математических моделей является безусловно актуальной.

#### **1.4. Выводы по первой главе**

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1) Автомобильный транспорт играет ведущую роль во всех основных секторах экономики практически всех стран мира. Процесс социально-экономического развития в больших городах Вьетнама вызвал бурный рост многих видов транспорта, таких как такси, автобусы и надземная железная дорога. При этом пассажирские перевозки, выполняемые автомобилями-такси, дополняют общественные пассажирские перевозки. В некоторых местах такси даже являются единственным видом общественного транспорта в районе, особенно в новых развивающихся городских районах Вьетнама.

2) Перевозки, выполняемые такси в основном осуществляются в крупных экономических центрах страны: Хошимин на юге и Ханой на севере Вьетнама.

3) Структура парка такси в городах Вьетнама включает в себя как частные предприятия, так и акционерные общества. При этом многие таксомоторные “предприятия не имеют достаточных финансовых возможностей для осуществления модернизации парка. Кроме того, в условиях недобросовестной конкуренции предприятия не уделяют достаточного внимания работам по операциям ТО и ТР подвижного состава”[57], а также такси вынуждены выполнять пассажирские перевозки с большой интенсивностью (среднее время работы автомобиля-такси в сутки – 16,6 ч) и низкой эксплуатационной скоростью (средняя скорость 20 - 30 км/ч). Что приводит к разжижению масла при высокой температуре, влияет на качество смазки и вызывает быстрый износ деталей и узлов автомобилей, увеличению расхода топлива, “ухудшению технического состояния транспортных средств в целом, увеличению числа дорожно-транспортных происшествий, загрязнению окружающей среды”[57].

4) В настоящее время во Вьетнаме принята планово-предупредительная система ТО (ТО-1; ТО-2) и ремонта автотранспортных средств на основе приказа № 53 от 2014 г. Министерства транспорта Вьетнама «Положение о техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств». “На каждом предприятии в обязательном порядке имеется нормативная документация, регламентирующая основное содержание работ”[36]. Производители автомобилей устанавливают свою “политику технического обслуживания подвижного состава и она практически полностью зависит от предприятия. Назрела явная необходимость в формировании технического регламента, определяющего режимы технического обслуживания”[10]. В этой связи возникает необходимость корректирования нормативов по техническому обслуживанию и ремонту, а именно требуется определить рациональную периодичность ТО, номенклатуру и объемы работ, а также дополнительные работы, обусловленные спецификой эксплуатации автомобилей.

5) “Анализ работ ряда российских авторов, решающих проблему корректирования и оптимизации режимов технического обслуживания показал, что корректирование периодичности ТО по разным направлениям”[10], в том числе оптимизация периодичности по стоимости ТО и ремонтов необходимо проводить в зависимости от технического состояния подвижного состава. Эти результаты исследований являются весьма полезными для применения вышеуказанных методов к условиям Вьетнама.

6) Основным недостатком действующей методики корректирования режимов ТО легковых автомобилей во Вьетнаме является то, что система ТО основана на правилах производителя автомобилей с соблюдением нормативного положения министерства транспорта Вьетнама. В этой связи необходима разработка проблемы корректирования режимов ТО для легковых автомобилей. Это будет способствовать снижению затрат на ТО и ремонт. Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что корректирование режимов ТО легковых автомобилей в условиях Вьетнама является актуальной задачей. Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что корректирование режимов ТО легковых автомобилей в условиях Вьетнама является актуальной задачей.

## ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### **2.1. Определение принципов и построение математической модели, определения периодичности проведения ТО автомобилей-такси во Вьетнаме при рациональной продолжительности эксплуатации.**

По результатам изучения и оценки вопросов, которые были выполнены выше, а также с учетом заданной цели была выработана методика (рис. 2.1), которая определяет структуру дальнейших изысканий и исследований, включающая в себя выполнение теоретических и экспериментальных исследований. Основным принцип данной методики лежит в последовательной выработке методологических мероприятий, которые необходимы для разработки математической модели для определения рациональной периодичности проведения ТО автотранспортных средств, как при монопериодичной системе ТО (на послегарантийном периоде эксплуатации автомобиля), так и при нескольких, рациональных промежутках эксплуатации при постоянном на каждом периоде пробеге между ТО (в качестве примера служат легковых автотранспортные средства, задействованные в такси в столице Вьетнама в г. Ханое Вьетнама). Следует отдельно отметить, что на гарантийном периоде эксплуатации автомобиля такси применяются правила проведения ТО в соответствии с картой обслуживания, формируемой производителем автомобиля, как в отношении объемов и номенклатуры проводимых работ, так и в отношении конкретных значений пробега с начала эксплуатации до проведения того или иного ТО.

При выработке принципов, которые определяют функционирование модели для определения наиболее оптимальной периодичности технического обслуживания автотранспортных средств (такси), на основе проделанного анализа научных трудов и работ, направленных на изучение и оптимизацию методов определения и корректирования режимов ТО, был разработан основной методологический подход, который устанавливает развитие последующих исследований. В соответствии с предложенным подходом были изучены и проанализированы научные труды и работы, направленные на определение опти-

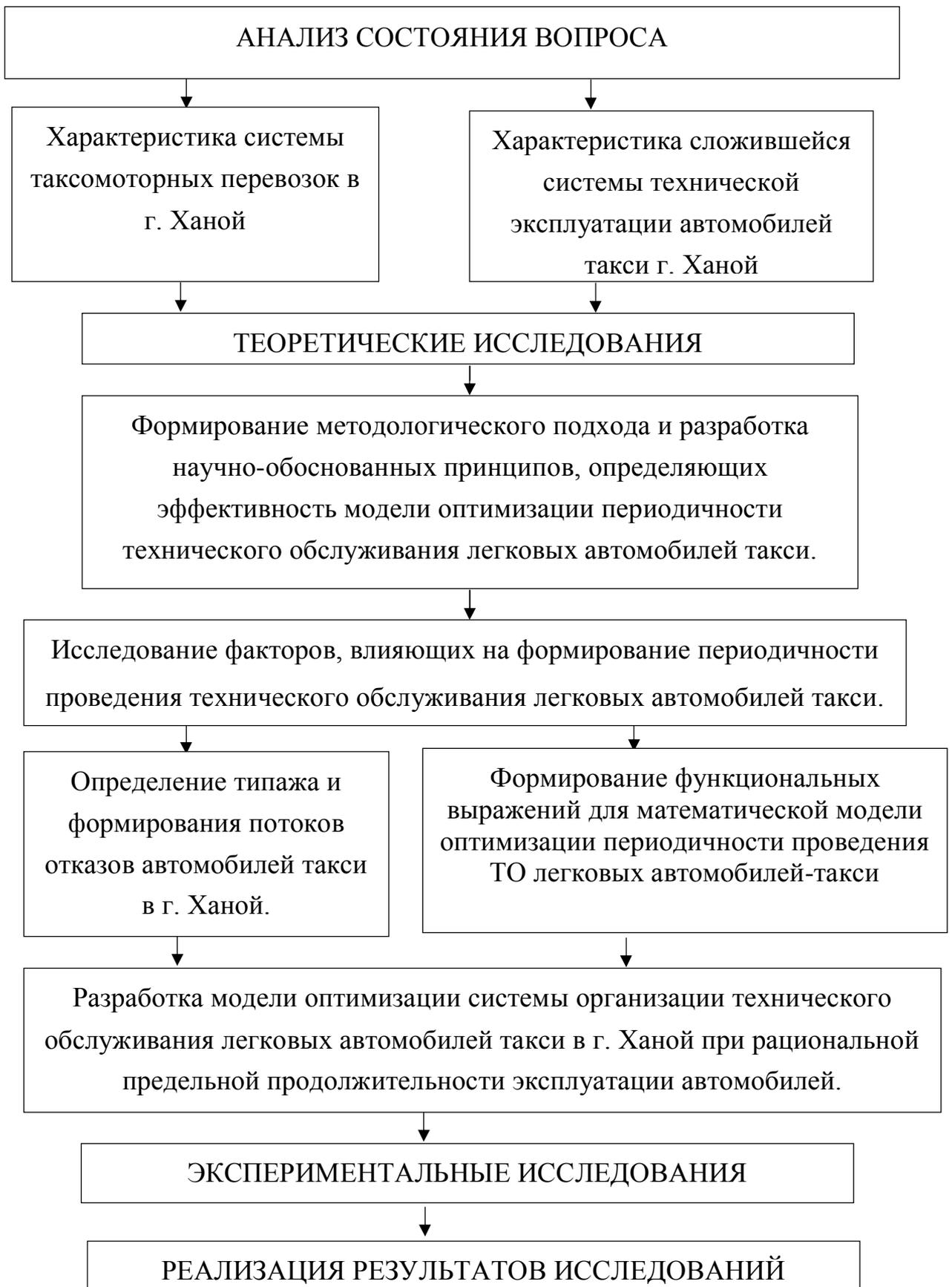


Рис. 2.1. Методика проведения исследований

мальных режимов ТО, которые в свою очередь были разделены на 2 характерные

группы в зависимости от используемого метода назначения периодичности проведения технических воздействий:

- периодичность ТО устанавливается для всей группы автотранспортных средств (принадлежащих рассматриваемой совокупности, для которой проводится работа по определению периодичности), и является фиксированной на всем протяжении жизненного цикла эксплуатации автотранспортного средства и находится в зависимости от некоторого определенного среднего значения наработки на отказ деталей, узлов, агрегатов и т.д.;
- периодичность ТО устанавливается индивидуально (возможно выборочно) для каждого конкретного автотранспортного средства, величина которого меньше, чем средняя наработки на отказ деталей, узлов, агрегатов и т.д. за некоторый наблюдаемый период. Данный подход в настоящее время привлекает большое внимание, однако для его реализации в условиях Вьетнама сейчас недостаточно

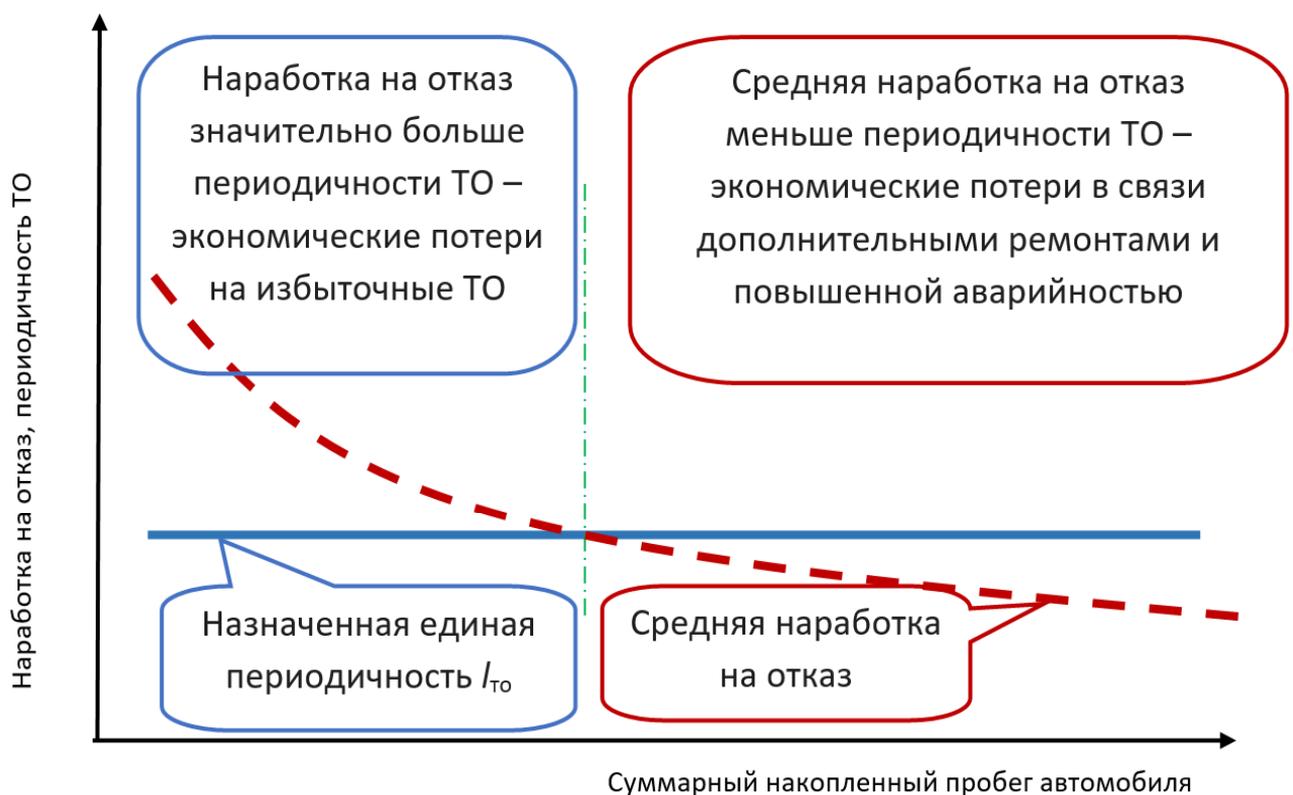


Рис. 2.2. Существующая в настоящее время система назначения периодичности проведения ТО автомобилей-такси в г. Ханое, исходящая из среднего значения наработки на отказ

развита организационная структура по оперативному сбору данных, включающих как информацию по реально произошедшим отказам, так и диагностическую информацию по отдельным автомобилям такси, получаемую в результате проведения планового внешнего диагностирования и в результате сбора информации с бортовых сетей автомобилей, порождаемой в ходе эксплуатации.

Главным слабым местом методов нахождения плановой периодичности технического обслуживания (рис. 2.2), опирающегося на усредненное значение (за все время эксплуатации автотранспортного средства до списания) наработки на отказ является то, что в случаях, когда на определенных накопленных пробегах АТС, частота выполнения ТО больше (в отдельных случаях весьма существенно) усредненной частоты устранения отказов (детали, узла, агрегата и т.д.), разница между этими показателями обуславливает финансовые убытки, связанные с излишними расходами на выполнение технического обслуживания, т.е. технические обслуживания выполняются чаще, чем это необходимо с технической точки зрения.

На определенных накопленных пробегах, когда средняя наработка на отказ уже меньше установленной периодичности выполнения технического обслуживания, помимо финансовых потерь, вызванных необходимостью более частого выполнения текущих ремонтов автотранспортного средства, можно установить повышение аварийности автотранспортных средств, а также, нередко, несоблюдение требований, для обеспечения безопасности их эксплуатации.

Сегодня во Вьетнаме особый интерес вызывают методы определения и корректирования периодичности выполнения технического обслуживания, которые основываются на учете конкретных условий эксплуатации автотранспортного средства и для определенного парка АТС, в частности – легковых автомобилей-такси. При данном методе определении режимов техобслуживания частота проведения ТО будет наиболее близка по своему значению к частоте устранения отказов (детали, узла, агрегата и т.д.) и устанавливается в зависимости от состояния автотранспортного средства, при относительно стабильных среднегодовых пробегах и условиях эксплуатации для

конкретного автомобильного парка. Как уже было сказано выше, недостатком метода установки периодичности выполнения технического обслуживания в персонально для конкретного АТС, в реалиях республики Вьетнам, нужно выделить определенные организационные проблемы при его внедрении для АТП с малым числом линейного автотранспорта. Сейчас основная часть таксомоторных АТП в г. Ханой являются малыми.

Поэтому, наилучшим и более эффективным методом выполнения поставленной задачи по определению наиболее оптимальных периодичностей выполнения технического обслуживания по отношению к предприятию с небольшим числом автотранспорта в условиях республики Вьетнам и г. Ханой, возможна такая система, при которой всё время жизненного цикла подвижного состава будет поделено на некоторое количество отрезков (интервалов), в каждом из которых будет найдена и установлена максимально оптимизирована и рационализирована периодичность выполнения планового технического обслуживания (рис.2.3). Реализация подобного решения для определения периодичности выполнения технического обслуживания позволит снизить финансовые потери, имеющиеся в данный момент времени, которые связаны с разницей наработки на отказ (деталей, узлов, агрегатов и т.д.) и необходимой периодичностью технических воздействий на них, что в свою очередь положительно скажется и на такие параметры, как безопасность эксплуатации автотранспортных средств (автомобилей-такси) в тех возрастных группах АТС, в которых сегодня периодичность технического обслуживания отличается от средней наработки на отказ в большую сторону.

Для осуществления данного метода требуется определить число интервалов, на которых периодичность технического обслуживания постоянна, границы этих интервалов постоянства периодичности проведения технического обслуживания, значения наиболее эффективной периодичности проведения технического обслуживания для каждого такого интервала, а также, на заключительном этапе проработки математической модели, определить рациональный срок службы автомобиля-такси, при котором суммарные удельные издержки на единицу

пробега будут минимальными и, следовательно, наиболее выгодными.

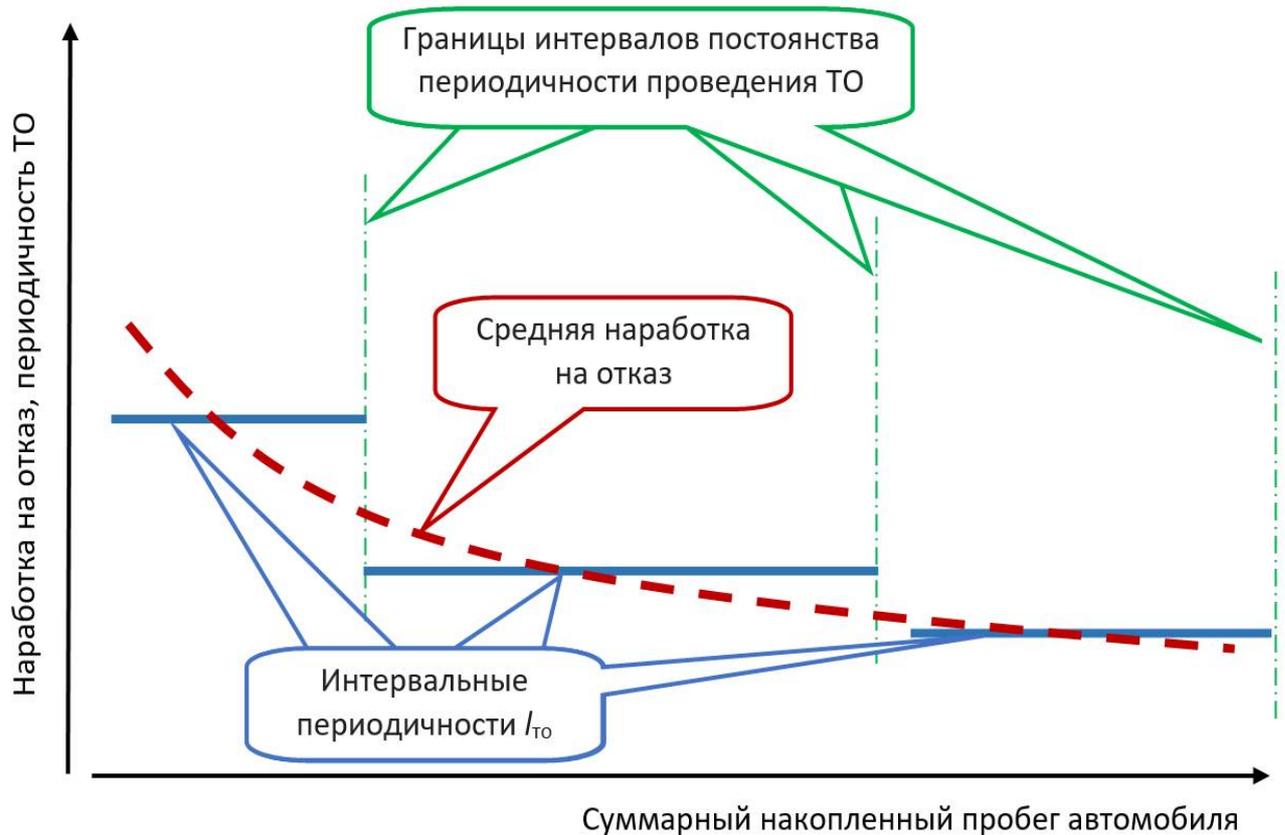


Рис. 2.3. Предлагаемая система назначения периодичности проведения ТО

Дальнейший этап формирования подхода к разработке мероприятий по оптимизации и рационализации периодичности выполнения ТО требует учесть такой факт, что при выполнении планового ТО работы выполняются не по всем системам, узлам, агрегатам, которые вышли из строя или не вышли из строя в процессе работы на линии, а только на те, которые подразумевает конкретный вид технического обслуживания.

Также необходимо отметить, что могут не выполняться работы по отдельным агрегатам и узлам, так как в связи с производством работ технического обслуживания с недостаточным качеством, либо же неисправности по отдельным агрегатам системам обусловлены периодом приработки и пр. То есть, в процессе выстраивания методологии по рационализации и оптимизации периодичности технического обслуживания нужно принимать во внимание данный факт. Поэтому был сформирован классификационный признак отказов и неисправностей - по степени оказываемого влияния технического

обслуживания на их появление (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Определение основного классификационного признака отказов и неисправностей для построения модели влияния периодичности ТО на отказ

Также существенным принципом, определяющим эффективность методики по рационализации и оптимизации периодичности технического обслуживания в рамках малых АТП при достаточной точности и достоверности результатов является оперативность принятия нужных решений. Поэтому, на этапе формирования подхода к созданию методики был сформирован принцип группировки систем и агрегатов АТС, а уже в соответствии с ним сформировались конструктивные группы автомобиля на примере такси.

1) Можно выделить 6 групп агрегатов и систем автомобиля-такси по конструктивному признаку на основании следующих принципов:

+ вид работ по ТР: необходимость ремонтировать автомобиль со снятием систем, агрегатов или нет.

- + время (трудоемкость) устранения неисправностей, отказов или восстановления узлов, систем или агрегатов автомобиля.
- + наличие зоны ожидания ремонта на АТП.

Такие группы, как:

- + Группа №1 состоит из двигателя и его систем, таких как: топливная система, система охлаждения, система смазки, ...
- + Группа №2 состоит из сцепления, коробки передач, карданной передачи и заднего моста;
- + Группа № 3, в которую включаются системы, влияющие на безопасность движения: рулевое управление, тормозная система, колеса и шины;
- + Группа №4 включает переднюю и заднюю подвеску, кузовные работы;



Рис. 2.5. Формирование групп агрегатов и систем автомобиля по конструктивным признакам.

- + Группа №5 связана с полной системой электрооборудования, включает в себя стартер, генератор, систему освещения и световую сигнализацию, систему контроля стеклоочистителя, стеклоподъемников и т.д;

+ Группа №6 включает в себя систему кондиционирования и её элементы.

2) Также учитывалось разделение ремонтных работ по характеру и видам:

+ мелкие работы по текущему ремонту, которые могут выполняться на своей производственно-технической базе АТП. Данные виды ремонтных работ не требуют высокой квалификации производственного персонала, минимальной оснащённости технологическим оборудованием и его стоимостью, а также подразумевают небольшую трудоёмкость работ, например: долив двигателя масла, заправка смазки, промывка системы охлаждения, шиномонтажные и шиноремонтные работы, работы по регулировке тормозной системы; ремонт системы рулевого управления; ремонт или замена элементов сцепления; частичная подкраска деталей кузова автомобиля; ремонт или замена электрооборудования: система освещения (вне или внутри салона автомобиля), система сигнализации (световой и звуковой), ряд контрольных ламп, стеклоочистителя, и т.д.

+ сложные работы по ТР (тяжелые отказы) автомобиля, доставляемого на другое предприятия (головное предприятие) для ремонта. Для выполнения данных ремонтных работ на подобных предприятиях требуются специальные или универсальные рабочие посты с механизированным и современным технологическим оборудованием и оснасткой, включающие в себя различные станки и стенды, в том числе для проверки, ремонта и регулировки отдельных узлов, агрегатов и систем. Также, данные виды работы обладают существенной трудоёмкостью, а к квалификации ремонтного персонала предъявляются высокие требования. К данным видам работ можно отнести такие работы, как демонтаж-монтаж узлов и агрегатов, разборка-сборка агрегатов (двигателя, коробки перемены передач, редукторов и т.д.), замена или восстановление неисправных деталей или узлов данных агрегатов и т.д.; Проверка и регулировка топливных насосов и топливных форсунок; ремонт элементов системы охлаждения; диагностика (выборочная или общая), проверка и ремонт системы вентиляции и кондиционера; проверка и ремонт электрики и электрооборудования

автотранспортных средств (стартер, генератор и пр.), электронных систем управления ДВС, КПП и др., кузовные и окрасочные работы и т.д.

Кроме того, можно классифицировать такие виды работ по ТР на основании характера или сложности ремонтной программы по ТР автомобиля после систематизированной статистики по конструктивным агрегатам или системам, принятым выше.

## **2.2. Исследование факторов, влияющих на изменение периодичности проведения ТО легковых автомобилей-такси**

Таким образом, в соответствии с поставленными в прошлой главе направлениями изысканий опишем пути решения поставленных задач. Во-первых, необходимо сформулировать, что именно с точки зрения алгоритмизации решения поставленной задачи является то или иное ограничение на область применения прорабатываемой методологии.

Как уже было сказано выше, в связи имеющейся в данный момент ситуацией в р. Вьетнам предприятиям автомобильного транспорта рекомендуется выполнять планово-предупредительные работы по техническому обслуживанию автотранспортных средств с периодичностью, определенной в соответствии с достаточно укрупненной группировкой как по модельному ряду, так и по состоянию автомобиля, в частности, по возрасту. Понимая, что рекомендаций от фирм-производителей стало за последнее время гораздо меньше по сравнению с периодом определения общих нормативов на техническое обслуживание, современный и грамотный подход к управлению автотранспортным предприятием, основную роль в котором играет его руководитель, должен основываться на решениях об установлении того или иного комплекса технических воздействий с учетом обеспечения финансовых интересов автотранспортного предприятия, что подразумевает снижение общих суммарных затрат на поддержание автотранспортных средств в технически исправном состоянии. Для средних и малых автотранспортных предприятий, являющихся одними из главных потребителей данной прорабатываемой методики корректировки периодичностей выполнения технического обслуживания, комплекс мероприятий,

дающий возможность грамотно и технически верно выстроить техническую политику в данном направлении, относительно сужен в отношении крупных автотранспортных предприятий. К примеру, использование дорогостоящего технологического оборудования, такого как диагностическая линия (тормозной стенд, стенд проверки подсеки, стенд проверки бокового увода автомобиля) и т.д. малые АТП не могут себе позволить, ввиду их сомнительной экономической эффективности.

Более того, варьирование объемами технического обслуживания, перечнем проводимых работ, задаваемых для каждого нового автотранспортного средства, прибывающего в зону технического обслуживания и ремонта, индивидуально и отлично от предыдущего АТС, только что проведенного механиком (бригадой)/, вносит определенные сложности, из которых особо необходимо указать две.

Во-первых, с позиции выработки системы управления в большинстве автотранспортных предприятий в р. Вьетнам система информационного обеспечения слабо отлажена, а документооборот не в полной мере соответствует сегодняшним тенденциям и требованиям, а передача необходимой информации в полном объеме в положенные сроки о перечне требуемых к проведению работ при техническом обслуживании приведет к необходимости значительного числа новых документов (по сравнению количеством документов используемых в данный момент времени), что в условиях, когда технический персонал при проведении плановых технических работ адаптирован выполнять только базовый перечень операций и функций, высока вероятность того, что именно данный базовый перечень операций и функций и далее будет проводиться даже при предписывании дополнительных работ и технических воздействий.

Во-вторых, нередко объем производимых технических воздействий и так уже не совпадает с нормативными требованиям по выполнению ТО-2. В то же самое время, планирование сроков выполнения ТО-2 осуществляется в малых АТП работниками техотдела и проводится заранее, по накопленному пробегу или методом планирования по календарному сроку, сразу по группе автотранспортных средств. Сформировать разные критерии планирования для

разных автотранспортных средств в отделе, который работает с информационным обеспечением, существенно легче, в связи с чем метод индивидуального (группового) планирования сроков выполнения второго технического обслуживания, варьирование периодичностью обслуживания в корреляции от возраста автотранспортного средства - это более уверенно реализуемый проект по сопоставлению с дополнительным регулированием объемами выполнения технического обслуживания, что особенно актуально в условиях недостатка необходимой статистической информации в условиях потребности принимать решения достаточно быстро.

Далее необходимо рассмотреть аспекты, учитываемые при выстраивании критерия эффективности принятия решения в настоящей методике.

При выстраивании схемы корректирования периодичностью выполнения работ второго технического обслуживания будем исходить из того факта, что этот вид технического обслуживания – финансово-экономический, т.е. непосредственно не относящийся к поддержанию деталей, агрегатов, узлов автотранспортных средств, влияющих на БДД, в технически исправном состоянии. Учитывая данный факт и при обработке статистических данных по отказам и неисправностям по парку подвижного состава, выбранному в качестве наблюдаемого (экспериментального), данные отказы не будут приниматься во внимание. В таком случае проанализируем, какие финансово-экономические показатели связаны с изменением периодичности второго технического обслуживания и каким образом. Будем проводить анализ для удельных затрат, выражаемых в рублях на 1 тыс.км пробега одной единицы автотранспортного средства. Ниже по тексту рассматриваемое техническое обслуживание будем также обозначать сокращенно - ТО.

Обозначим через  $l_{i_{\text{то}}}$  пробег между ТО в  $i$ -м интервале постоянства периодичности ТО (в рамках всего максимального суммарного пробега автотранспортного средства). Примем, что на первом этапе построения математической модели число интервалов и их размеры установлены постоянными, также как и фиксирован предельный срок эксплуатации

автотранспортного средства. Будем анализировать задачу на примере трех интервалов все срока эксплуатации автотранспортного средства.

Обозначим через  $C_{1j}$  те расходы, которые при уменьшении  $l_{i_{TO}}$  в общем будут расти.

Обозначим через  $C_{2j}$  те расходы, которые при уменьшении  $l_{i_{TO}}$  будут в общем снижаться.

Первостепенная составляющая, которая имеет (в основных своих частях) обратную от  $l_{i_{TO}}$  зависимость – это удельные расходы, связанные с выполнении одного технического обслуживания. Они состоят из отнесенных к  $l_{i_{TO}}$ :

- расходов на фонд оплаты труда персонала ( $C_{11}$ ),
  - расходов на энергию (электроэнергия, отопление, подогрев воды и т.д.) при выполнении технического обслуживания ( $C_{12}$ ),
  - расходов на амортизационные отчисления по основным фондам (технологическое оборудование, здания и сооружения ( $C_{13}$ ),
  - недополученной прибыли от снятия с эксплуатации АТС на время выполнения технического обслуживания/среднее значение этого времени, определяется по отчетным данным экспериментального АТП ( $C_{14}$ )
  - расходы на эксплуатацию автотранспортного средства в «плохо работоспособном» состоянии – перерасход топлива, ускоренный износ деталей и узлов, риск повышенной аварийности, схода АТС с линии, - в связи с эффектом «ожидания ТО»: в течении  $n$  дней до ТО водитель в случае появления некритичных по его мнению отказов и неисправностей (дымит, не тянет двигатель и т.д.) продолжает эксплуатацию АТС до момента ТО, чтобы выполнить работы по устранению этих поломок и неисправностей в день выполнения технического обслуживания. Среднее число таких «буферных» дней определяется по статистике по экспериментальному предприятию ( $C_{15}$ ).
- Зависимость этой составляющей целевой функции от пробега после проведенного ТО  $l_{i_{TO}}$  в общем случае может присутствовать, хотя преимущественно она малозаметна.

Контроль финансовых затрат на непосредственное выполнение ремонтных воздействий, которые сопутствуют при выполнении технического обслуживания, не выполняем, т.к. данные ремонтные воздействия в любом случае должны были быть выполнены, и факт выполнения их на несколько дней позже не повлияет на изменение их стоимости (безусловно, в том случае, если перенос момента выполнения данного ремонта на более поздний срок не повлечет за собой усугубления данного отказа (усугубление неисправности/поломки), - однако затратный результат именно от неисправностей такого рода и включается в данную финансово-экономическую, т.е. затратную составляющую).

Составляющая, имеющая (в основных своих частях) прямую от  $\ell_{i_0}$  зависимость – это удельные расходы на выполнение ремонтных работ по тем неисправностям, возникших в период между двумя техническими обслуживаниями. При этом (на начальном этапе) требуется принимать во внимание не все отказы, а только те, на возможность возникновения которых (на формирование вида закона распределения вероятностей отказа по пробегу) оказывает влияние сам факт и число выполненных технических обслуживаний. При выстраивании подавляющего числа экономико-вероятностных моделей для определения наиболее оптимальных режимов, периодичностей выполнения технического обслуживания не принимается во внимание определенный фактор реальности, а именно то, что в любых условиях имеется группа агрегатов, узлов АТС, на исправность и состояние которых не оказывают сильного влияния те виды технических работ, составляющих перечень воздействий, выполняемых при техническом обслуживании. Безусловно, имеют место такие неисправности и отказы, на которые воздействия, производимые при техническом обслуживании, оказывают очень малый эффект, либо не оказывают вовсе. Одними из подобных примеров служат такие неисправности, как отказы фар и фонарей АТС, повреждения шин и многое другое. Более того, из-за имеющейся в конкретном ТМП уровня культуры производства и квалификации персонала, качество работ не в полностью удовлетворяют современным требованиям и нормам, приводя к тому, что восстановление не происходит даже по тем системам и агрегатам, техническое

состояние которых должно быть, при выполнении технического обслуживания, установлено в исходной (в соответствии с нормой). Т.е. необходимо принимать во внимание, что и по тем неисправностям, которые зависят от времени и факта выполнения работ технического обслуживания, плотность вероятности отказа на пробеге, близком к нулю после самого выполнения технического обслуживания не сокращаются до нуля. Таким образом, формирование функции плотности распределения вероятности возникновения отказов даже по неисправностям, зависимым от технических работ, следует выполнять как сумму нескольких потоков.

Далее необходимо рассмотреть развернуто разные типы формируемых потоков отказов автотранспортного средства. Полный набор неисправностей, возникающий принадлежащими автотранспортному предприятию автотранспортными средствами, необходимо наблюдать/рассматривать как сумму нескольких потоков.

1) Поток №1, - условно-постоянный, который не зависит от определенного момента времени выполнения технического обслуживания. Установлено, что наблюдение за «формированием потока отказов для восстанавливаемого объекта, стратегией поддержания работоспособности которого избрана стратегия «ремонт по потребности», показывает, что ведущая функция потока отказа будет представлять из себя сумму функций интегральных законов распределения вероятностей отказа для 1-го отказа, 2-го...,  $i$ -го отказа и т.д. При этом, на первом этапе (в границах 0,5 – 4 средней наработки на отказ) будут видны колебания данной суммарной функции, также как и ее производной – параметра потока отказа, которая в последующем сглаживается и приобретает со временем стабильный или монотонно возрастающий характер. Тем не менее, при исследовании поведения функции  $w_1$  – параметра потока 1-го отказа в пределах эксплуатации автотранспортного средства между двумя моментами последовательно выполняемых технических обслуживаний нам не известно, когда «начался» процесс, и потому можем принять его (т.е. параметр потока отказа) как константную (от пробега после технического обслуживания) величину, во всяком случае, в границах одного интервала «жизни» автотранспортного средства, в

рамках которого мы определяем наиболее рациональное и оптимальное значение периодичности проведения технического обслуживания. При выстраивании комплексной группы нормативных значений периодичности для разных (3-х, 4-х и т.д.) интервалов эксплуатации автотранспортного средства эту функцию будем наблюдать/исследовать как довольно монотонную зависимость от пробега как после начала интервала, так и после начала эксплуатации в целом”[8]. Данную зависимость (а не строгую постоянность) без сомнений необходимо учитывать как при обработке статистики для того, чтобы наиболее точно найти параметры потока, зависящего от (данного, конкретного) момента выполнения технического обслуживания, так и при построении зависимости функции ( $C_{15}$ ) от возраста автотранспортного средства. При определении наиболее оптимальной и эффективной периодичности выполнения технического обслуживания данный поток в границах одного интервала можно, как уже было сказано выше, в первом приближении принять константой и равным среднему интегральному значению по каждому  $j$ -му интервалу. К потоку №1 будем приписывать неисправности и отказы по тем деталям, узлам и агрегатам, на техсостояние и работоспособность которых в ходе выполнения технического обслуживания не оказывается значительного влияния. /При разработке алгоритмов поиска решения (оптимального набора периодичностей технического обслуживания) учет влияния потока №1 на общие финансово-экономические затраты по поддержанию работоспособности автотранспорта проявляется главным образом на тех этапах, когда учитываются факты и закон распределения вероятностей выбытия автомобиля такси из эксплуатации раньше назначенного предельного срока эксплуатации, а также на этапе определения рационального срока эксплуатации автомобиля./

2) Поток №2, - поток, зависящий от (данного, конкретного) момента выполнения технического обслуживания. Неисправности (отказы), входящие в него, формируются процессами, задающими изменение технического состояния автотранспортного средства и на которые были выполнены воздействия при выполнении работ ТО, выполнив приведение их в «изначальное состояние».

Определим параметры этого потока таким образом. “Допустим математическое ожидание для закона распределения вероятностей (ЗРВ) отказа по пробегу подчиняется той же функции (виду функции), что и параметр потока отказа для потока №1. Вид функции ЗРВ отказа по пробегу остается в основном постоянным на протяжении всего интервала, и даже всей жизни автотранспортного средства. Кроме потоков №1 и №2, описанных выше по тексту, формируются также следующие потоки отказов:

3) Поток №3 – этот поток по своему поведению близок к поведению потока №1, хотя и происхождение его иное. В данный поток поступают неисправности (отказы) по деталям, узлам и агрегатам, которые необходимо отнести к потоку №2, но они выпадают из него, - с учетом, как уже было сказано выше, того, что есть некая часть некачественно выполняемых работ при техническом обслуживании. При каждом техническом обслуживании это могут быть различные системы, однако в целом «поток» недоделок от разных автотранспортных средств в общий поток проходит систематически, в связи с чем обоснованно принять для отказов из этого перечня модель потока, представленную для потока №1”[10].

4) Поток №4 – данный поток по характеру своего поведения тоже может быть рассмотрен как близкий к поведению потока №1. Он состоит из неисправностей по узлам, системам и агрегатам, входящим в «перечень обработки» при первом техническом обслуживании. Данный вид ТО выполняется значительно чаще (кратно) чем рассматриваемый вид технического обслуживания, и потому для параметра потока соответствующих отказов автотранспортного средства может быть принят вид функции  $= \text{const}$  ( $\text{const}$  с небольшой колебательной составляющей) на периоде между двумя идущими друг за другом техническими обслуживаниями. При обработке статистических данных отказы, относящиеся к потоку №4, следует удалить из выборки, как не входящие в сферу анализа поставленной задачи рационализации и оптимизации, т.е. мало подверженные влиянию качества выполнения работ, относящихся к анализируемому виду технического обслуживания.

5) Поток №5 – “поток, формируемый внезапными неисправностями и отказами. По аналогии с исследованием потока №1 принимаем данный параметр потока отказа в данном случае константой по каждому интервалу всего жизненного цикла автотранспортного средства, т.е. зависимым от общего накопленного пробега автотранспортного средства”[10], но не от пробега, накопленного после проведенного очередного технического обслуживания;

6) Поток №6 – поток отказов на этапе обкатки (приработки). Действует на начальном этапе эксплуатации автотранспортного средства. Его функциональный вид, параметры распределения также могут быть сформированы из статистических данных, но и он принимается независимым от конкретных моментов выполнения технического обслуживания, и в данном исследовании не играет заметной роли в связи с тем, что, как было сказано выше, во время гарантийного периода эксплуатации автотранспортного средства после выполнения ТО подчиняется условиям, задаваемым в карте обслуживания, формируемой фирмой-производителем автомобиля.

Таким образом, для определения наиболее оптимальных и рациональных режимов необходимо знать вид функции изменения финансовых затрат от пробега после выполнения технического обслуживания в различные «периоды жизни» автотранспортного средства. Для определения данной функции, необходимо принимать во внимание все указанные выше в пунктах 1- 6 потоки, т.к. статистика по неисправностям (отказам), которая может быть собрана на автотранспортном предприятии в реальных условиях эксплуатации подвижного состава, объединяется при комбинации всех описанных потоков. Более того, в процессе обработки статистики на АТП требуется проводить анализ как пробегам между отказами в целом, так и пробегам до первого после технического обслуживания отказа, распределение числа неисправностей в промежутке между техническими обслуживаниями, общая трудоемкость технических работ между техническими обслуживаниями, причем все исследуемые величины, также как и законы распределения вероятностей пробега до отказа ЗРВ необходимо рассматривать в зависимости также и от пробега с начала эксплуатации АТС.

Рассмотрим далее состав функций  $C_2$ .

Во-первых, “данная группа функций разделяется по тем потокам неисправностей (отказа), которые ранее были указаны. Вместе с тем, в соответствии с приведенными выше изложениями для построения модели оптимизации периодичности ТО в рамках выделенного интервала важны только те функции, которые изменяются за пробег между ТО”[10]. Другие потоки отказов, хотя и оказывают значительное влияние на экономические показатели и трудоёмкость работ на АТП, будут предусматриваться при нахождении оптимальных границ и количества интервалов, в пределах которых будут действовать те или иные периодичности технического обслуживания, и далее, т.е. на втором и третьем этапах решения поставленной задачи рационализации и оптимизации. Таким образом, в задаче первого этапа рационализации следует рассматривать только ремонтные воздействия, вызванные потоком №2.

Во-вторых, разделение выполняется по типам отказов - по системам и агрегатам АТС. По причине того, что даже при достаточно похожих видах закона распределения вероятности отказа по пробегу после ТО, параметры этих законов будут различны, также как различны финансовые затраты на устранения неисправности, длительностью ремонтных воздействий. Таким образом, вклад каждой неисправности в ее ремонта в функцию экономической эффективности потерь может быть кардинально различной по времени устранения неисправности, и по потерям на линии – горючее, потери времени на эвакуацию в АТП, потери общего времени на линии и т.д., цена на запасные части и материалы и т.д. Отметим, что для малых ТМП обеспечить крупный массив статистических материалов по всем элементам, узлам и системам эксплуатируемых автотранспортных средств сложно в короткие сроки, из чего следует, что единственным реальным на практике способом является разделение всех неисправностей на относительно большие группы и построение закона распределения вероятностей по всей группе с усреднением групповых финансовых показателей.

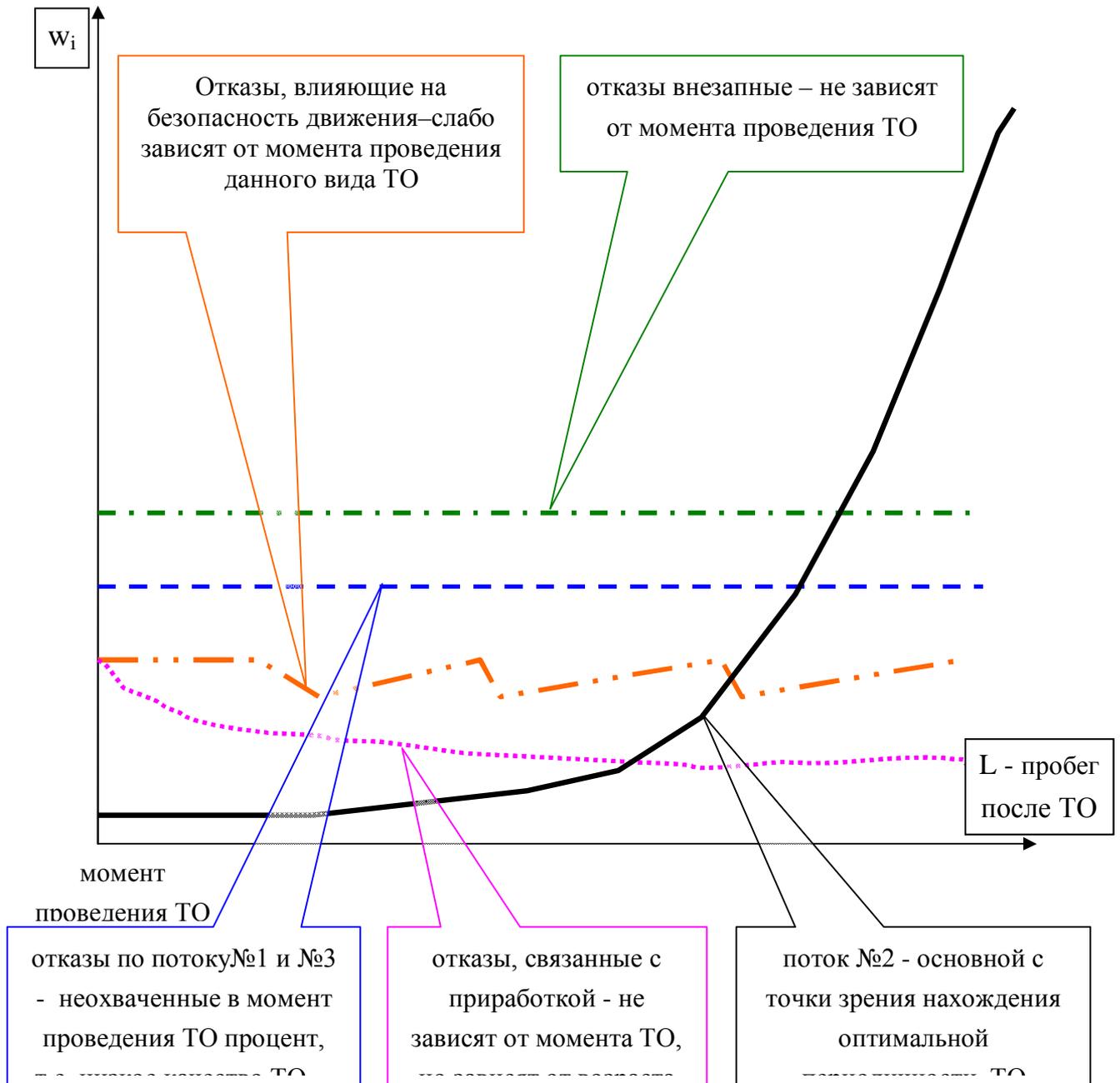


Рис. 2.6. Схематическое представление функций параметров потока отказов автомобиля в пределах одного периода проведения ТО

В результате задача по рационализации и оптимизации сводится к определению минимальных затрат, определяющихся из издержек на организацию и обеспечение выполнения технического обслуживания и из издержек, которые определяются потоками неисправностей (отказов), в перечне указанном выше и схематически изображенными на рис. 2.6.

Для установления наиболее оптимального в границах конкретного интервала постоянства периодичности ТО в первом приближении необходима

только зависимость, которая указана черной линией на рис.2.6. Также, необходимо учесть, что в статистических данных по неисправностям и отказам вовлечены все указанные потоки, и при обработке статистики нужно разделить данные неисправности по потокам. Зависимость параметров почти всех потоков неисправностей от возраста АТС имеет важное значение и ее требуется учитывать на втором этапе решения поставленных задач по рационализации и оптимизации – определение числа и границ интервалов постоянства периодичности технического обслуживания.

Более того, при условии обеспечения возможности разбить рассматриваемые потоки, существенно проще составить коэффициент коррекции по отношению к уже имеющимся, который принят на рассматриваемом ТМП в соответствии с нормативами.

В предлагаемых автором расчетах непосредственного учета воздействия эксплуатационной диагностики при техническом обслуживании не выполняется, т.к. в процессе обработки собранных статистических данных о возникших неисправностях сбор необходимых материалов выполнялся в условиях работы того набора технических инструментов (оборудования для проведения диагностики), который и далее будет применяться в рассматриваемом ТМП. Поэтому, при построении функций зависимости вероятности появления неисправности по какой либо системе, узлу или агрегату автотранспортного средства опосредовано уже будет учтено влияние имеющихся средств диагностирования. Также, в связи с тем, что создаваемая методика будет использоваться преимущественно на малых и средних ТМП республики Вьетнам, где на сегодняшний день отсутствуют современные и высокопроизводительные средства технической диагностики, то уровень воздействия самой диагностики, а также вариации средствами диагностики на логику построения прорабатываемой модели оптимизации низкая при выявлении редко происходящих отказов, и следовательно, малых вероятностях предсказания отказа с помощью диагностики, отсутствии прогнозной коррекции технических мероприятий по конкретному автомобилю.

Так как материала для статистической выборки достаточно мало, имеет место риск возникновения существенных ошибок при выполнении расчетов и вычислений. Тем не менее, необходимо применить общепризнанный метод аналогий. Допустим и зададим, что определенная, заданная периодичность технического обслуживания, которая применяется на ТМП в соответствии с рекомендациями Минавтотранса республики Вьетнам, вполне верно подходит к нашему искомому результату при выполнении расчетов по всему жизненному циклу АТС как по одному интервалу. Причем, характер изменения параметра потока неисправностей для АТС мы знаем (постепенный равномерный рост, без учета времени приработки, т.е. гарантийного срока). В связи с данным обстоятельством, при построении модели включается коэффициент коррекции параметров ЗРВ, который доводит необходимые расчеты в соответствие с существующим порядком выполнения техобслуживания, а по завершении его расчета, выполняется последующий анализ модели, выходными параметрами для которой являются:

- количество интервалов, внутри которых будет выдерживаться константная периодичность проведения технического обслуживания;
- границы интервалов, обладающих описанными выше свойствами;
- значения рациональной периодичности (частоты) проведения ТО для каждого такого интервала.

### **2.3. Определение функциональных выражений модели определения периодичности проведения ТО легковых автомобилей-такси**

Рассмотрим теперь функциональные выражения для составляющих модели.

Функция  $C_{1_1}$  представляется в виде:

$$C_{1_1}(l_{i_{\text{то}}}, L) = K_{c_1} / l_{i_{\text{то}}} \quad (2.1)$$

где

$L$  – возраст автотранспортного средства, в тыс. км. пробега;

$K_{c_1}$  - коэффициент, учитывающий расходы на оплату труда рабочих по выполнению одного ТО, которые принимаем независимыми от  $L$ .

Аспект зависимости данного коэффициента от пробега между ТО в общем случае может быть рассмотрен, однако в пределах относительно небольших изменений периодичности при явном неприятии в настоящих условиях в р. Вьетнам для АТП того типа, для которого предполагается использование результатов данной работы/ существенного уменьшения периодичности можно принять, что объем (средний) сопутствующих работ практически входит в объем ТО.

Функция  $C_{12}$  представляется в виде:

$$C_{12}(l_{i_{\text{ТО}}}, L) = K_{c2} / l_{i_{\text{ТО}}} \quad (2.2)$$

где  $K_{c2}$  - коэффициент, представляющий из себя затраты на энергию при проведении одного ТО, также принимаем независимым от  $L$ .

Функция  $C_{13}$  представляется в зависимости от режима функционирования предприятия в виде:

а) количество постов ТО и оборудование, используемое при ТО, никак не будет зависеть от режимов и, следовательно, объемов ТО, и применяться будет только для работ ТО:

$$C_{13}(l_{i_{\text{ТО}}}, L) = K_{c3} / L_{\text{год}} \quad (2.3)$$

где  $K_{c3}$  - годовые амортизационные отчисления за здания, сооружения и оборудование, приходящиеся на пост(посты) ТО (из общей суммы),

$L_{\text{год}}$  - годовой пробег всего парка автомобилей АТП,

или (б):

$$C_{13}(l_{i_{\text{ТО}}}, L) = (K_{c3} * L_{\text{ТО}}) / (l_{i_{\text{ТО}}} * L_{\text{год}}) \quad (2.4)$$

где  $L_{\text{ТО}}$  – применяемая в настоящее время периодичность ТО.

Вариант (б) применяется в том случае, если для АТП возможно применение высвобождающиеся ресурсов (площадей, технологического оборудования, производственный персонал) для иных (ремонтных) работ в АТП. Данное высвобождение может протекать в случае роста периодичности технического обслуживания, а значит при уменьшении всего объема работ по техническому обслуживанию и снижении необходимости в технологическом оборудовании, - значит, процент применяемого используемого для технического обслуживания технологического оборудования и оснастки снижается, и снижаются обратно

пропорционально  $l_{i_{TO}}$  амортизационные отчисления, сопряженные с техническим обслуживанием.

Функция  $C_{14}$  представляется в виде:

$$C_{14}(l_{i_{TO}}, L) = Kc_4 / l_{i_{TO}} \quad (2.5)$$

где  $Kc_4$  - коэффициент, представляющий из себя среднюю прибыль, которую получает предприятие с одного работающего на линии автомобиля за время, соответствующее времени проведения одного ТО. Принимаем независимым от  $L$ .

Функция  $C_{15}$  представляется в виде:

$$C_{15}(l_{i_{TO}}, L) = Kc_5 / l_{i_{TO}} \quad (2.6)$$

где

$$Kc_5(l_{i_{TO}}, L) = \sum_{j=1}^5 [K_{5j} * \int_{(l_{i_{TO}} - l_{cc} \cdot D_{Pi})}^{l_{i_{TO}}} w_j(l, L) dl] \quad (2.7)$$

- интеграл параметра потока отказа по всем потокам, при которых может быть повышение эксплуатационных затрат при эксплуатации с неисправностями.

Интеграл принимается в зависимости от пробега, в соответствии с последними  $D_{Pi}$  днями непосредственно перед техническим обслуживанием, умноженным на  $l_{cc}$ , допускаем различные значения для разных потоков,

$D_{Pi}$  – период времени перед выполнением технического обслуживания, в течение которого возникшие неисправности АТС сводятся в «группу» водителем до факта выполнения технического обслуживания и ремонтируются в день выполнения технического обслуживания, при этом эксплуатация АТС продолжается с увеличенными расходами,

$l_{cc}$  – среднесуточный пробег автотранспортного средства,

$K_{5j}$  – коэффициент, включающий в себя дополнительные расходы, которые обусловлены эксплуатацией одного АТС имеющего неисправности, оказывающий влияние на экономические показатели. Расходы состоят из перерасхода горючего, смазывающих материалов, падение способности автотранспортного средства к выполнению перевозок, рост вероятности прекращения выполняемого перевозочного процесса с учетом выплаты клиенту компенсации за этот срыв,

рост интенсивности износа деталей, узлов и агрегатов с определенным уменьшением периода службы АТС и т.д., - на пробеге  $D_{п1} * l_{cc}/2$ ,

$w_1(l, L) = w_1(L)$  – параметр потока отказа по тем неисправностям, возникновение которых не зависит (мало зависит) от работ, проводимых при ТО,

$w_3(l, L) = w_3(L)$  – параметр потока отказа по тем неисправностям, возникновение которых зависит от работ, проводимых при ТО, но попадает в «зону некачественного выполнения ТО»,

$w_2(l, L)$  - параметр потока отказа по тем отказам, момент времени начала отсчета по возникновению которых приходится на предыдущее техническое обслуживание, т.е. сюда входят неисправности, возникшие по узлам, агрегатам и системам, для которых техсостояние при выполнении технического обслуживания было приведено в нормативное состояние, т.е. параметр по оси абсцисс, используемый в функциях закона распределения вероятностей возникновения отказа по пробегу, устанавливается на ноль в момент выполнения технического обслуживания. В общем случае  $w_2(l, L)$  имеет зависимость параметров распределения ЗРВ от возраста АТС ( $L$ ), и представляет из себя в пределах одного пробега между техническими обслуживаниями сумму плотностей распределения вероятностей первого отказа, второго, третьего и т.д., - по пробегу  $l$ . Более подробно формирование функции параметра потока отказа для каждой отдельной группы отказов, также как и ведущей функции параметра потока отказов, будет рассмотрено в главе №3.

#### **2.4. Разработка модели определения периодичности технического обслуживания легковых автомобилей-такси**

Исходя из того, что по всем исследуемым узлам, агрегатам и системам средняя наработка на отказ значительно больше, чем периодичность ТО (в ином случае сам смысл работ по ТО был бы в значительной степени малозначимым), для построения  $w_2(l, L)$  чаще всего в достаточной мере принимать во внимание ЗРВ только до 1-го отказа. Тем не менее, условия эксплуатации АТС и, таким образом, сбора статистики в каждом конкретном АТП могут отличаться существенно, поэтому нужно принимать во внимание возможные ситуации, в

которой определение параметров ЗРВ будет выполняться при необходимости учета смеси 1-х, 2-х и т.д. отказов по каждой (или некоторым) «i»-й системе.

При этом, несмотря на факт принятия условия о возможности использования общего закона распределения для выделенной группы узлов, агрегатов, необходимо принимать во внимание, что даже для нормального закона распределения вероятностей плотность распределения вероятностей возникновения первого отказа для объединения потоков (случайных величин) не будет строго равна плотности распределения того же вида функционала, что и исходные функции, даже если они подчинены одному закону распределения вероятностей. При этом в том случае, когда средние наработки на отказ по каждому из отказов (неисправность агрегата, узла) больше (значительно), чем рассматриваемые периодичности ТО, позволяем использование аппроксимации образующихся при небольших значениях функций  $p_i$  с и их суммированием через гиперболическое представление, а параметры ведущей функции потока отказов, основывающегося на этой функции, будут выражаться из обработки статистической информации при учете как образующей определенной таким образом функции. Все используемые параметры потока отказа – составные и суммируются из потоков отказов по отдельным узлам, агрегатам, т.е.

$$\forall j: w_j = \sum_{k=1}^{Ns_j} w_{j,k}(l, L) \quad (2.8)$$

где  $k$  – номер (укрупненной) системы автомобиля,

$Ns_j$  – число систем, которые должны учитываться при построении  $j$ -го потока,

$w_{j,k}(l, L)$  – параметр потока отказа по « $k$ »-й системе в той части, в которой входит в формирование « $j$ »-го потока отказов, в зависимости от  $l$  – пробега после очередного технического обслуживания, и от  $L$  – возраст АТС.

Нужно учитывать, что составляющая, которую дает поток №2, варьируется и в пределах одного периода постоянства пробега между ТО; составляющие по остальным потокам являются константами в пределах одного периода постоянства пробега между ТО, но при снижении  $l_{i_{\text{ТО}}}$  число подобных случаев (выполнения технического обслуживания) растет, в связи с чем составляющую ( $Kc_5$ ) и необходимо брать по всем потокам неисправностей. Вариация границ

интервалов также влияет на постоянства периодичности ТО, так как подставляемые в функциональные выражения значения параметров соответствующих ЗРВ представляют из себя средние (по интервалу постоянства периодичности ТО) значения соответствующего изменяемого от возраста параметра. При выполнении вычислений по средним значениям функция будет иметь вид:

$$C_{15}(l_{i_{TO}}, i) = \frac{1}{l_{i_{TO}}} \sum_{j=1}^5 \left[ \int_{(l_{i_{TO}} - l_{cc} \cdot D_{n_i})}^{l_{i_{TO}}} \sum_{k=1}^{N_{s_j}} K_{5j} \cdot w_{j,k}(l, \bar{L}_i) dl \right] \quad (2.9)$$

$\bar{L}_i$  - середина  $i$ -го интервала постоянства периодичности ТО;

Другой вариант анализа задачи – определение интеграла рассматриваемых финансовых составляющих по всему интервалу постоянства периодичности ТО с учетом зависимости параметров потоков от возраста АТС, и тогда функция  $C_{15}(l_{i_{TO}}, L)$  превратится в:

$$C_{15}(l_{i_{TO}}, i) = \frac{1}{S_i} \sum_{m=1}^{(S_i/l_{i_{TO}})} \left[ \sum_{j=1}^5 \left[ K_{5j} \cdot \int_{(l_{i_{TO}} - l_{cc} \cdot D_{n_i})}^{l_{i_{TO}}} \left( \sum_{k=1}^{N_{s_j}} w_{j,k}(l, L_{i_n} + (m - 0.5) \cdot l_{i_{TO}}) \right) dl \right] \right] \quad (2.10)$$

Здесь  $L_{i_n}$  – начало  $i$ -го интервала;

$S_i$  – длина  $i$ -го интервала постоянства периодичности ТО.

Полагаем  $S_i$  кратно  $l_{i_{TO}}$ . Для удобства расчетов, учитывая то, что на любом из рассматриваемых  $i$ -х интервалов количество выполняемых ТО весьма велико, можем преобразовать эту формулу в следующую:

$$C_{15}(l_{i_{TO}}, i) = \frac{1}{l_{i_{TO}}} \sum_{j=1}^5 \left[ K_{5j} \cdot \int_{(l_{i_{TO}} - l_{cc} \cdot D_{n_i})}^{l_{i_{TO}}} \left( \frac{1}{S_i} \int_{L_{i_n}}^{(L_{i_n} + S_i)} \left( \sum_{k=1}^{N_{s_j}} w_{j,k}(l, s) \right) ds \right) dl \right] \quad (2.11)$$

Далее необходимо рассмотреть построение функций  $C_{2j}$ .

В соответствии с уже указанными выше условиями построения  $C_{2j}$ , с учетом того, что в данной задаче оптимизации характеристики потоков №1,3,4,5 не зависят от периодичности выполнения технического обслуживания и по аналогии с логикой построения функции  $C_{15}$  имеем:

а) вариант расчета по средним значениям параметров потока отказа:

$$C_{2,j}(l_{i_{TO}}, i) = \frac{1}{l_{i_{TO}}} * \int_0^{l_{i_{TO}}} K_{6,j} \cdot w_{2,j}(l, \bar{L}_i) dl \quad (2.12)$$

б) вариант усреднения интеграла по всему интервалу постоянства периодичности ТО:

$$C_{2,j}(l_{i_{TO}}, i) = \frac{1}{l_{i_{TO}}} \cdot \int_0^{l_{i_{TO}}} \left( \frac{1}{S_i} \cdot \int_{L_{i_n}}^{(L_{i_n} + S_i)} (K_{6,j} \cdot w_{2,j}(l, s)) ds \right) dl \quad (2.13)$$

В формулах (2.12) и (2.13) принято:

индекс 'j' – номер группы отказов, входящих в поток №2;

$K_{6,j}$  - коэффициент, представляющий из себя средние расходы, связанные с одним отказом из 'j'–ой группы. Эти затраты состоят из:

$$K_{6,j} = K_{61,j} + K_{62,j} + K_{63,j} + K_{64,j} + K_{65,j} \quad (2.14)$$

$K_{61,j}$  - оплата работы рабочих, пропорциональная средней трудоемкости ремонта:

$$K_{61,j} = T_{рj} * Z_{р} \quad (2.15)$$

где  $T_{рj}$  – средняя трудоемкость ремонта по отказам из 'j'–ой группы,

$Z_{р}$  – стоимость одного человеко-часа;

$K_{62,j}$  - средняя стоимость требуемых по отказам из 'j'–ой группы запасных частей;

$K_{63,j}$  - недополученная прибыль, связанная с простоем автомобиля в ремонте и отсутствием его на линии по отказам из 'j'–ой группы:

$$K_{63,j} = T_{лj} * П_{р} \quad (2.16)$$

где  $T_{лj}$  – средние потери линейного времени, связанные с одним ремонтом по отказам из 'j'–ой группы,

$П_{р}$  – средняя прибыль получаемая с одной единицы подвижного состава в единицу времени;

$K_{64,j}$  - средние расходы на перерасход горючего, смазочных материалов при возникновении одного отказа из 'j'–ой группы:

$$K_{64,j} = T_{нj} * C_{тj} \quad (2.17)$$

где

$T_{нj}$  – среднее время эксплуатации подвижного состава с неисправностью из 'j'–ой группы до ее устранения (время на обнаружение, игнорирование, доставка в ремонтную зону),

$C_{Tj}$  – средние затраты на перерасход при эксплуатации подвижного состава с (необнаруженной) неисправностью из ‘j’-ой группы;

$K_{65,j}$  – средние расходы на доставку подвижного состава в АТП при появлении одного отказа из ‘j’-ой группы:

$$K_{65,j} = P_j * C_{Д} \quad (2.18)$$

$P_j$  – вероятность необходимости транспортировки подвижного состава при возникновении отказа из ‘j’-ой группы,

$C_{Д}$  – стоимость транспортировки подвижного состава с линии в АТП.

Таким образом, вид целевой функции (в пределах одного  $i$ -го интервала) будет следующий:

$$C_{\Sigma}(l_{i_{ТО}}) = \sum_{j=1}^k C_{1j}(l_{i_{ТО}}, L_{i_{Н}}, L_{i_{В}}) + \sum_{j=1}^{N_{s_2}} C_{2j}(l_{i_{ТО}}, L_{i_{Н}}, L_{i_{В}}) \rightarrow \min \quad (2.19)$$

где  $l_{i_{ТО}}$  – периодичность выполнения технического обслуживания на рассматриваемом  $i$ -м интервале пробега;

$L_{i_{Н}}$  – начало « $i$ »-го интервала (нижняя граница интервала постоянства периодичности технического обслуживания);

$L_{i_{В}}$  – конец « $i$ »-го интервала (верхняя граница интервала постоянства периодичности ТО);

$C_{1j}$  – удельные затраты (связанные в основном с единичным проведением технического обслуживания), преимущественно убывающие при увеличении  $l_{i_{ТО}}$ ;

$k$  – количество составляющих затрат  $C_{1j}$ ;

$C_{2j}$  – удельные затраты (связанные в основном с нарастанием потоков отказов), преимущественно нарастающие при увеличении  $l_{i_{ТО}}$ ;

$N_{s_2}$  – количество потоков отказов, формирующих удельные затраты типа  $C_{2j}$ .

Примерный вид графического представления для данной задачи дан на рис. 2.7. Решить поставленную задачу “возможно как аналитическими способами, (взятием производной и приравниванием ее 0, т.к. все входящие в выражение функции являются непрерывными, по крайней мере в области реально возможных решений), так и расчетными методами с использованием специализированных программных инструментов. На начальном этапе при задании отдельных базовых интервалов рационализации и оптимизации периодичности технического

обслуживания со строго заданными границами, как уже отмечалось выше, оптимизация  $l_{\text{ТО}}$  для всех « $i$ » выполняется обособлено по каждому такому интервалу»[10] в соответствии с (2.19).

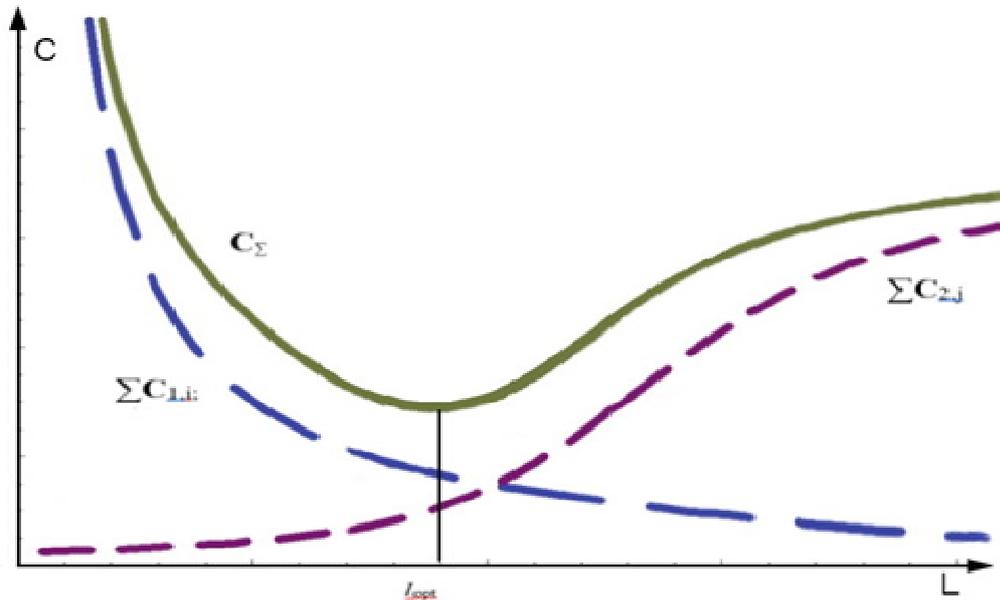


Рис. 2.8. Образ поведения целевой функции для первого этапа нахождения оптимальной периодичности ТО.

При этом, дальнейший этап решения определения оптимального выражения (2.19) не может выполняться в отрыве от общей в целом задачи, включающей в себя определение и остальных (временных) параметров искомых режимов. В выражении (2.19) параметр « $i$ » означает, как и в более ранних формулах, номер интервала константы периодичности технического обслуживания, которых может быть несколько. Действительно, по мере старения автомобиля, т.е. увеличения суммарного накопленного пробега, параметры большинства зависимостей, используемых в построении математической модели, изменяются. Иллюстрацией этого может служить приведенная на рисунках 2.8-2.10 модель изменения поведения целевой функции и результирующих характерных решений, получаемых при проведении решения на первом, начальном уровне, в зависимости от возраста автомобиля. Здесь по оси абсцисс откладывается  $L_{\text{ТО}}$  - пробег между ТО, в  $10^4$  км., по оси ординат  $L_{\Sigma}$  - суммарный накопленный пробег автомобиля, в  $10^5$  км., по оси аппликат  $C$  - удельные издержки, руб./км. По всем осям указаны значения, пронормированные в рамках данной иллюстрации.

Красными микросферами показаны рациональные положения решений ( $L_{TO}$ ,  $C_{\Sigma}$ ) при соответствующих накопленных пробегах автомобиля, синяя линия – сглаживающая образующая функция решения в зависимости от  $L_{\Sigma}$ , малиновым цветом дан некоторый заданный интервал суммарного пробега, в котором будет действовать искомое постоянное значение пробега между ТО, и желтым параллелепипедом отмечен диапазон изменения рационального значения решения целевой функции начального уровня на протяжении заданного интервала суммарного пробега автомобиля. Из иллюстрации видно, что, во-первых, результирующие удельные издержки, рассчитываемые за весь период эксплуатации автомобиля, для повышения точности решений должны учитывать влияние суммарного накопленного пробега автомобиля, и не просто усреднением за рассматриваемый интервал постоянства  $L_{TO}$ , в связи с нелинейностью получаемых функциональных зависимостей, а во-вторых, уменьшение длин интервалов постоянства  $L_{TO}$  и, следовательно, увеличение их количества, приведет к уменьшению удельных издержек за весь период эксплуатации автомобиля.

В то же время чрезмерное увеличение разнообразных значений  $L_{TO}$  при современном уровне организации проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей такси во Вьетнаме приведет к значительному рассогласованию работ, что должно учитываться при формировании математической модели, предназначенной для поиска рационального количества, расположений интервалов постоянства проведения ТО автомобилей, также как и самих значений  $L_{TO}$ .

В соответствии с (2.19) формулировка задачи оптимизации второго этапа будет выглядеть:

$$Z_a = \sum_{i=1}^{N_{int}} \left( \sum_{j=1}^k C_{1j}(l_{i_{TO}}, L_i, L_i) \cdot (L_i - L_i) + \sum_{j=1}^{Ns_2} C_{2j}(l_{i_{TO}}, L_i, L_i) \cdot (L_i - L_i) \right) \rightarrow \min \quad (2.20)$$

$$\underline{M}_n \subset \{l_{1_{TO}}, l_{2_{TO}}, \dots, l_{N_{int_{TO}}}, L_{2_H}, L_{3_H}, \dots, L_{N_{int_H}}, N_{int}\}$$

где  $Z_a$  – полные издержки, связанные с поддержанием работоспособности такси за срок эксплуатации;

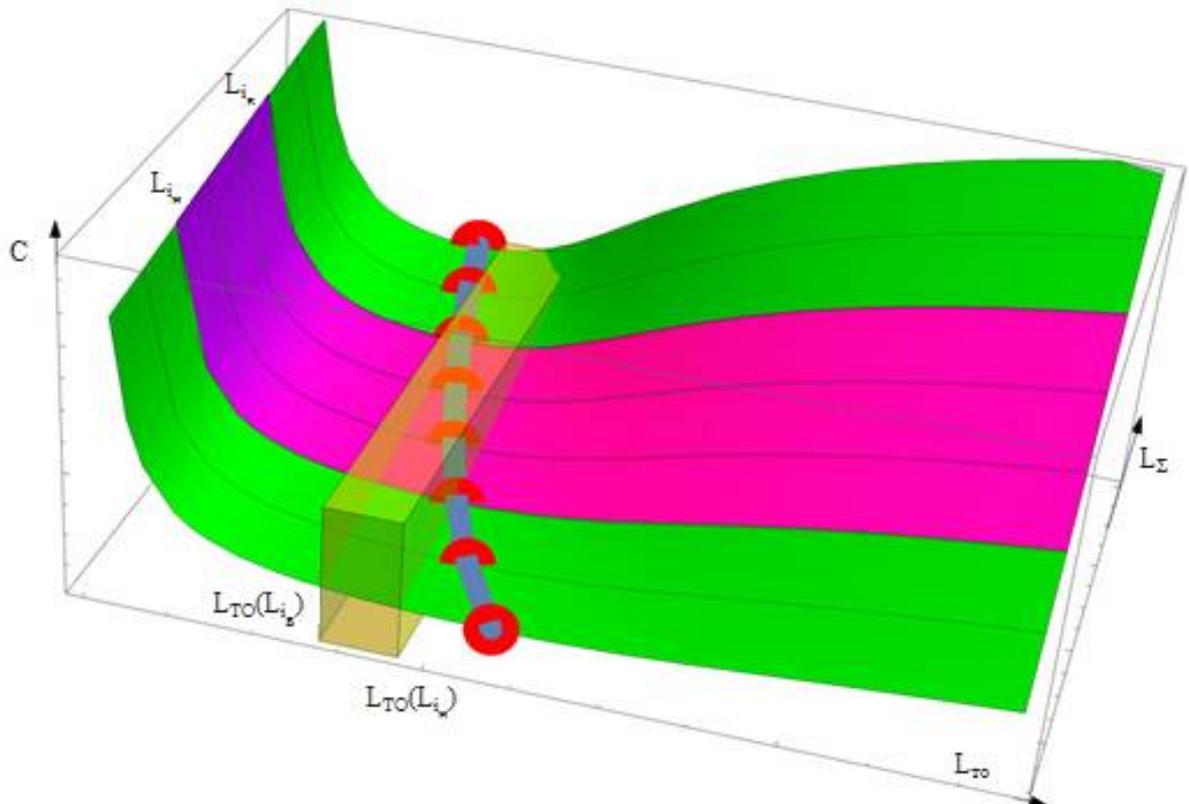


Рис. 2.8. Визуализация формирования значений целевой функции и рациональных решений для задачи первого уровня оптимизации при различных суммарных накопленных пробегах автомобиля

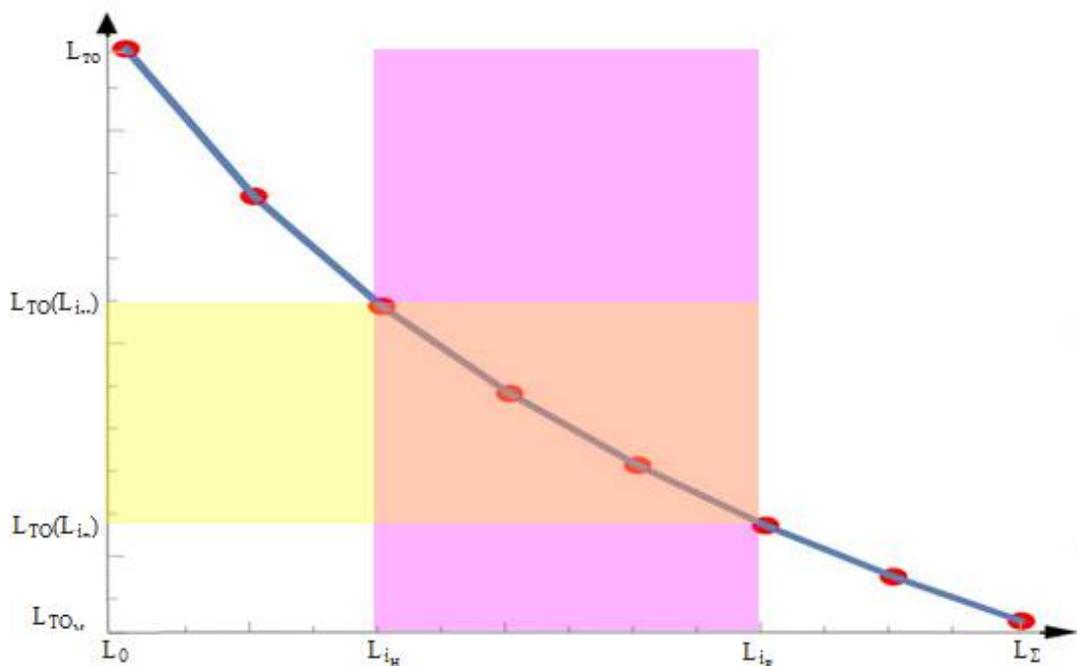


Рис. 2.9. Визуализация зависимости рациональных решений для  $L_{TO}$  в задаче первого уровня оптимизации от значения суммарного накопленного пробега автомобиля

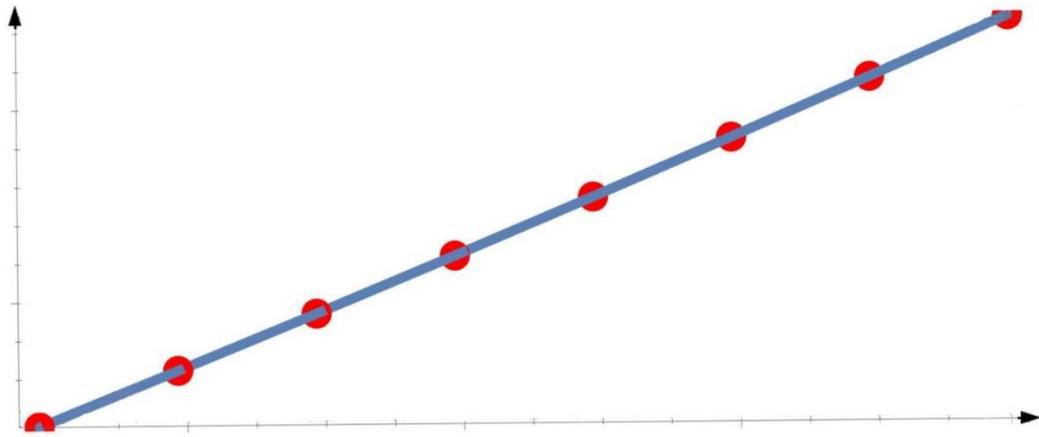


Рис. 2.10. Поведение удельных затрат на ТО и ТР при оптимальной периодичности ТО для соответствующего возраста автомобиля

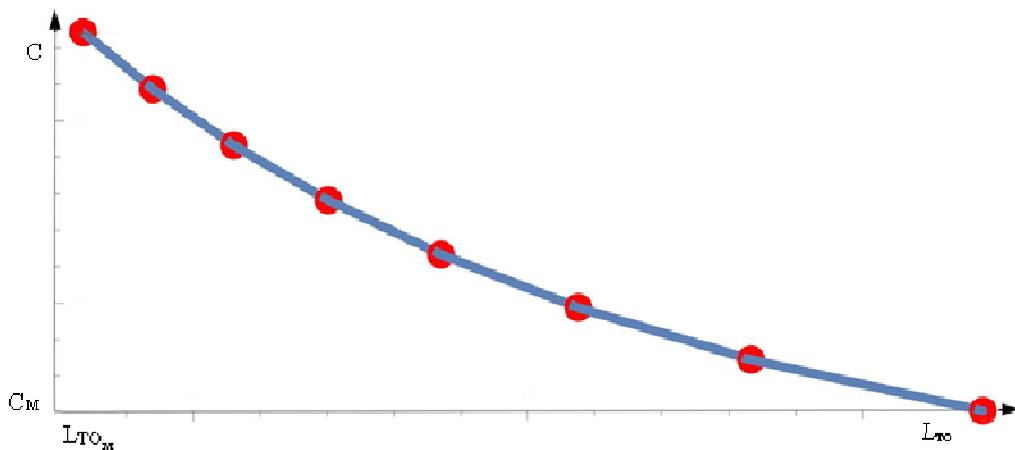


Рис. 2.11. Соотношение удельных затрат на ТО и ТР и оптимальной периодичности ТО для соответствующего возраста автомобиля

$M_{\Pi}$  – множество параметров, на которых проводится оптимизация задачи,

$l_{iTO}$  – периодичность проведения ТО на рассматриваемом  $i$ -м интервале пробега,

$L_{iH}$  – начало « $i$ »-го интервала (нижняя граница);

$L_{iB}$  – конец « $i$ »-го интервала (верхняя граница);

$N_{int}$  – количество интервалов постоянства периодичности ТО, на которое разбивается весь период эксплуатации автомобиля;

Сведение к минимуму полной суммы затрат (издержек) проводится по полному многомерному пространству переменных, а именно:

а) набор периодичностей  $l_{iTO}$  по всем интервалам;

б) набор границ интервалов, начиная от  $L_{2H}$  и заканчивая  $L_{(N_{int})H}$ .

В результате размерность пространства оптимизации равняется  $2 \cdot N_{\text{int}} - 1$ . К примеру, при задании 3-х интервалов число переменных будет равняться 5.

Граница  $L_{1_H}$  очевидно равна 0. Для учета поведения границы  $L_{(N_{\text{int}}+1)_H}$ , она же  $L_{(N_{\text{int}})_B}$  (срок эксплуатации автотранспортного средства) необходимо, вдобавок, принять во внимание естественное свойство эксплуатации автотранспортного средства, - случайная продолжительность эксплуатации до списания. Для последнего,  $N_{\text{int}}$ -го интервала (а при значительном числе интервалов и не только для последнего) поведение параметров потока отказа необходимо учитывать функцию  $R(L)$ , которая представляет долю остающихся в эксплуатации АТС определенного возраста "L", или в аналитической форме выражения:

$$R(L) = 1 - F(L) \quad (2.21)$$

где  $F(L)$  – интегральная функция вероятности для факта списания автомобиля по пробегу (закон распределения вероятности отказа объекта по пробегу).

Между тем, если не принимать во внимание тот факт, что автотранспортных средств со значительным пробегом с начала эксплуатации меньше, чем относительно «новых», а параметр потока отказов у них может быть существенно больше, то учет вноса соответствующих групп автотранспортных средств в расчет поведения усредненного параметра потока отказа «на равных», с равными весами приведет к некорректным результатам, повышающим значения  $w_i(L)$  и соответственно снижающим расчетную периодичность  $l_{\text{тo}}$ .

В связи с вышесказанным выражения для соответствующих функций, входящих в (2.20) для интервала с номером  $N_{\text{int}}$  и границами от  $L_{(N_{\text{int}})_H}$  до  $\infty$ , а именно для функций  $C_{15}$  и  $C_{2j}$  (в общем виде показанные в (2.11) и (2.13)) перейдут в выражения:

$$C_{15}(l_{N_{\text{int}}_{\text{тo}}}, N_{\text{int}}) = \frac{1}{l_{N_{\text{int}}_{\text{тo}}}} K_5 * \sum_{j=1}^5 \left[ \int_{(l_{N_{\text{int}}_{\text{тo}}} - l_{\text{cc}} \cdot D_{n_i})}^{l_{N_{\text{int}}_{\text{тo}}}} \left( \int_{L_{N_{\text{int}}_H}}^{\infty} \left( \gamma(s) \cdot \sum_{k=1}^{N_{s_j}} (w_{j,k}(l, s)) \right) ds \right) dl \right] \quad (2.22)$$

и

$$C_{2j}(l_{N_{\text{int}}_{\text{тo}}}, N_{\text{int}}) = \frac{1}{l_{N_{\text{int}}_{\text{тo}}}} \cdot \int_0^{l_{N_{\text{int}}_{\text{тo}}}} \left( \int_{L_{N_{\text{int}}_H}}^{\infty} (K_{6,j} \cdot \gamma(s) \cdot w_{2,j}(l, s)) ds \right) dl \quad (2.23)$$

где в качестве весовой функции вместо коэффициента  $(1/S_i)$  используется весовая функция  $\gamma(s)$  - плотность распределения вероятности по пробегу (возрасту)/нахождения автомобиля в группе работоспособных с возрастом больше  $L_{Nint_H}$ , произведенной от функции  $R(L)$ :

$$\gamma(s) = \frac{R(s)}{\int_{L_{Nint_H}}^{\infty} R(s)ds} = \frac{R(s)}{(M_c - L_{Nint_H})} \quad (2.24)$$

где  $M_c$  – математическое ожидание до списания автомобиля.

Преобразование, выполненное в знаменателе, допустимо при условии того, что зона распределения списания автотранспортных средств по пробегу с начала эксплуатации расположена только в последнем интервале и не пересекается с нижележащими интервалами.

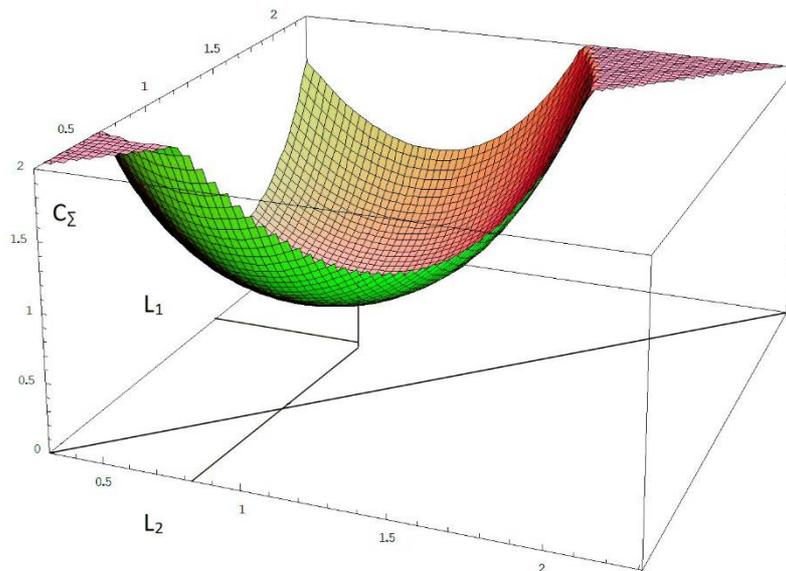


Рис. 2.12. Пример представления вида графического решения задачи нахождения оптимальных границ интервалов постоянства периодичности ТО для 3-х интервалов.

При этом в формуле (2.20) составляющая из формулы (2.23) входит не с весом  $(L_{i_B} - L_{i_H})$ , как составляющие от других интервалов, а с весом  $(M_c - L_{i_H})$ .

В графическом виде решение поставленной задачи определения наиболее рациональных и оптимальных границ интервалов технического обслуживания с постоянной периодичностью выглядит в соответствии с изображением на рис.

2.12. для трех интервалов. Здесь по оси 'z' даны расчетные общие издержки за весь период эксплуатации автотранспортного средства при наиболее оптимальной периодичности в каждом из этих 3-х интервалов, а по осям 'x' и 'y' даны верхние границы для первого и второго интервалов. Верхняя граница третьего интервала – списание АТС, нижняя граница 1-го интервала равна 0.

Третьим необходимо указать этап рационализации и оптимизации, в период которого находится необходимое и достаточное число интервалов при постоянной периодичности технических обслуживаний, на которые будет разделен весь срок службы автотранспортного средства.

Видно, что значение функции (2.20) в наиболее оптимальной точке будет идти на снижение при росте числа интервалов  $N_{int}$ . Из этого следует сделать вывод о том, что увеличивать число интервалов рационально, а протяженность интервалов снижать вплоть до размера периодичности технических обслуживаний, что в данном предельном примере, с учетом использования средств диагностирования и прогнозирования, трансформируется в вариант назначения каждого следующего технического обслуживания по фактическому состоянию. Как уже было сказано выше (стр. 1-2 главы 2), для небольших по размеры автотранспортных предприятий адаптивное корректирование режимов технического обслуживания, включая объемы работ и их периодичность, колеблющиеся от одного автотранспортного средства к другому (по плану технического обслуживания) могут преподносить определенные (психологические, организационные) сложности. Также, повышение числа интервалов ведет к повышению предъявляемых требования к точности применяемых информационных данных и, соответственно, к объему статистической выборки, что влияет на оперативность выполнения такого анализа, снижая его и практически невозможно для реализации на небольших автотранспортных предприятиях. Таким образом, для установления наиболее рационального и оптимального  $N_{int}$  рекомендуется “применять метод определения оптимальной шаговой эффективности усложнения системы. Его смысл состоит в том, что при известном поведении монотонно возрастающей/убывающей и стремящейся к константе функции (от степени

сложности системы) наиболее оптимальной считается зона изменения, в которой получается экстремум – максимум/минимум произведения/отношения функции к ее производной. В случае изменении аргумента дискретно вместо производной используется изменение значения функции по отношению к функции в следующей точке” [10].

В то же время, оптимальное количество периодов постоянства проведения ТО явно зависит от того, чему равен максимальный срок эксплуатации автомобиля такси. Так, действительно, на рис. 2.8 видно, что при сокращении принятого срока эксплуатации разница между значениями оптимальной периодичности, высчитываемой для стартового пробега автомобиля и для периода, близкого к окончанию эксплуатации, сокращается. При этом и усредненные эксплуатационные удельные затраты уменьшаются. В то же время, если при зафиксированном максимальном сроке эксплуатации одноразовые затраты на приобретение автомобиля не играют значения, но при допущении различных предельных сроков эксплуатации автомобиля эти затраты следует учитывать.

Поэтому на последнем этапе выполняется оптимизация принимаемых сроков длительности эксплуатации автотранспортных средств на примере легковых автомобилей-такси, для которых организовано поддержание в технически исправном состоянии в соответствии с предложенной методологией, с позиции увеличения средних удельных затрат на 1 км эксплуатации 1 автотранспортного средства за весь срок его эксплуатации:

$$\left( \frac{Z_a(T_{np}) + f(Z_T)}{T_{np}} + g(T_{np}) \right) \xrightarrow{(T_{np}, M_n)} \min \quad (2.25)$$

где  $Z_T$  – затраты на приобретение такси;

$f(Z_T)$  - функция, задающая полные потери, связанные с вложением средств в приобретение автомобиля такси и включающая в себя, помимо полной стоимости, потери от банковского кредитования соответствующих средств, либо замороженных с точки зрения получения банковских дивидендов, в зависимости от принятой финансовой стратегии АТП;

$g(T_{пр})$  - удельные эксплуатационные затраты на единицу пробега за весь срок эксплуатации  $T_{пр}$ , изменяющиеся с увеличением суммарного накопленного пробега автомобиля (расходы на топливо и иные расходные материалы);

$T_{пр}$  – регламентируемая срок эксплуатации АТС;

$l_{то}$  – периодичность выполнения ТО на рассматриваемом  $i$ -м интервале пробега;

$L_{ин}$  – начало « $i$ »-го интервала (нижняя граница);

$N_{int}$  – количество интервалов постоянства периодичности ТО.

На заключительном этапе необходимо учесть, что с ростом сроков списания автотранспортных средств не только с некоторого момента будут увеличиваться удельные затраты на ремонт на километр пробега, что связано с ростом потоков неисправностей, но также и затраты на горючее, возможные потери эксплуатационных доходов, которые напрямую связаны с уменьшением времени пребывания подвижного состава и соответствующим снижением прибыли, получаемого от процесса перевозки. Иллюстрация поиска оптимального решения приводится на рис. 2.13.

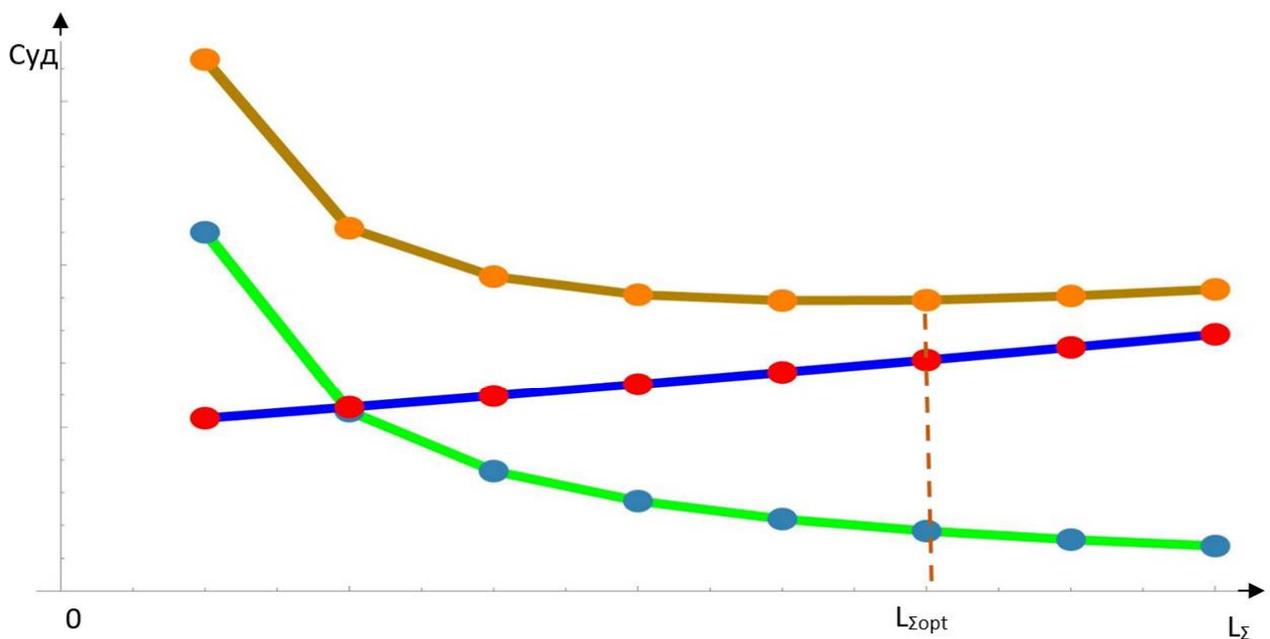


Рис. 2.13 - Визуализация целевой функции и рациональное решение для задачи третьего уровня оптимизации по суммарному накопленному пробегу автомобиля  $L_{\Sigma}$ .

Здесь синим цветом с красными рассчитанными опорными точками показано поведение удельных затрат на ТО и ТР на единицу пробега (за весь срок эксплуатации автотранспортного средства) при оптимальной периодичности ТО

для соответствующего возраста автомобиля, зеленым цветом с синими расчетными точками показаны значения функции  $f(Z_r)/T_{np} + g(T_{np})$ , и светлокоричневым цветом – сумма двух составляющих. Точка  $L_{\Sigma opt}$  иллюстрирует рациональное решение по максимальной продолжительности эксплуатации автомобилей такси.

Порядок реализации алгоритма поиска полного рационального и оптимального набора аргументов будет развернуто описана в главе 4, но обобщенно она следующая. Во-первых, определяется оптимальная периодичность и соответствующие этой точке издержки при  $N_{int} = 1$ . Во-вторых, в соответствии с реальной периодичностью проведения технического обслуживания на АТП рассчитывается коэффициент коррекции этой периодичности, который используется в дальнейших расчетах. В-третьих, находятся наиболее оптимальные периодичности и соответствующие этим точкам издержки при  $N_{int} = 2, 3, \dots$ . В-четвертых, находится оптимальное число интервалов. Реализация алгоритма будет проведена в 4-й главе на примере статистических данных, собранных в автотранспортном предприятии.

## 2.5. Выводы по второй главе

Результаты выполненных исследований и системного анализа позволяют сделать следующие выводы:

1. На базе предлагаемого подхода и проведенного системного структурирования проблемы формирования издержек при поддержании работоспособности автомобилей-такси в г. Ханое на начальном этапе сформирован научно-обоснованный подход решения поставленной задачи определения наиболее оптимальных периодичностей выполнения технических воздействий (ТО) в соответствии с возрастом и условий эксплуатации, предусматривающий использование классифицирующего отказы признака по зависимости от момента проведения ТО, и формирование отдельных групп отказов автотранспортных средств на примере легковых такси на базе конструктивных связей, задающих эффективность разработанной модели оптимизации периодичности ТО.

2. По итогам определенных закономерностей изменения технического состояния АТС по-новому сформирован поток возникновения отказов, позволяющей в методике оптимизации и рационализации периодичности ТО выполнять учет неисправностей, обусловленных непосредственно моментами выполнения технических воздействий.

3. По итогам выполненного комплексного анализа имеющейся проблемы определены функциональные выражения, формирующие математическую модель рационализации и оптимизации системы периодичности проведения технического обслуживания автомобилей-такси в г. Ханой.

4. Разработана методика оптимизации срока эксплуатации автомобиля-такси при использовании системы назначения различных периодичностей проведения ТО в зависимости от возраста автомобиля, позволяющая при любом жизненном цикле АТС определять: количество периодов постоянства периодичности ТО; значения наиболее рациональной и оптимальной периодичности ТО для каждого периода (интервала) постоянства периодичности ТО; границы периодов (интервалов), в пределах каждого из которых будет соблюдаться постоянное величина периодичности технического обслуживания; рациональный максимальный срок эксплуатации автотранспортного средства в конкретных и заданных условиях, на примере легковых такси.

## ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 3.1. Методика проведения экспериментальных исследований

При выполнении теоретических изысканий и исследований в направлении создания методики нахождения наиболее оптимальных рациональных режимов ТО с упором на определение наиболее оптимальной периодичности ТО автотранспортных средств (на примере легковых такси), при этом во взаимосвязи с возрастной структурой парка АТС, подразумевается также выполнение исследовательской работы путем экспериментов. На основании определения, первостепенной задачей экспериментальных исследований являлось определение фактических, экспериментальных показателей о техсостоянии АТС, применяемых в условиях республики Вьетнам, показателей его изменения, о параметрах потоков отказов, параметрах, описывающих закон распределения вероятностей списания АТС и т.д. Перечень задачи, формирующих достижение цели практических исследований, может быть сведен к следующему набору задач:

- отбор объекта экспериментальных изысканий;
- выбор параметров окружения (качество предприятий, водителей, зоны эксплуатации и т.д.);
- сбор исходных данных;
- выполнение самого эксперимента;
- обработка полученных данных в результате выполненного эксперимента.

Методологию выполнения экспериментальных исследований в целом возможно показать в качестве структурной блок-схемы, показанной на рис. 3.1.

На основе методики выполнения данных экспериментов, а также в соответствии с изложенной целью и поставленных первоочередных задач, на первой стадии этапе производится подбор, а также аргументированное объяснение объекта выполнения эксперимента. Основная суть поставленной задачи заключается в организации удостоверяющего эксперимента, а именно выполняется анализ ТМП республики Вьетнам (г. Ханой), на которые рассчитана методологическая данная работа по нахождению наиболее рациональных и оптимальных периодичностей проведения плановых работ ТО легковых АТС.



Рис.3.1. Структурная схема проведения экспериментальных исследований

На данной блок-схеме в сжатой форме представлена организационная структура ТМП, показатели технического состояния, а также факт наличие ПС и ПТБ предприятий. Дальнейший этап подтверждающего теорию эксперимента подразумевает выполнение выборки типичного таксомоторного парка (ТМП) для выполнения эксперимента с дальнейшей, более тщательной его оценкой. В качестве базы для оценки (анализа) включаются данные составляющие:

- Анализ (оценка) структуры управления ТМП;
- Анализ (оценка) процесса организации ТО и ремонта легковых АТС;
- Анализ (оценка) учёта техсостояния легковых такси.

По окончанию выбора, а также подтверждения объекта для исследования (выполнения подтверждающего эксперимента) выполняется сбор исходных параметров, перед которым идет так называемый формирующий эксперимент. На данном этапе выполняется подбор, а также составляются группы исполнителей для выполнения экспериментальной работы, в их число включаются:

- Водители АТС (легковых такси);
- Ремонтные рабочие, а именно – слесари, которые принимают непосредственное участие в выполнении работ ТО;
- Механики, а также инженерно-технический персонал, которые выполняют непосредственную работу по сбору и учету статистической информации, которая требуется для непосредственного выполнения эксперимента.

По завершению выполнения формирующего эксперимента подготавливаются формы сбора и учёта статистической информации, дающих возможность достоверно и объективно определить ход развития технического состояния АТС (на примере легковых такси) на этапе обработки и анализа собранных данных.

Выполнение пассивного эксперимента подразумевает получение, с дальнейшей фиксацией в определенной форме сбора и учёта информационных данных, статистической информации, появившихся поломках (отказах) автотранспортных средств, в промежутках между ТО и обнаруженных в момент

схода АТС с линии (по причине неисправности) или при возвращении в АТП по завершению рабочей смены.

По завершению выполнения пассивного эксперимента осуществлялась обработка полученных данных с помощью математической статистики, а также при помощи теории вероятности.

На завершающем этапе выполнялся разбор полученных результатов в процессе выполнения экспериментальных исследований.

### **3.2. Выбор и обоснование объекта экспериментальных исследований.**

Экспериментальные исследования, выполнялись на базе ПТБ «группа такси Май Линь - филиал Ха Тинь». В г. Ханой.

Ханойское пассажирское автотранспортное предприятие МайЛинь, было основано и введено в эксплуатацию 22 июля 1993 года. На данный момент времени вышеуказанная организация является пассажирским АТП, на балансе которой имеются легковые такси, а также автобусы особо малой вместимости. Парк подвижного состава рассматриваемого таксомоторного парка «МайЛинь» в период выполнения экспериментальных исследований был равен 690 ед., в том числе: Toyota Vios - 120 единиц; KiA morning - 210 единиц; Hyundai Grand i10 - 198 единиц; KiA Picanto - 162 единиц

Таблица 3.1 – Количество такси на ТМП «группа такси Май Линь - филиал Ха Тинь»

марки	2017	2018	2019	2020	2021
Toyota Vios	90	99	108	115	120
KiA morning	168	171	186	199	210
Hyundai Grand i10	159	164	176	95	198
KiA Picanto	132	138	147	158	162
итого	549	572	617	667	690

Численность парка подвижного состава ТПМ «Май Линь» и его модельный состав в период с 2017 по 2021 гг. представлен в таблице 3.1, а также на рисунке 3.2.

Рассматриваемый таксомоторный парк является достаточно развитым с позиции инфраструктуры, имеет собственную ПТБ для обеспечения комплекса работ по ТО и ТР, достаточно хорошую организацию труда (основой служит агрегатно-участковый метод ТО и ТР) и квалифицированный персонал (рисунок 3.4). Организации ТО и ТР агрегатно-участковым методом на АТП дает возможность непредвзято судить о качестве проводимых работ ТО и ТР со стороны ремонтного персонала, а также определить ответственных за качество проводимых работ по ТО и ТР.

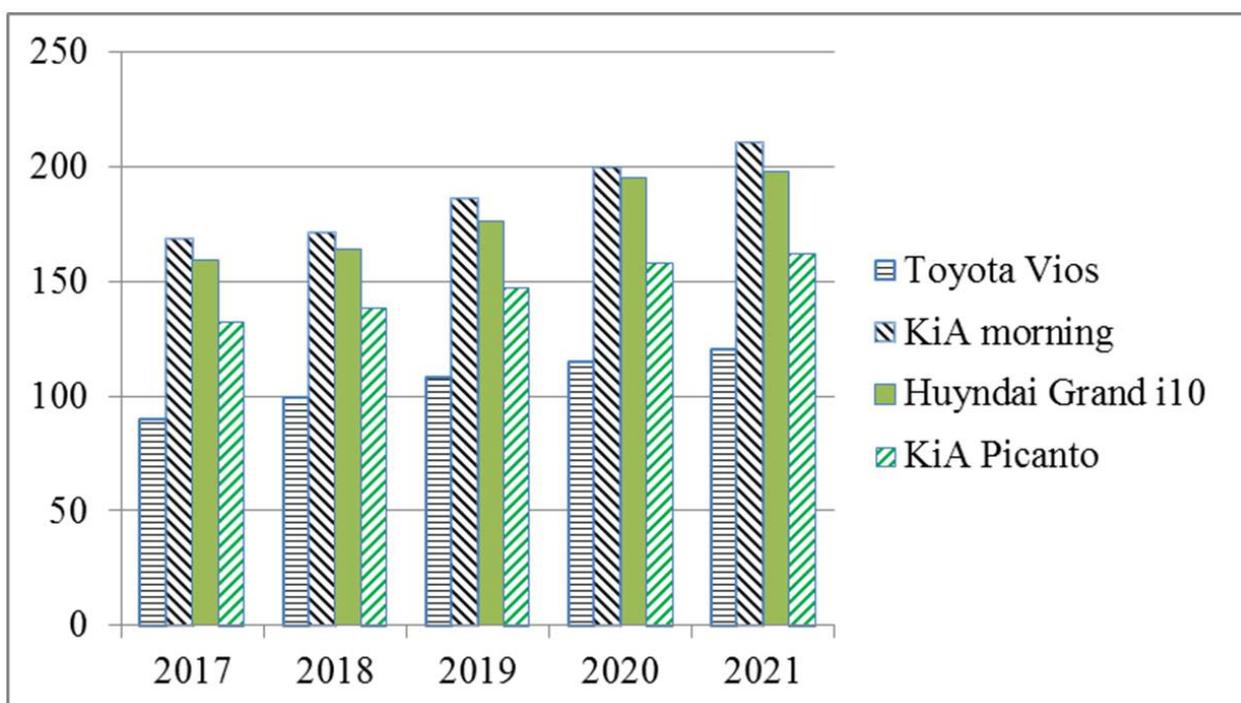


Рис. 3.2. Структура подвижного состава «группа такси Май Линь - филиал Ха Тинь» в динамике за 2017-2021 гг.

Таблица 3.2– Основные показатели работы ТМП «группа такси Май Линь филиал Ха Тинь» за 2021

Показатели	2021			
	Toyota Vios	KiA morning	Huundai Grand i10	KiA Picanto
Средний Тариф на 100 км, донь	1.450.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000
Количество такси, шт	120	210	198	162
Сумма пробегов, тыс. км	7010	13950	13731,3	9756,4
Количество водители, чел	65	103	95	79
Норматив топлива на 100 км, л	7,3л	7,9л	6,78л	7,0л
Расходы на топлива 100 км/такси, д/100 км	240.900	260.700	223.740	231.000

Затраты на З/П водителей, Д/100 км	460.000	439.000	477.000	469.000
Затраты на социальное и медицинское страхование, д/100 км	7.000	6.500	6.900	6.600
Затраты на аренду земли, электричество. Воды, д/100 км	3.500	4.100	3.750	2.500
Затраты на смазочные материалы, д/100км	4.500	3.500	4.200	3.700
Затраты на выполнение работ по ТО и ТР, д/100 км д	179.000	182.000	187.230	185.920
Затраты на зарплату персонала, д/100 км	260.000	245.000	248.000	245.000
Затраты на дополнительную организацию управления ПТБ, д/100 км	95.000	84.000	79.000	84.000
Затраты на общее управление предприятием	1.050	95.000	97.320	97.250
Расходы на амортизацию подвижного состава	39.500	42.320	43.250	44.260
Расходы на шины	3.500	3.900	4.200	4.150
Расходы на выполнение работ по капитальному ремонту, д/100 км	40.870	33.680	26.150	26.620



Рис. 3.3 Схема организации труда в ОАО «Май Линь».

Организация процесса ТО и ТР в ОАО «Май Линь» в виде блок-схемы представлена на рис. 3.4. В согласии с данной блок-схемой, по окончании смены и возврату АТС с линии, он проезжает через КПП, где выполняется его первоначальный осмотр. При осмотре АТС на контрольно-пропускном пункте выделяют 3 его основных состояния:

- АТС по возвращении с рабочей смены находится в технически исправном состоянии;
- АТС по возвращении с рабочей смены находится в технически неисправном состоянии, но работоспособном состоянии (имеется неисправность, не влияющая на работоспособность автомобиля в целом);
- АТС по возвращении с линии из-за появления неисправности (отказа системы, узла, агрегата), которые не позволяет далее его эксплуатацию в виду невозможности по технической причине, либо из-за возросшего риска ДТП (аварии).

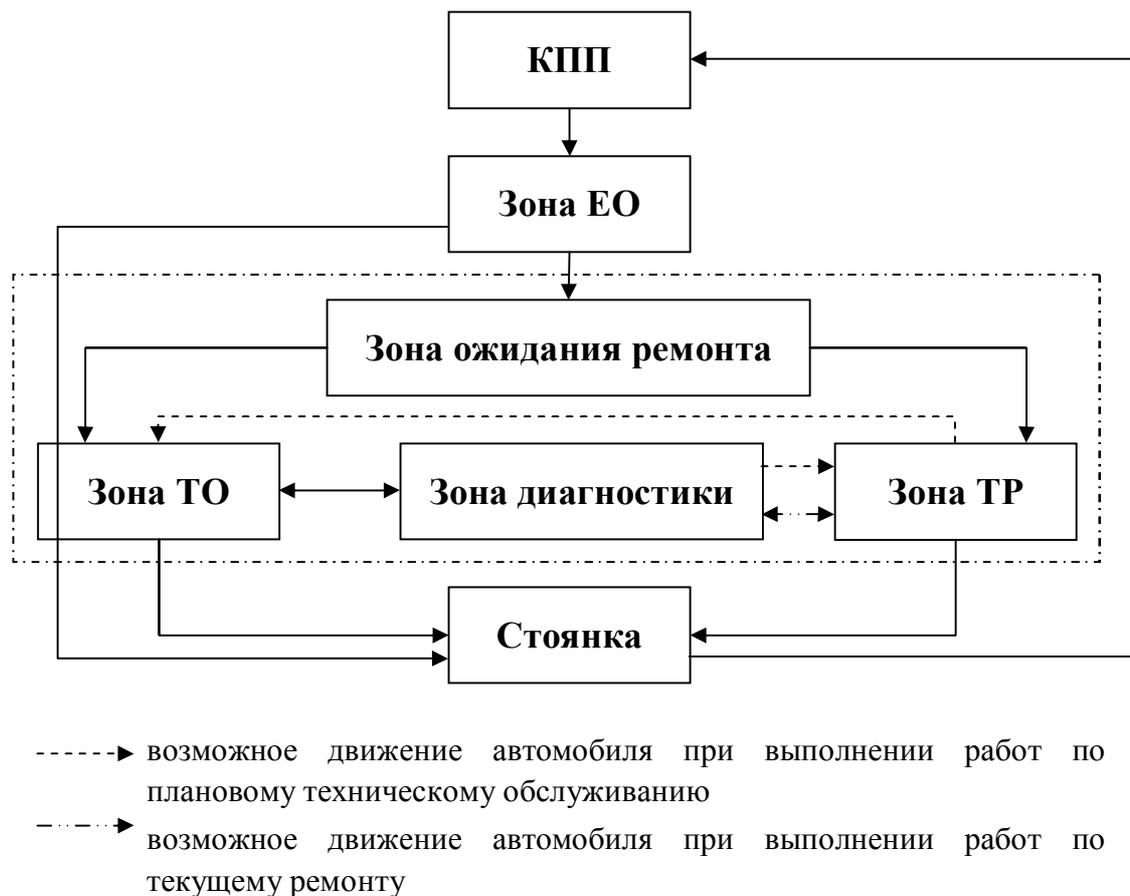


Рис. 3.4 Схема организации процесса технического обслуживания и ремонта автомобилей в ОАО «Май Линь».

При первом варианте, когда АТС по завершению рабочей смены и возвращается с линии, находится в технически исправном состоянии, после осмотра на контрольно-пропускном пункте, следует в зону ЕО, где выполняются работы по наружной мойке АТС, уборке салона, а также возможно химчистке. После АТС перегоняется в зону хранения подвижного состава, либо в зону ожидания ТО и ТР, в случае, если в соответствии с утвержденным графиком будут проводиться плановые работы ТО. Перед выполнением ТО, проводятся работы по плановой диагностике, а уже после регламентные работы по ТО в полном размере. По завершении ТО все автотранспортные средства перегоняются в зону хранения подвижного состава.

При втором варианте, когда АТС по завершению рабочей смены и возвращается с линии, находится в технически неисправном состоянии, но работоспособном, по завершению осмотра на контрольно-пропускном пункте и после выполнения работ по мойке и уборке, АТС перегоняется на стоянку(зону) ожидания ТР, откуда АТС перегоняется непосредственно в зону ТР при наличии свободного поста и заявки на ремонт. В случае необходимости, АТС может быть направлен в зону диагностики, как до выполнения ремонтных воздействий для поиска неисправности, так и после ремонта для контроля качества проведенных ремонтных и регулировочных работ. По завершению ремонта автотранспортные средства также перегоняются в зону хранения подвижного состава. В случаях, когда в соответствии с графиком по плану предусмотрено очередное ТО, то операции по устранению неисправностей проводятся параллельно с операциями по плановому техническому обслуживанию, при таком варианте АТС после мойки и уборки перегоняется в зону ожидания ТО и ТР.

При третьем варианте, если АТС сходит с линии из-за появления технической серьезной неисправности, либо из-за случившегося ДТП, алгоритм движения АТС по таксомоторному парку идентичен алгоритму во втором варианте.

Следует указать, что в процессе организации и выполнения ТО и ТР помимо слесарей самолично принимают участие механики предприятия, сотрудники

диспетчерского отдела, отдела планирования, а также сотрудники отдела снабжения. Отборка персонала и подвижного состава (такси) более развернуто будет представлено в ниже описанном разделе.

### **3.3. Формирование параметров окружения эксперимента, проведение эксперимента и сбор необходимых данных.**

Как уже говорилось выше, на стадии выполнения формирующего эксперимента создается команда исполнителей необходимого эксперимента и осуществляется отбор подвижного состава для участия в нем. В число команды исполнителей включаются водители подвижного состава, механики колонн, ремонтные рабочие, работники диспетчерского отдела и отдела планирования, а также сотрудники центра снабжения, отдела кадров и зарплаты.

Всю команду исполнителей необходимых экспериментальных исследования условно возможно отнести на непосредственных (прямых) участников и опосредованных (косвенных) участников. Непосредственные участники эксперимента – это те, которые принимают прямое участие в выполнении требуемых экспериментальных исследований и имеют самое непосредственное отношение к его объекту. В число непосредственных участников эксперимента причисляются водители подвижного состава, механики колонн, а также ремонтный персонал. К опосредованным (косвенным) участникам исследования относят тех исполнителей, которые участвуют в создании информационной и материально-технической базы для выполнения экспериментальных исследований. К числу опосредованных (косвенных) участников причисляют работников диспетчерского отдела, отдела планирования, отдела кадров и З/П, а также сотрудников службы материально-технического снабжения.

Для уверенного выполнения экспериментальных исследований и выявления достоверных данных требовалось распределить все обязанности участников данного эксперимента. Это было выполнено следующим образом:

- Водители подвижного состава должны выполнять свою основную функцию по управлению АТС максимально профессионально (с учетом их соответствия установленным нормам и требованиям при условии соблюдения

ПДД в республике Вьетнам), с учетом обеспечения жизни и здоровья перевозимых клиентов, содержание АТС технически исправном состоянии; обеспечивать хороший внешний вид АТС; устранять появляющиеся в процессе эксплуатации неисправности, которые не требуют сложных технических работ; выполнять заправку АТС горючим и смазочными материалами, а также техническими; принимать непосредственное участие в оформлении путевых листов.

- Механики колонн непрерывно ведут контроль техсостоянием АТС перед их выездом на линию, а также после завершения рабочей смены и возвращению их с линии, а также в случаях схода АТС с линии по технической неисправности; должны своевременно обнаруживать технические неисправности АТС при осмотрах; вести полную техническую документацию; предоставлять всю необходимую информацию о техсостоянии АТС главному механику и главному инженеру ТМП.

- Слесари (ремонтный персонал) должны отлично знать устройство автомобилей, эксплуатируемых в парке, а также их системы и агрегаты; владеть знаниями и полной технической информацией по технологии выполнения работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту, иметь навыки по устранению появившихся поломок и неисправностей АТС; иметь навыки эксплуатации технологического оборудования и оснастки, знать их устройство; непосредственно выполнять операции по ТО и ТР подвижного состава, технологического оборудования; оформлять техническую документацию.

- Работники диспетчерского отдела должны создавать благоприятные условия проведения операций по ТО и ТР на базе производственной программы, утвержденным графиком и ежедневными заданиями; обеспечивать наиболее полное использование всех имеющихся производственных мощностей; выполнять надзорные функции и координировать работу эксплуатационной и ремонтной службы; обеспечивать необходимую диспетчерскую документацию по учёту ТО и ТР подвижного состава.

- Работники отдела планирования должны устанавливать плановые задания по ТО и ТР подвижного состава, сроки их производства, основываясь на материалах и данных, следующих от прочих подразделений предприятия; обеспечивать ведение учёта по исполнению установленных плановых заданий; вырабатывать методы по улучшению эффективности производства ТО, ТР и эксплуатации подвижного состава.

- Сотрудники центра снабжения должны выполнять контроль и внесение изменений в сфере потребности производства в материально-технических ресурсах; снабжать производство необходимыми з/ч, эксплуатационными материалами и иными ресурсами, которые могут потребоваться для обеспечения своевременного и качественного выполнения работ по ТО и ТР.

- Сотрудники отдела кадров и З/П обеспечивают предприятие, эксплуатационную и ремонтную службу высококвалифицированными рабочими; непрерывно выполняют работу по повышению квалификации нанятого персонала; проводят работу по повышению морального, а также денежного стимулирования работников, обеспечивающих высокую эффективность выполнения работ по ТО, ТР и эксплуатации подвижного состава.

На базе учтенных факторов, “таких как:

- наличие лицензии на выполнение пассажирских перевозок,
- наличие в работе подвижного состава, которые являются объектами наблюдений,
- наличие документации для получения информации по условиям эксплуатации, производительности, отказам и поломкам, проводимым работам по ТО и ТР”[10], трудоёмкости выполнения данных работ, расходу горючего, з/ч и эксплуатационных материалов,
- наличие ПТБ, необходимого технологического оборудования и оснастки для выполнения ТО и ТР,
- наличие необходимых водителей, ремонтных рабочих и инженерно-технического, которые имеют хороший опыт и допущенных к эксплуатации, ТО и ТР автомобилей,

– наличие горючего, з/ч и материалов, можно назвать ОАО «Май Линь» предприятием полностью удовлетворяющей требованиям для выполнения экспериментальных исследований и изысканий.

Для гарантии “достоверности выполнения экспериментальных исследований требовалось сформировать необходимый объем выборки, т.е. число автомобилей (объекты наблюдения)  $n$ , или лимитируемое (заданное) количество неисправностей (отказов)  $r$  за время проведения испытаний, из генеральной совокупности  $N$ , то есть из всего количества подвижного состава, для которых требуется найти показатели корректирования (определения) периодичности ТО. Требуется отобрать часть объектов или зафиксировать заданное количество неисправностей за время проведения испытаний, которые помогут получить оценку свойств генеральной совокупности с установленной точностью и достоверностью или определить точность и достоверность полученных оценок”[10].

Требуемое количество объектов  $n$  или событий  $r$  для выполнения испытаний зависит от:

- выбранного плана испытаний;
- величины задаваемой доверительной вероятности  $\beta$ ;
- относительной погрешности оценок  $\delta$ ;
- законов распределения случайных величин;
- величины рассеивания результатов испытаний, характеризуемой коэффициентом вариации  $v$ .

В соответствии с [ГОСТ 27.410-83] “принимая следующие буквенные обозначения для выбора плана испытаний:

- $n$  – число объектов выборочной совокупности;
- $U$  – объект при испытаниях в случае отказа не восстанавливают и не заменяют;
- $R$  – объект при испытаниях в случае отказа заменяют, но не восстанавливают;
- $M$  – объект при испытаниях в случае отказа восстанавливают;

- $r$  – установленное (лимитируемое) число отказов (предельных состояний) за период испытаний;
- $T$  – установленная (лимитируемая) наработка (пробег, время работы) за период испытаний;
- $z$  – комплексное ограничение”[10] выполнения эксперимента.

Для автотранспортного предприятия ОАО «Май Линь», которое является объектом экспериментальных изысканий, необходимо разберем сценарий проведения испытаний с кодировкой  $[n M z]$ . Данный сценарий (он же план) испытаний намечаем с целью предполагаемого расчета объема выборки, так как он является максимально приближенным к реальным условиям сбора информации в действующем АТП при реально работающей системе выполнения технического обслуживания. Также, важной причиной принятого решения остановиться на данном плане практических испытаний является тот факт, что “главными индикаторами надёжности, собираемыми по итогам применения данного плана  $[n M z]$  /те же таблицы, что и  $[n M r]$ , и  $[n U z]$ / являются средняя наработка до отказа и средняя наработка на отказ, которые в свою очередь и будут влиять на периодичность выполнения ТО”[8]. Необходимо принимать во внимание, что, в соответствии с, применяемым в приведенной выше второй главе математической модели, по завершению обработки экспериментальных материалов в завершающем итоге необходимо выявить зависимость (гиперболическую аппроксимацию) ведущей функции потока отказов, основывающуюся на средней наработке на отказ (по группам неисправностей, входящих в общих их комплекс), от пробега подвижного состава после выполнения работ по плановому техническому обслуживанию.

Кодировку плана испытаний необходимо понимать так: в экспериментальном исследовании участвует  $n$  единиц подвижного состава, в случае появления неисправности по ходу испытаний объект (автомобиль) восстанавливается ( $M$ ), а процесс проведения испытания временно прекращается, “когда общее по всем наблюдаемым АТС количество неисправностей достигнет числа  $r$ , при этом в обозначении плана наблюдений используется буква  $z$  в связи с

тем, что сбор информации выполняется в условиях фактически функционирующего АТП»[10], когда (для групп неисправностей, на которые оказывает влияние момент выполнения работ по техническому обслуживанию) пробег между очередным плановым техническим обслуживанием для отдельным типом неисправностей сопоставим с наработкой на отказ, а для других типов неисправностей существенно ниже. /Более того, как выявлено в процессе последующего анализа эксперимента, наработка между плановым техническим обслуживанием не была константой и имела значительный разброс показателей/. Таким образом, исходные параметры должны содержать в себя информационные данные о неисправностях систем, агрегатов и узлов АТС в промежутках между ТО-2. Ввиду того, что интенсивность появления неисправностей и поломок наблюдаемых автотранспортных средств может варьироваться с учетом эксплуатации АТС определенные времена года, поэтому общий срок сбора статистических материалов должен быть равен 12 месяцев и более.

Ранее уже отмечалось, что “определение количества объектов  $n$  или событий  $r$  испытаний (минимального объёма испытаний) выполняется в зависимости от относительной погрешности оценок  $\delta$  и величины устанавливаемой доверительной вероятности  $\beta$ . Максимальная относительная ошибка  $\delta$  обуславливает точность получаемых на выходе результатов, а доверительная вероятность  $\beta$  – достоверность полученных при выполнении испытаний результатов. В соответствии с последствиями неисправностей элементов объекта могут быть рекомендованы [...] следующие сочетания  $\delta$  и  $\beta$ :

- неисправности, влияющие на безопасность:  $\delta=0,05; 0,10; \beta=0,95; 0,99$ ;
- неисправности, оказывающие влияние на экономичность (рентабельность) и производительность:  $\delta=0,10; 0,15; \beta=0,90; 0,95$ ”[10];
- неисправности, оказывающие влияние на наружный вид АТС, его удобство и комфортабельность:  $\delta=0,15; 0,20; \beta=0,80; 0,90$ .

В связи с тем, что операции по наблюдаемому типу планового технического обслуживания нацелены, как правило, на улучшение показателей экономической эффективности подвижного состава, и мы анализируем неисправности,

появившиеся в промежутках между плановым вторым техническим обслуживанием, то для последующего выявления объёма испытаний будет оправданным установить показатель  $\delta=0,15$  и  $\beta=0,90$ .

Различные законы распределения случайных величин дают возможность определить характеристики случайных величин как функции определенных по итогам наблюдений параметров этих законов, а также весьма достоверно найти минимально достаточный объём выполняемых исследований и испытаний. Говоря об оценочных параметрах надежности АТС главным образом распространение нашли “следующие законы распределения:

- нормальный закон распределения – используется для случайных величин, образующихся при постепенных неисправностях и поломках;
- экспоненциальный закон распределения – используется при описании внезапных неисправностях и поломках;
- закон распределения Вейбула-Гнеденко – применяется при описании отказов системы, состоящей из группы независимых элементов, отказ каждого из которых приводит к отказу всей системы”[8].

Ранее, во второй главе данной работы, указывалось, что при выполнении анализируемого типа планового технического комплекс необходимых к выполнению технических воздействий оказывает существенное влияние на постепенные поломки и неисправности, т.е. отказы и очень существенно – на характер потока возникновения внезапных отказов. Таким образом, наблюдаемые в рамках работы, поломки и неисправности и имеющие экономический эффект от рационализации и оптимизацией режимов организации и выполнения плановых работ по техническому обслуживанию в значительной мере относятся к процессу протекания износа в автотранспортных средствах и их агрегатах, узлах и пр. и “имеют законы распределения вероятностей возникновения отказа по пробегу близкие к нормальному закону (в отдельных случаях к распределению Вейбула-Гнеденко). Исходя из вышесказанного нахождение объёма испытаний выполняется для произвольного (не задаваемого, в связи с тем, что число однотипных объектов – подвижного состава, - достаточно большое и реальность их привлечения к экспериментальной выборке теоретически не исчерпывается

фактом их принадлежности к конкретному АТП) числа подвижного состава  $n$  [10] и находится в зависимости от определенного числа неисправностей  $r$  при заданной точности оценок  $\delta$  и доверительной вероятности  $\beta$ . В рассматриваем в данной работе случае количество наблюдаемых объектов испытаний было принято  $n=20$  АТС разных возрастных групп и с разной пробеговой структурой. Подвижной состав проходил отбор так, чтобы их общее количество было возможно распределить на 3 группы по пробегу с начала эксплуатации:

- АТС имеющие пробег  $0 < L \leq (0,25 \div 0,30)L_p$ ;
- АТС имеющие пробег  $(0,25 \div 0,30)L_p < L \leq (0,70 \div 0,75)L_p$ ;
- АТС имеющие пробег  $(0,70 \div 0,75)L_p < L$ .

Количество неисправностей определялось в зависимости от возможности использования нормального закона распределения, значений  $\delta$  и  $\beta$  по верхней доверительной границе и было равно для одной группы отказов [10]  $r=8$  (13) случай [/в данном варианте при отсутствии ограничения на  $n$  применяем те же таблицы, что и  $[n \ M \ r]$ , и  $[n \ U \ n]$ ]. При данном числе накопленных статистических данных о неисправностях /по каждой группе отказов и неисправностей / мы можем быть уверенными с высокой долей вероятности в достоверном одномерном результата проведенных испытаний и исследований (средняя интенсивность потока отказа), в то время как (см. главу 2) по каждой группе неисправностей необходимо найти несколько параметров, что обусловлено тем, что зависимость среднего значения интенсивности потока отказов от возраста АТС имеет достаточно сложный характер[10]. В рассматриваемой работе вид этой зависимости установлен с базированием на уже имеющихся до этого исследованиях в данной области и выполненных в сфере науки «техническая эксплуатация автомобилей» (например, [учебник «Техническая эксплуатация автомобилей» под редакцией Кузнецова]), и изображен на графиках (рис.3.16 – 3.19).

Таким образом, для группы неисправностей, имеющих зависимость от конкретного момента выполнения работ по плановому техническому обслуживанию, функция  $w(l,s)$  диктует необходимость нахождения 6-ти коэффициентов, а для группы неисправностей, не имеющих зависимости от

конкретного момента выполнения работ по плановому техническому обслуживанию - 5 коэффициентов. То есть, общее число неисправностей не обязано должно быть более чем  $8*(4*6+4*5)=352$ . Момент начала выполнения все необходимых экспериментальных исследований и испытаний выпал на ноябрь 2016 года, а его временное завершение на август 2021, К данному этому сроку число неисправностей по наблюдаемой группе подвижного состава было более  $r=390$  случаев. Принимая во внимание то, что при нахождении нужных коэффициентов для определенных групп их число было снижено, а также то, что искомые параметры не имеют полную независимость, полученное число статистических данных обеспечивает верхнюю границу точности ( $\beta$  по верхней доверительной границе = 0.95).

В соответствии с вышесказанным обоснованием были определены дальнейшие условия выполнения экспериментальных исследований:

- в группу объектов эксперимента включено двадцать единиц подвижного состава, которые разделены на три возрастные группы в равном их количестве;
- отсев (цензурирование) выполняется в случае превышении числа неисправностей, установленного как  $r=341$  у всей выборочной совокупности наблюдаемых АТС, принятой как  $n=20$ .

Последующий ход выполнения экспериментальной работы сводится к получению максимально объективных статистических данных о техсостоянии подвижного состава на протяжении всего времени выполнения экспериментальных исследований. На этом этапе, “для максимальной достоверной точности эксперимента создана система сбора и обработки статистических материалов. Данную систему информационного обеспечения проводимых экспериментов кратко можно изложить в виде:

- первичной паспортной информации;
- первичной текущей информации;
- накопительной информации;
- выходной информации”[10].

Первичная паспортная информация включает характеристики исследуемого объекта (подвижного состава), а также и технические рекомендации

производителя АТС такие, как: тип и назначение, технические параметры АТС, требования, условия, конструктивные особенности, изначальные и критические параметры его техсостояния, рекомендации по эксплуатации подвижного состава, нормативы и предписания по ТО и ТР и пр. Допуск подвижного состава к участию в экспериментальном исследовании выполнялся, также, и на основе максимального соответствия исходным паспортным данным.

Первичная документация необходима для максимально достоверного учета условий и хода проведения экспериментов, их соответствия принятой программе практических исследований. Текущая информация накапливается путем ее сбора различными службами и отделами АТП. Первичная текущая документация включает в себя следующие данные: дата, время и сроки проведения экспериментальных исследований, информация по возникших неисправностях и поломках подвижного состава на линии, а также данные об их устранении, данные о выполнении ТО и ТР, непроизводительных простоях технически исправных АТС по административным причинам, параметры и идентификацию поломок, отказов и пр. Первичная текущая документация записывается в специальные формы, которые были выработаны в процессе выполнения исследовательской работы.

Накопительная информация формируется в соответствии текущей и необходима для обобщения изначальной первичной текущей информации, определения направления и темпов динамики наблюдаемых параметров, оперативного управления за процессом проведения экспериментальных исследований и т.д. Накопительная информация хранится в форме сводных таблиц или в графической форме.

Материалы, которые получают на выходе, в основном, создаются на базе и при учете программы исследований, а также изучения всех указанных выше видов информации. Данная информация имеет вид отчетов и справок по итогам выполняемых экспериментов. Исходя из данных на выходе, задается методология принятия решений с дальнейшей выработкой рекомендаций и предложений в области теоретических и экспериментальных исследований.

Последующая работа по выполнению эксперимента была нацелена на обработку и анализ первичных текущих (приложение 1) и накопительных

(приложение 2) данных, полученной по итогам выполнения пассивной экспериментальной работы.

### 3.4. Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований.

Как уже говорилось в предшествующем разделе, объектом наблюдения являлись  $n=19$  единиц подвижного состава. В период выполнения исследования у

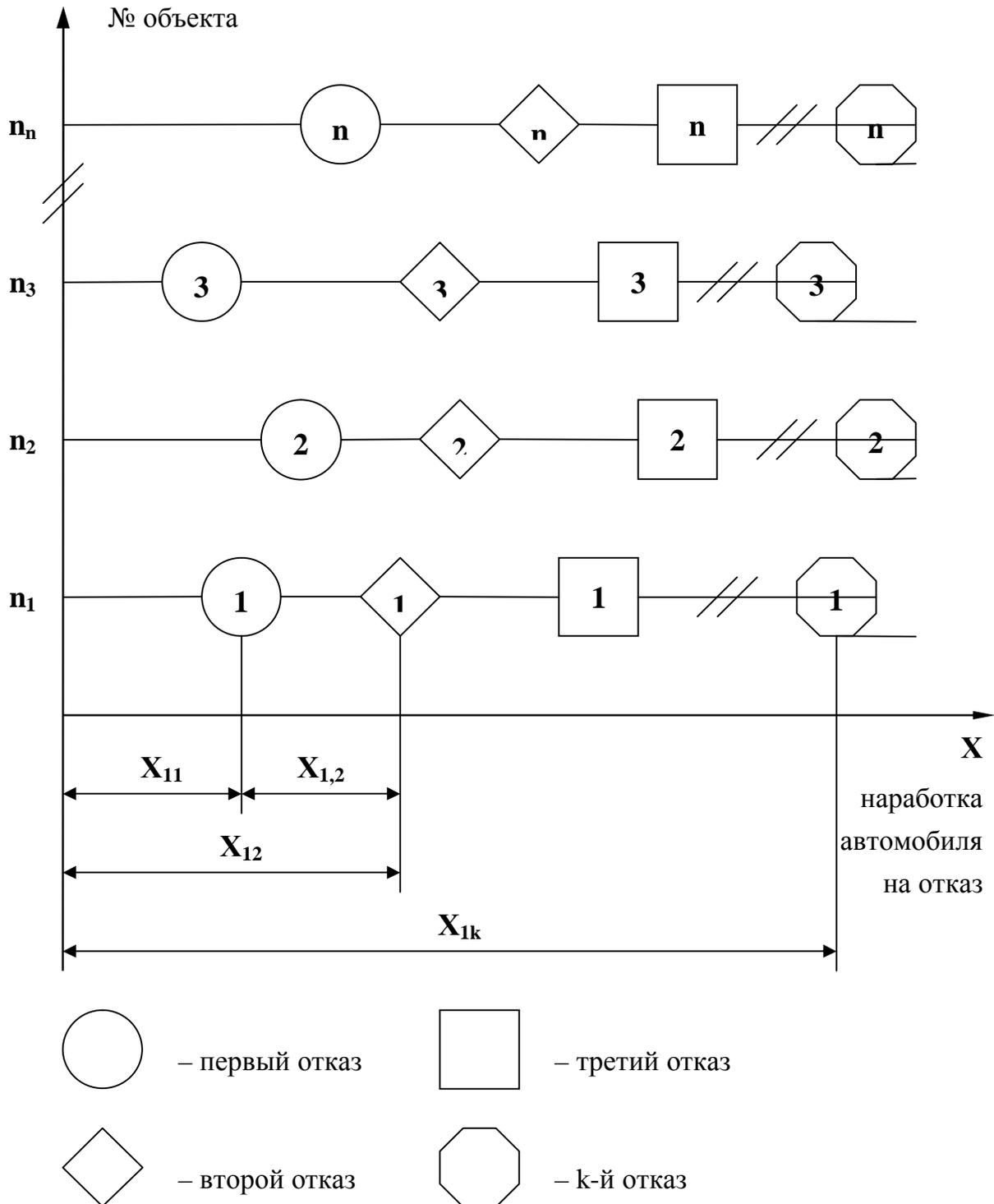


Рис. 3.5 Схема формирования потока отказов автомобиля.

данных автомобилей появлялись поломки и отказы, наработки на которые отмечались в специальной документации в общем по АТС, а также его системам, агрегатам и узлам. Схематично, общую картину формирования потока отказов по АТС и их идентификация указана на рисунке 3.5. В соответствии с данной схемой, все факты появления неисправностей указываются как  $X_{nk}$ ,

где  $X$  – наработка до отказа;

$n$  – порядковый номер АТС;

$k$  – порядковый номер поломки (неисправности) у данного АТС.

В отличие от схемы, представленной на рис. 3.6, полное поле распределения исходных данных, построенное из наблюдения за отдельными автомобилями в процессе эксплуатации с выделением цепочек формирования накопленной суммы количества отказов по каждому конкретному автомобилю на пробеге после последнего проведенного ТО, выглядит так, как представлено на рис. 3.7.

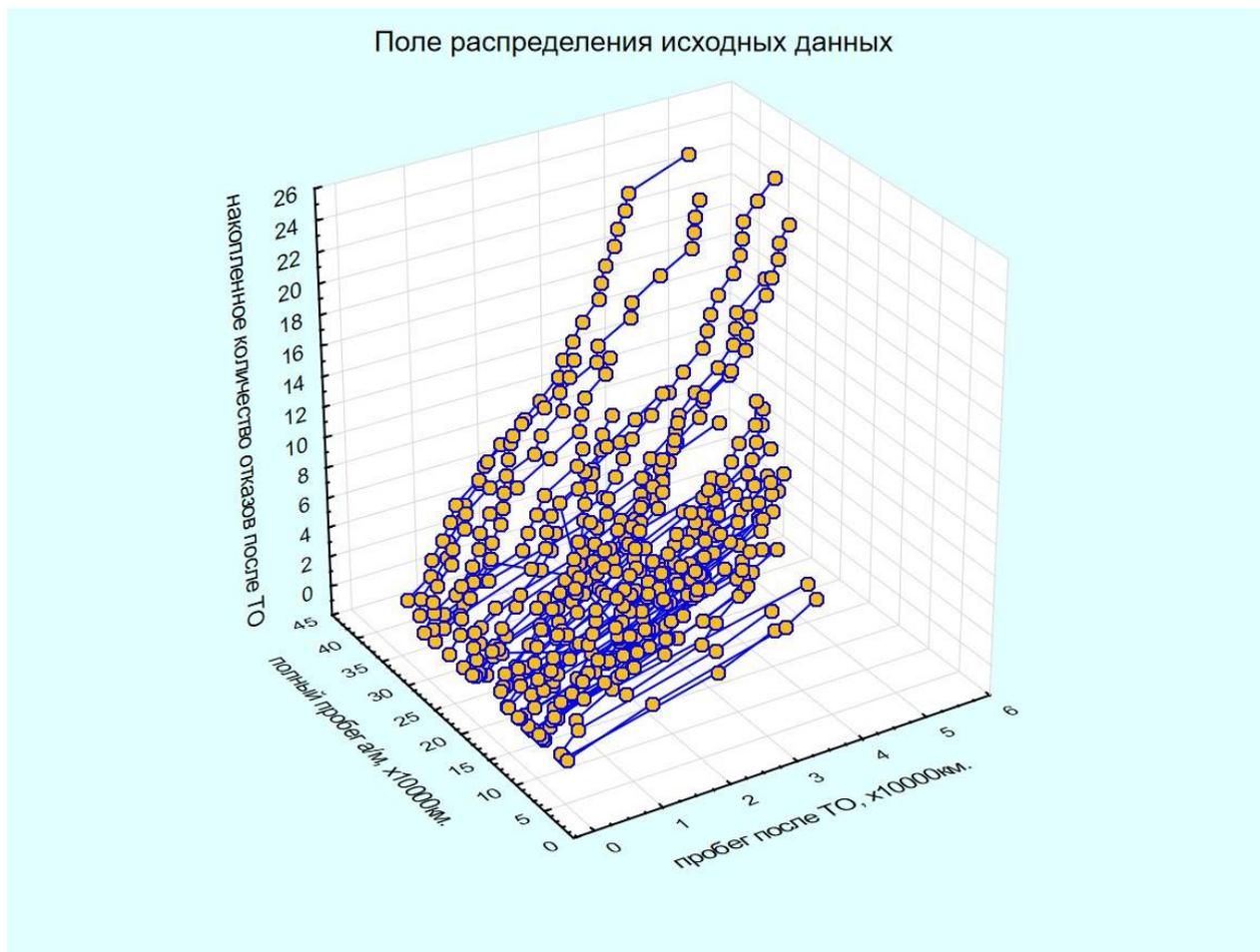


Рисунок 3.6. Представление накопления отказов по автомобилю в интервале от одного проведенного ТО до другого в зависимости от возраста автомобиля и пробега после ТО

Здесь кружками показано каждое событие- отказ автомобиля по той или иной причине, а соединяющие линии образуют цепь событий – накопление отказов до момента проведения последующего ТО.

В связи с тем, что на этапе эксплуатации, а следовательно, в период выполнения экспериментальных изысканий, на надёжность АТС оказывают влияние большое число факторов (отдельные особенности конкретной модели АТС, уровень подготовки шоферов и ремонтных рабочих, категория условий эксплуатации, качество выполнения ТО и ТР и т.д.), то наработки на отказы, равно как и прочие показатели надёжности у разных АТС будут различными, т.е. имеют вариации. Для недопущения появления возможных ошибок, которые могут возникать в статистическом распределении, нужно было выполнить оценку случайных величин.

Первичный анализ “оценки случайной величины был произведен с помощью точечного метода. Данный метод возможность оценивать степень влияния на надёжность подвижного состава указанных факторов. В ходе выполнения точечной оценке математического ожидания случайной величины рассчитывалось среднее ее значение”[10]:

$$\bar{x}_{(k-1),k} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ik} - x_{i(k-1)})}{n} \quad (3.1)$$

“В качестве оценки, характеризующей вариацию, использовалось среднеквадратичное отклонение”[8]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

Коэффициент вариации, являющийся мерой рассеивания случайной величины, определялся следующим образом:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (3.3)$$

Для определения функциональных зависимостей, лежащих в основе описанной в главе №2 математической модели, созданной для определения рациональных параметров организации эксплуатации автомобилей такси в г. Ханое, помимо сбора статистических данных следует определить спектр возможных для использования функций, исходя из физического смысла и процесса формирования потоков отказов. Как говорилось в главе 2, параметр потока отказов, на которые не оказывает влияние момент выполнения работ по ТО, на периоде между одним ТО и последующим может быть принят как постоянная величина, и, соответственно, ведущая функция потока отказа (описывающая усредненное накопление отказов по ходу эксплуатации автомобиля) будет представлять из себя в общем случае линейную зависимость от пробега после момента проведения ТО, в то время как зависимость от возраста (накопленного суммарного пробега с начала эксплуатации) будет представлять из себя нелинейный функционал, определяемый по собранным экспериментальным данным и в соответствии с ранее проведенными исследованиями [10]. Реализующийся характер зависимостей приведен в конце главы 3. Однако для отказов, процесс формирования которых зависит от момента проведения ТО, параметр потока отказа  $w(l, L)$ , также как и ведущая функция параметра потока отказа, имеет зависимость от параметров закона распределения вероятностей пробега до отказа (зависящие от возраста подвижного состава ( $L$ )), и являются по сути в пределах одного пробега между ТО сумму плотностей распределения вероятностей первого отказа, второго, третьего и т.д., - по пробегу  $l$ . Зависимости функции параметра потока отказа для каждой отдельной группы отказов, также как и ведущей функции параметра потока отказов, подробно приведены в конце главы №3. Итак, пусть  $\rho_{1,i}(x)$  – плотность распределения вероятностей пробега АТС ( $x$ ) до первого отказа (для  $i$ -ой группы отказов) с математическим ожиданием  $M_1$  и дисперсией  $D_1$ . “Тогда функция  $\rho_{2,i}(x)$  - плотность распределения вероятностей пробега АТС ( $x$ ) до второго отказа /от начального момента, в данном случае момента выполнения ТО/ будет равна свертке функции  $\rho_{1,i}(x)$  самой с собой”[10]:

$$\rho_{2,i} = \rho_{1,i} \otimes \rho_{1,i};$$

$$\text{т.е. } \rho_{2,i}(x) = \int_U \rho_{1,i}(y) \cdot \rho_{1,i}(x-y) dy \quad (3.4)$$

где  $U$  – область определения функции  $\rho_{1,i}(\cdot)$

При этом математическим ожиданием будет  $M_2 = 2 \cdot M_1$ , и дисперсия соответственно  $D_2 = 2 \cdot D_1$ . “Допускаем в случае продолжительной эксплуатации независимость формирования процесса второго отказа от момента первого отказа, т.е. независимость  $l_{12}$  (пробега от 1-го отказа до 2-го) от  $l_1$  - пробега до 1-го отказа” [10].

Точно также для определения функции распределения «n»-го отказа требуется произвести операцию свертки функции  $\rho_{1,i}(x)$  самой с собой «n» раз:

$$\rho_{n,i} = \underbrace{\rho_{1,i} \otimes \rho_{1,i} \otimes \dots \otimes \rho_{1,i}}_n; \quad (3.5)$$

При этом

$$w_i(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \rho_{n,i}(x) \quad (3.6)$$

На рис. 3.7 и 3.8 изображено формирование параметра потока отказа для исходного нормального и экспоненциального закона распределения вероятностей. Здесь символами  $\rho_n$  отмечены функции плотности распределения вероятности для ‘n’-го отказа по пробегу от начала периода наблюдения (момент выполнения планового технического обслуживания). Функция параметра потока отказа обозначена через  $w$ . Видно, что для экспоненциального распределения, имеющего коэффициент вариации равный 1, функция  $w$  представляет из себя константу от начала координат, и, следовательно, ведущая функция параметра отказа для этого распределения будет линейной функцией от пробега после ТО (рис. 3.8 при математическом ожидании, равном 3). Для нормального распределения (рис. 3.7.) функция  $w(l)$  стабилизируется на расстоянии порядка 4 – 5 средних наработок на

отказ. / Данное построение проведено при коэффициенте вариации равном 0.33,  $M_1 = 3$  и при коэффициенте восстановления равном 1./.

Часто “в экспериментальных исследованиях учитывается возможность использования факта стабилизации  $w$  в случае долгой эксплуатации. Но, при определении поведения функции затрат на промежутке от одного ТО до другого число неисправностей по конкретным системам не достигает, и не должно достигать таких величин” [10], т.к. предназначение системы планово-предупредительных работ по подвижному составу (ТО), состоит именно в том, чтобы не позволять появления массовых неисправностей по системам и агрегатам подвижного состава.

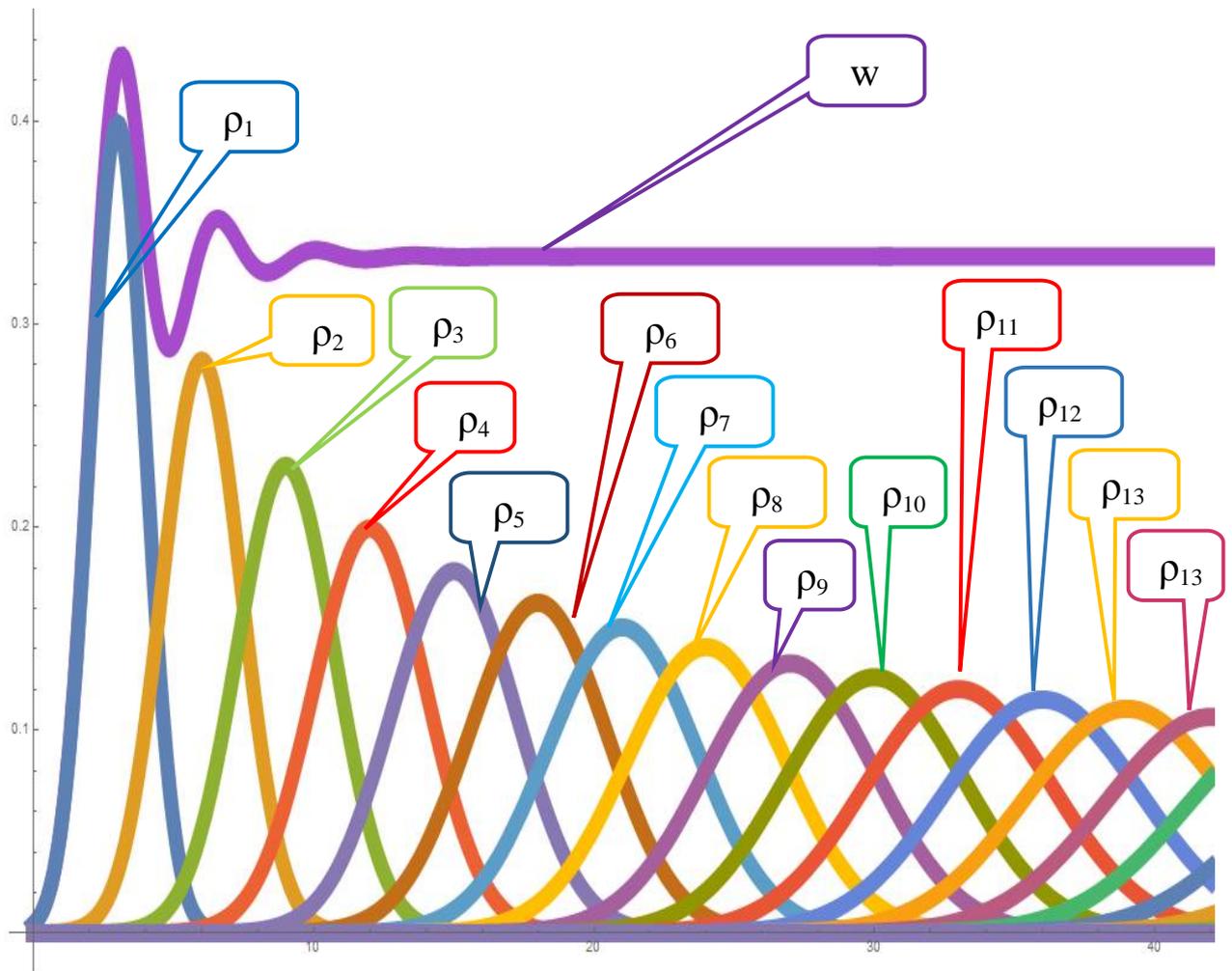


Рис. 3.7. Формирование функций плотности распределения наработки до « $i$ »-го отказа при исходном нормальном распределении ( $\rho_1$ ), а также параметра потока отказа  $w$ .

Таким образом, для нашего эксперимента имеет важное значение поведение функций на начальном участке оси абсцисс. Очевидно, из представленных во второй главе формул, описывающих построенную модель для определения наиболее оптимального решения задачи, наиболее важным является учет поведения ведущей функции потока отказа (интеграл функции  $w(l)$ ). На рис. 3.10. показано поведение функции  $\Omega(l) = \int w(l)dl$  для рассматриваемого примера при нескольких значениях коэффициента вариации. Видно, что линейризацию этой функции можно проводить для  $\nu > 0.25$  уже начиная с  $(1-1.5) \cdot M_1$ , и даже при чрезвычайно малом  $\nu = 1/6$ , практически не встречающемся в реальной

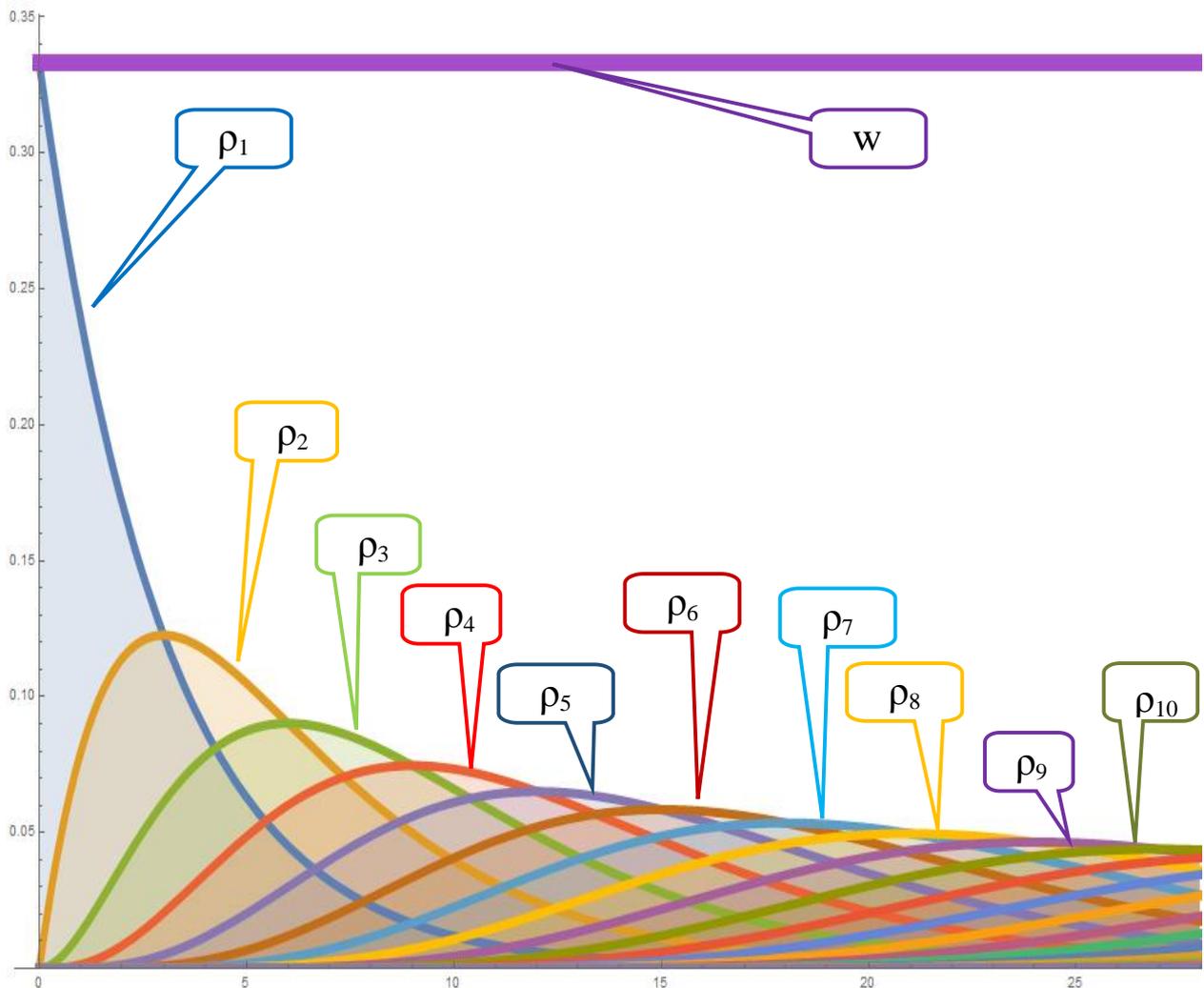


Рис. 3.8. Формирование функций плотности распределения наработки до «i»-го отказа при исходном экспоненциальном распределении

(  $\rho_7$ ), а также параметра потока отказа  $w$ .

эксплуатации (для ЗРВ пробега до отказа), линейаризация может быть проведена на отрезке  $(0 - 2 * M_1)$  и выше.

“В теории восстановления применяются формулы, примерно описывающие поведение функции при относительно больших  $l$ ”[25]:

$$\Omega(l) = \frac{l}{M_1} - (1 - \nu^2) \cdot 0.5 \quad (3.7)$$

где  $\nu$  – коэффициент вариации функции  $\rho_1$ .

Данная функция описывает процессы полного восстановления, в случаях, когда средняя наработка на отказ не имеет зависимости от номера отказа по рассматриваемой системе, агрегату. Она в достаточной мере может быть применена в данной исследовательской работе в применении к неисправностям из потока №2, поскольку неисправность, возникшая первый раз по конкретному узлу в рамках длительности одного периода между плановым ТО может быть (с высокой долей вероятностью для задачи, рассматривающей весь жизненный цикл АТС) уже далеко не первым для этого узла с начала эксплуатации АТС.

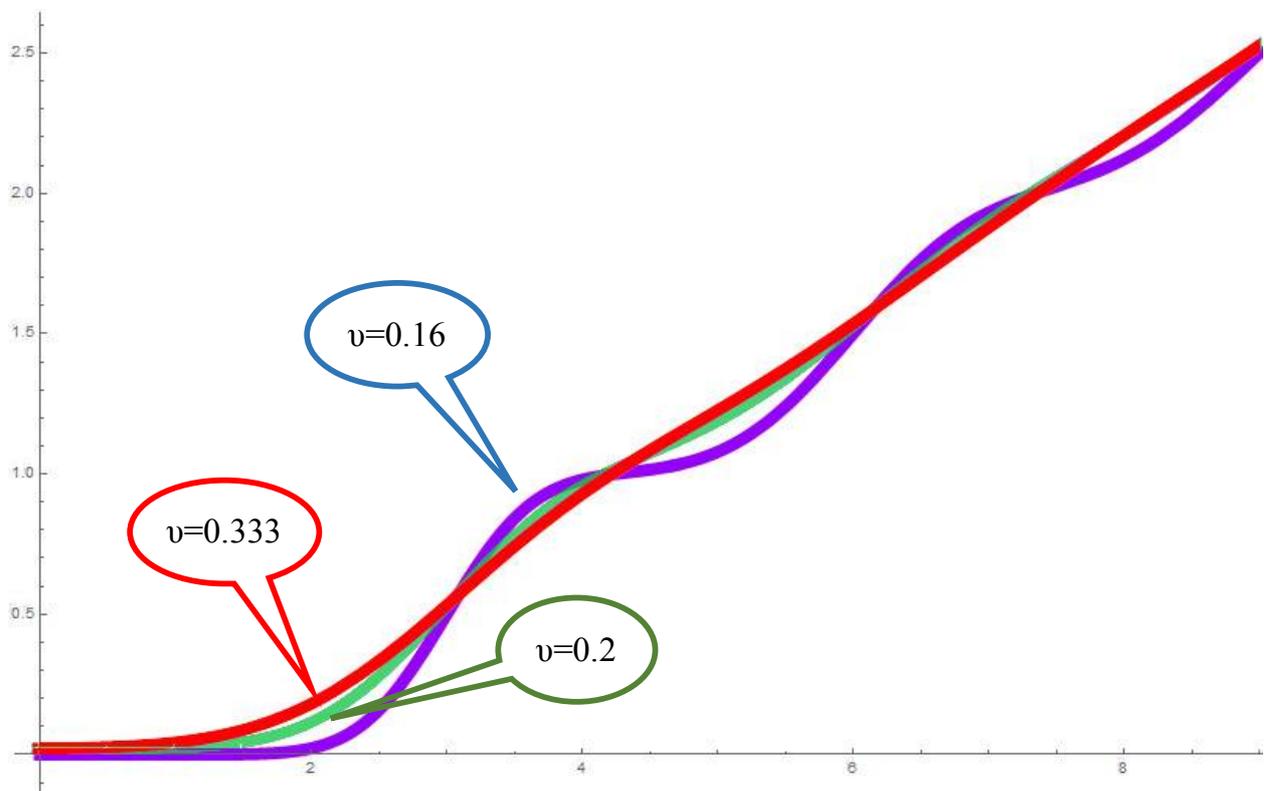


Рис. 3.9. Поведение ведущей функции потока отказа для распределения Гаусса.

Поэтому, может быть принята асимптотическая ось функции  $\Omega(l)$ . В то же время в данной задаче, как уже говорилось выше, большое значение имеет определение корректного описания поведения этой функции на начальном участке оси абсцисс. Трудность заключается в том, что сбор данных для очень небольших пробегов до отказа (на участке оси, зачастую существенно меньшем, чем средняя наработка на отказ), не позволяет выполнить построение функции закона распределения вероятности отказа по пробегу для отдельных узлов, и даже систем в целом, с достаточной точностью. Поэтому подбор функции для  $\Omega(l)$ , которая описывает поведение собранной статистики по неисправностям, будет выполняться напрямую, без промежуточного этапа, т.е. без подбора параметров закона распределения вероятностей, учитывая в то же время тип ЗРВ, реализуемого для данного потока отказов. При этом необходимо указать (рис. 3.10.), что на первичной стадии функция  $\Omega(l)$  достаточно хорошо описывается

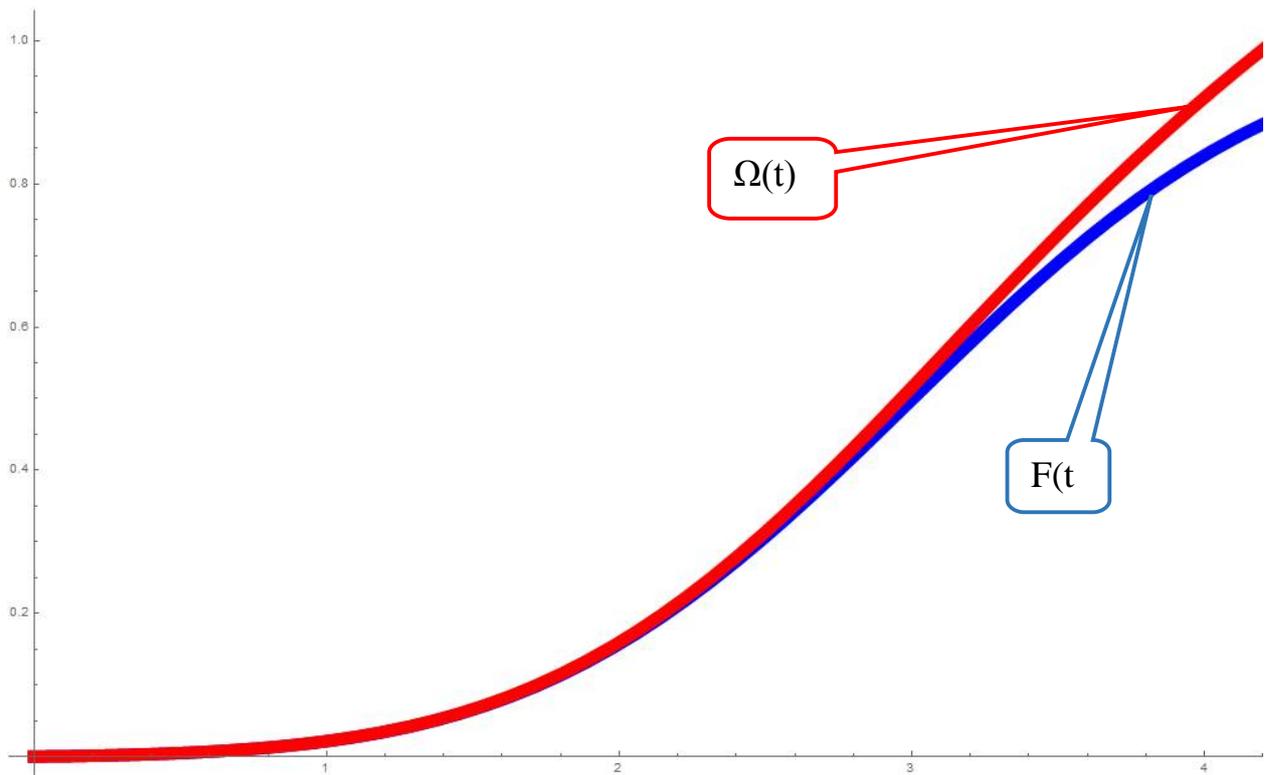


Рис. 3.10. Сравнение поведение ведущей функции потока отказа при распределения Гаусса и интегральной функции закона распределения вероятностей для распределения Гаусса с теми же параметрами.

функцией  $F_1(l)$ , / около 2% разницы на уровне  $P=0.5$  и около 6% - на уровне  $P=0.8$ / в связи с чем для подбора параметров аппроксимирующей функции по конкретным узлам было бы допустимо использовать сочетание формы ЗРВ известного типа в начале оси абсцисс и асимптоты для больших  $l$ .

При этом в рамках поставленной задачи поток №2 является суммой потоков по нескольким системам и агрегатам, которые в свою очередь являются совокупностью значительного числа потоков неисправностей по отдельным узлам и элементам. В целом невозможно утверждать, что данные потоки отказов не являются независимыми. Точное построение вида функции даже для закона распределения вероятностей первого произошедшего отказа по суммарному потоку отказов требует знание (определение) параметров и вида функций ЗРВ по всем включенным в основной поток подпотокам:

$$R_{n1}(l) = R_1(l) \cdot R_2(l) \cdot \dots \cdot R_{g-1}(l) \cdot R_g(l) \Rightarrow \quad (3.8)$$

$$F_{n1}(l) = 1 - \prod_{i=1}^g (1 - F_i(l)) = \sum_{i=1}^g F_i(l) + \sum_{i=2}^g \sum_{j=1}^{i-1} F_i(l) \cdot F_j(l) + \varepsilon$$

здесь  $g$ - количество элементарных подпотоков отказов, входящих в рассматриваемый поток;

$F_i(l)$  – интегральная функция распределения вероятности (первого) отказа по пробегу для ‘ $i$ ’-го типа отказов;

$R_i(l)$  – функция безотказности для ‘ $i$ ’-го типа отказов;

$\varepsilon$  – оставшая часть выражения, представляющая из себя сумму произведений трех, четырех и более (до ‘ $g$ ’ включительно) функций  $F_i$  для различных ‘ $i$ ’.

Для функций  $F_i$ , имеющих близкие значения матожидания и дисперсии, или представляющих из себя группу из большого числа потоков с компактным (непрерывным) распределением этих параметров по нормальному закону распределения последние два члена выражения в (3.8) для малых значений  $F_i$  (начальные участки интервала) могут быть приняты за величины не более второго порядка малости и отброшены. Анализ статистики неисправностей также

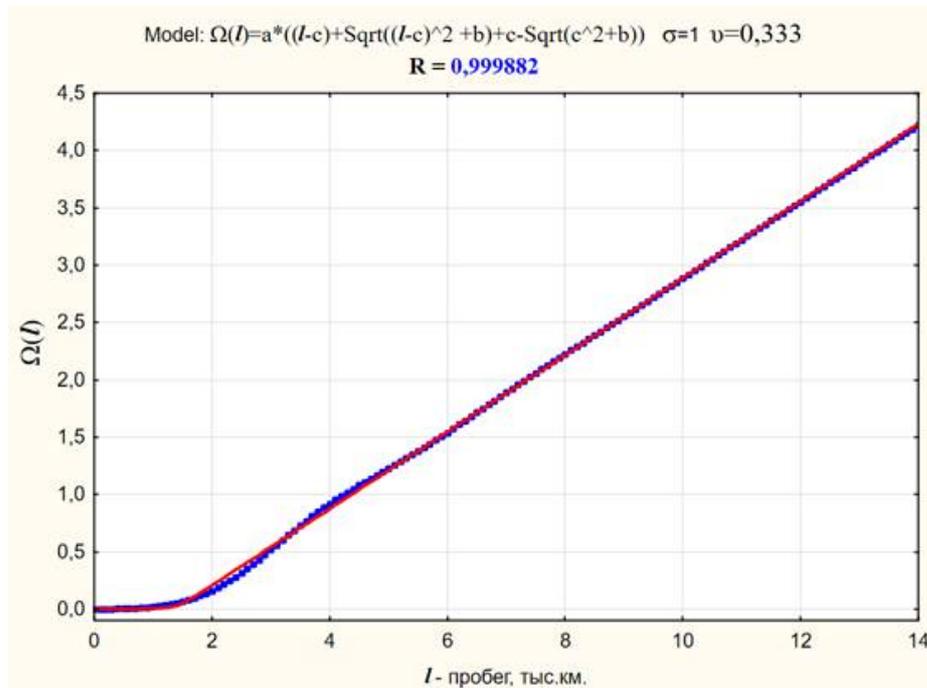


Рис. 3.11.а. Сравнение графиков ведущей функции потока отказов (синий цвет) и аппроксимирующей ее гиперболической функции (красный цвет). Коэффициент вариации – 0.333, поле аппроксимации не ограничено.

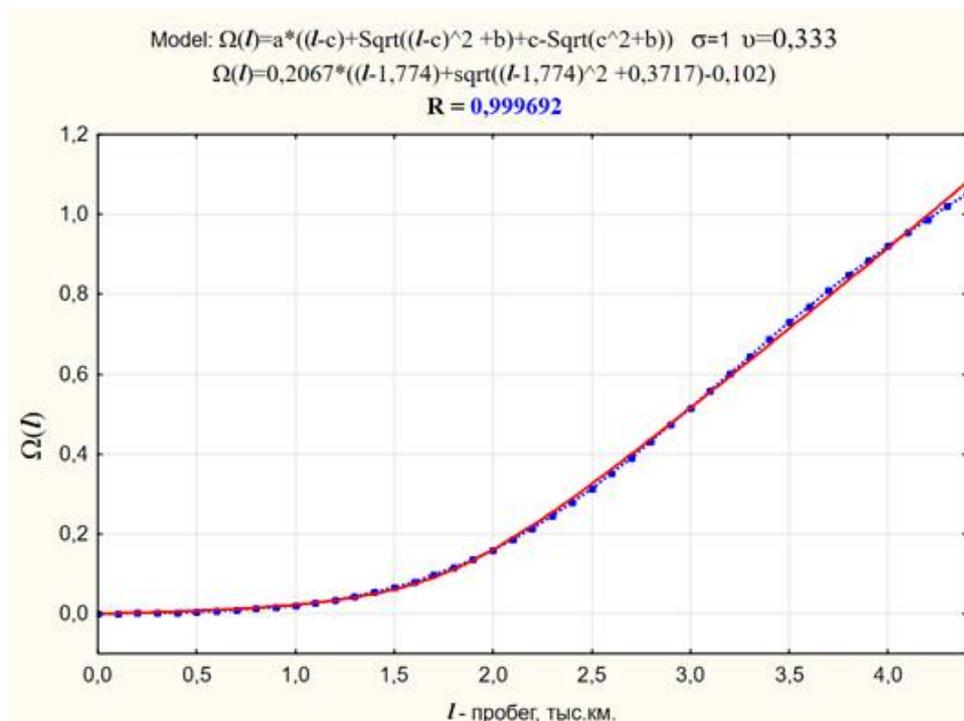


Рис. 3.11.б. Сравнение графиков ведущей функции потока отказов (синий цвет) и аппроксимирующей ее гиперболической функции (красный цвет). Коэффициент вариации – 0.333, поле аппроксимации ограничено.

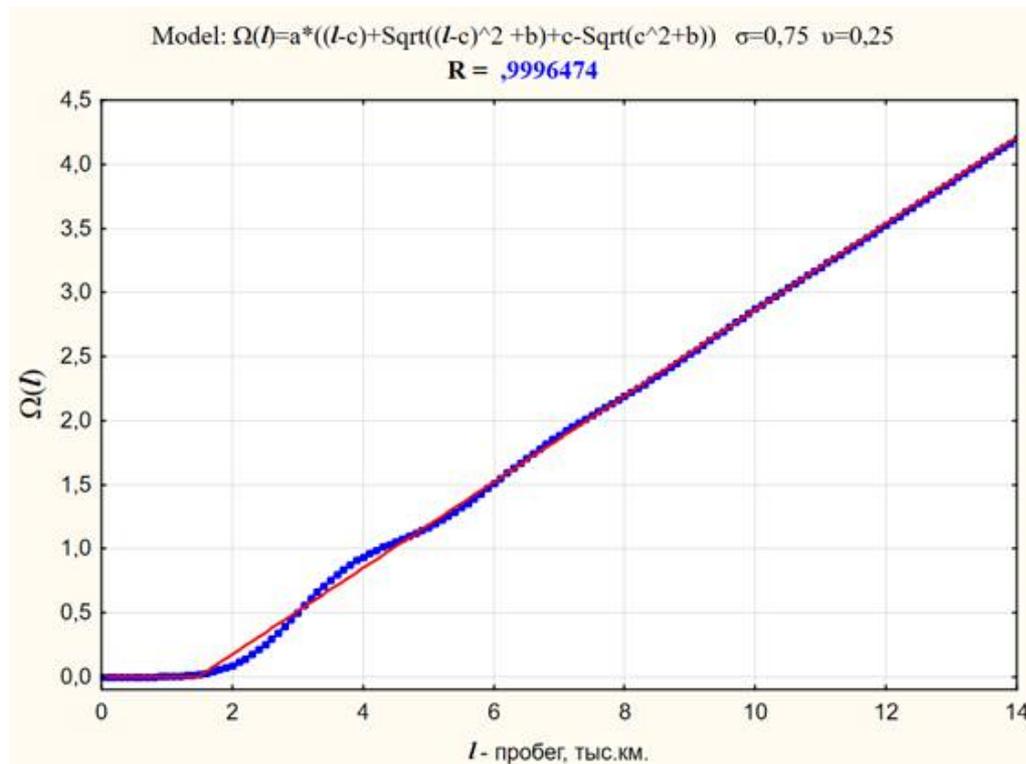


Рис. 3.11.в. Сравнение графиков ведущей функции потока отказов (синий цвет) и аппроксимирующей ее гиперболической функции (красный цвет). Коэффициент вариации – 0,25, поле аппроксимации не ограничено.

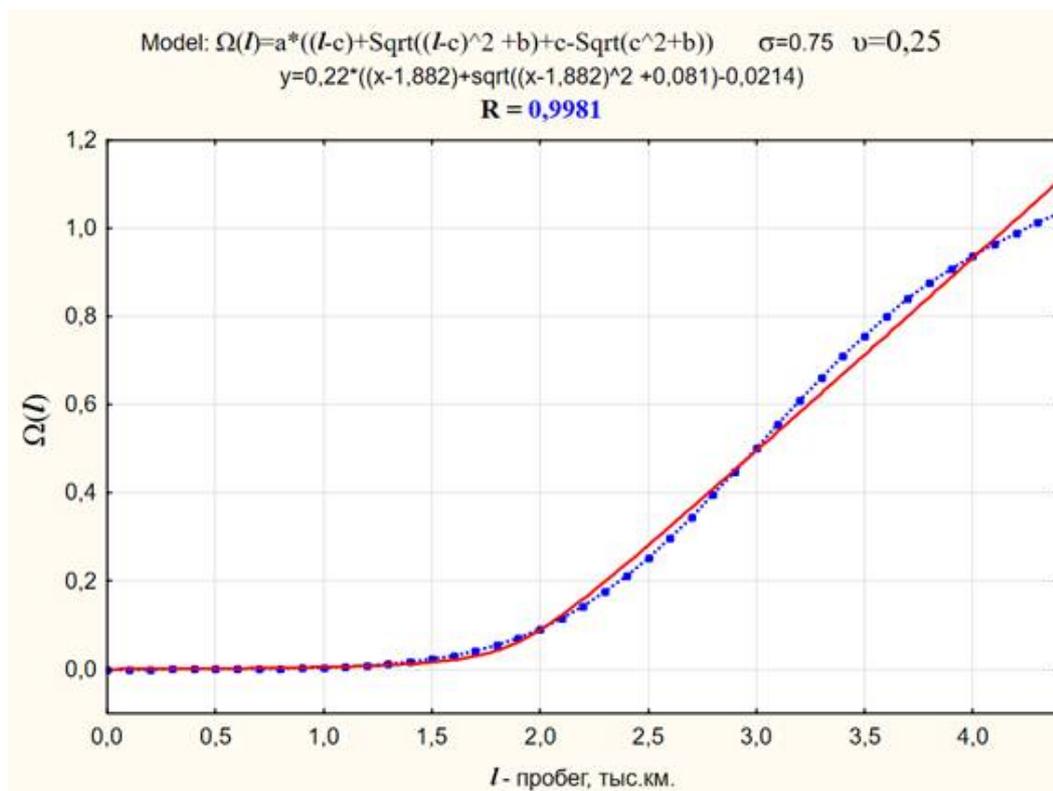


Рис. 3.11.г. Сравнение графиков ведущей функции потока отказов (синий цвет) и аппроксимирующей ее гиперболической функции (красный цвет). Коэффициент вариации – 0,333, поле аппроксимации ограничено.

подтверждает, что число неисправностей по всем агрегатам и системам, возникающих в период между двумя плановыми работами ТО, мало, что дает право (в случае наличия необходимого числа наблюдаемых и исследуемых АТС) основываться при анализе статистики в основном на функции для первых отказов.

Однако ввиду зачастую недостаточной статистической базы для выполнения достаточно тщательного статистического анализа и вследствие того, что объединение нескольких потоков, близких по значениям и по физическому смыслу формирования неисправностей дает объединенному потоку обобщенные характеристики, дающие возможность рассматривать данный поток как единый с некоторым аналитическим распределением наработок на отказ, близким к нормальному, а также учитывая приведенные выше выражения для асимптотической аппроксимации функции  $\Omega(l)$  при больших  $l$ , была выдвинута гипотеза о возможности использования в качестве шаблона функции аппроксимации для ведущей функции потока отказов для потока №2 по исследуемой задаче гиперболической функции.

Таблица 3.3 – Оценка достоверности аппроксимации ведущей функции потока отказов при распределении Гаусса с помощью гиперболической функции при различных коэффициентах вариации (мат. ожидание=3)

Среднеквадратическое отклонение / коэффициент вариации	$\sigma=1 / \nu=0.333$	$\sigma=0.75 / \nu=0.25$	$\sigma=0.5 / \nu=0.167$
$R(\infty)$	0,999882	0,999647	0,99849
$R(1.5 \sigma)$	0,999692	0,9981	0,997498

Несомненно, при соответствующем подборе коэффициентов функции ошибка аппроксимации равна менее 3-5% даже при небольших коэффициентах вариации случайной величины. Так, на рис. 3.11а-г. даны графики поведения функции  $\Omega(l)$  /для закона распределения, формирование функции  $w(l)$  для которого показано на рис. 3.7 - 3.9 при различных коэффициентах вариации и различных охватываемых полях изменения переменной/ и аппроксимирующей гиперболической функции вида:

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{x - k_1}{2 * M_1} + \sqrt{\left(\frac{x - k_1}{2 * M_1}\right)^2 + k_2} - \frac{k_1}{2 * M_1} + \sqrt{\left(\frac{k_1}{2 * M_1}\right)^2 + k_2} = \\
 &= k_0 \cdot (x - k_1) + \sqrt{k_0^2 \cdot (x - k_1)^2 + k_2} - k_3
 \end{aligned} \tag{3.9}$$

где коэффициенты  $M_1$ ,  $k_1$ ,  $k_2$ , имеющие физический смысл, согласующийся с коэффициентами в формуле (3.6), и определенные на их основе коэффициенты  $k_0$ ,  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ , определяемые с помощью специальных программных пакетов /программа Statistica 12.0 при минимизации функции квадрата отклонения функции аппроксимации от исходной функции/. На этих рисунках синей точечно-пунктирной линией показаны значения ведущей функции параметра отказа, рассчитанной по соответствующим параметрам рассматриваемого закона распределения вероятностей, а красной линией – подобранная в программе Statistica аппроксимирующая гиперболическая функция. В таблице 3.3 сведены вместе оценки достоверности проведенной аппроксимации через оценку R-квадрат. Видно, что степень точности описания значительно выше самых жестких критериев для аппроксимирующих зависимостей, что позволяет в дальнейшем при обработке статических данных опираться на функциональную зависимость, предложенную в этой гипотезе.

### **3.5. Описание результатов обработки собранных статистических данных и подготовки исходной информации для проведения расчетов по разработанной модели.**

В процессе сбора необходимых исходных материалов конкретного АТП, по которому проводилась исследовательская работа, существенной сложностью стало то, что определять параметры потока отказов по системам и агрегатам возможно только в условиях функционирования принятой на АТАП системы выполнения планового технического обслуживания и при имеющейся возрастной структуре парка подвижного состава (рис 3.12). Выяснилось, что периодичность выполнения плановых работ ТО не соблюдается (рис 3.12), из-за чего был разработан подход к определению функциональной зависимости накопленного числа неисправностей от периода, прошедшего после выполнения планового ТО (ведущая функция потока отказов) и от возраста АТС. Во-первых, выполнялся

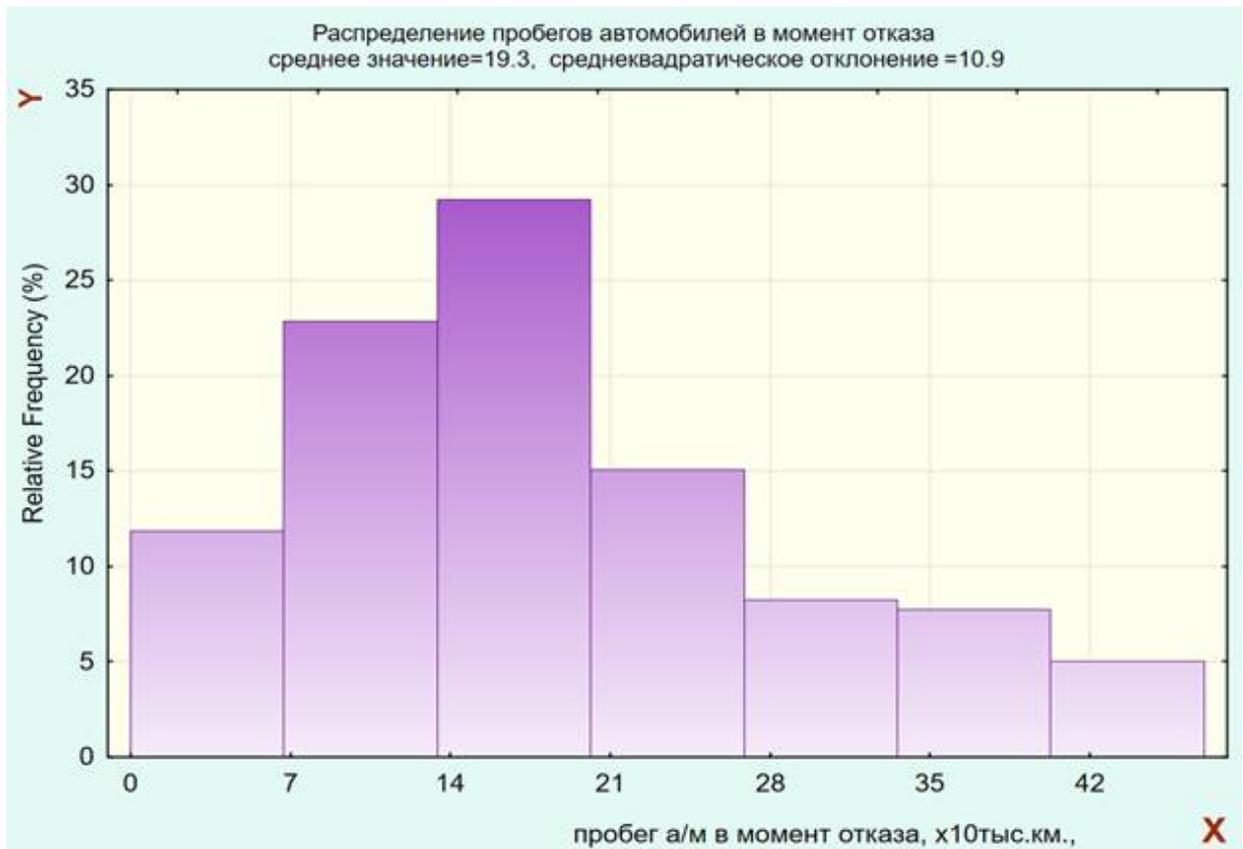


Рис. 3.12. Возрастная структура по экспериментальной выборке на момент отказа



Математическое ожидание по экспериментальной выборке = 23,8 тыс.км,  
среднеквадратическое отклонение = 17,7 тыс.км., коэфф. вариации = 0,774

Рис. 3.13. Распределение пробегов между ТО для автомобилей такси в г. Ханой.

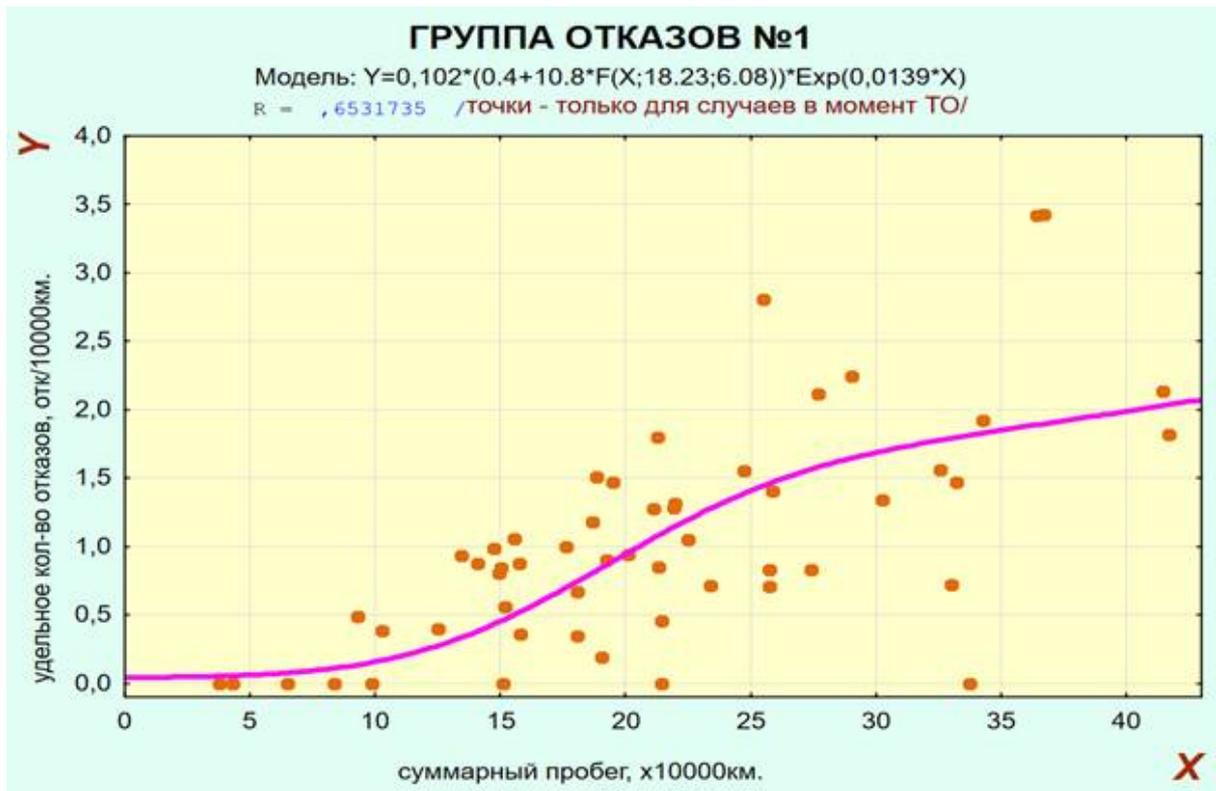


Рис. 3.14. Отказы по группе 1, независимые от момента проведения ТО (основные точки отказов).

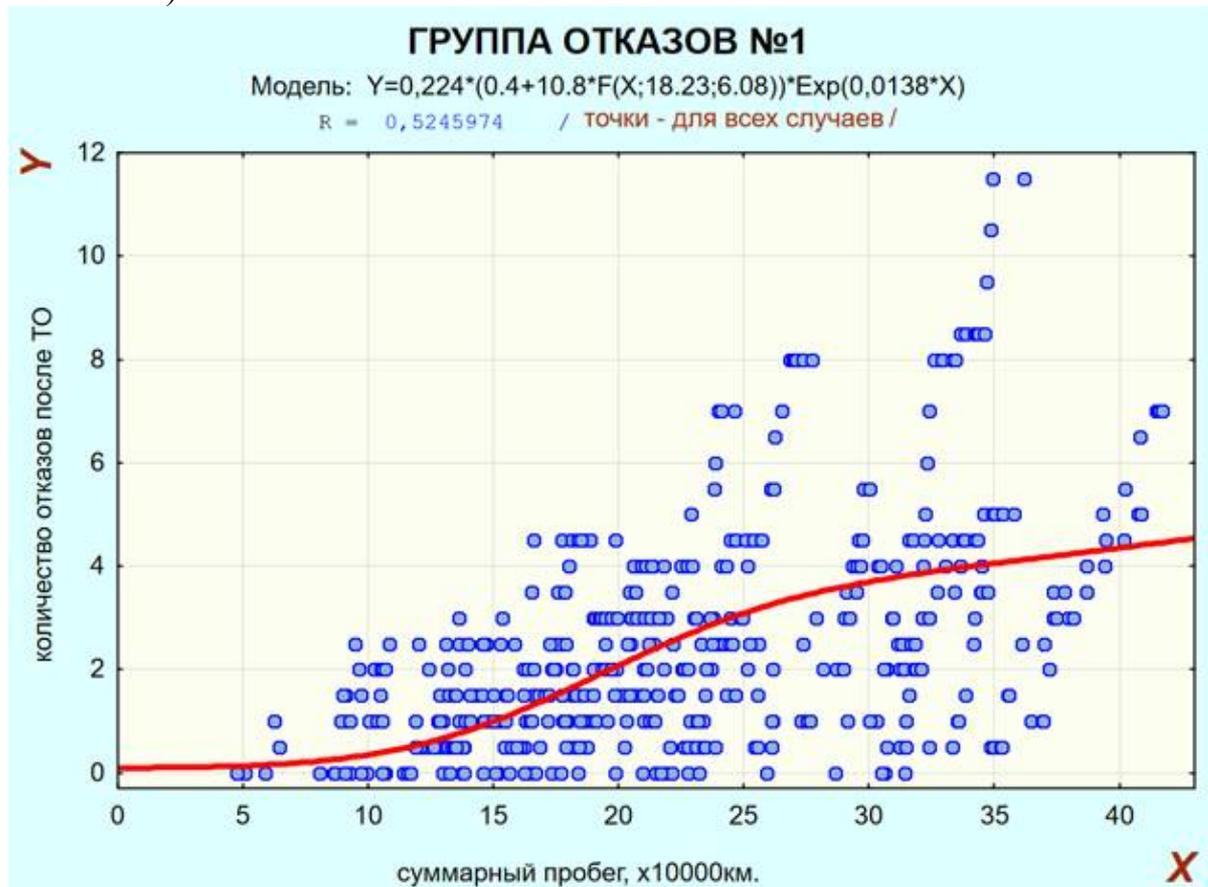


Рис. 3.15. Отказы по группе 1, независимые от момента проведения ТО (полное поле данных по группе 1).

выбор параметров удельной функции (отношение к пробегу после ТО) зависимости от возраста в соответствии с известными функционалами (учебник Кузнецова) для крайних точек интервала эксплуатации после последнего ТО, т.е. находилось число неисправностей на момент следующего планового ТО, отнесенное к пробегу между ТО в каждом отдельном случае.

Подбор функций проводился для каждой из выбранных систем и потоков отдельно. На рис. 3.14 показан соответствующий график для группы А, на рис. 3.15 – для полной совокупности данных/.

Далее, с учетом выявленных зависимостей, выполнялся подбор полной функции зависимости числа неисправностей, собранных после очередного ТО, от двух параметров.

Функциональная составляющая зависимостей для группы потоков отказов, на которые влияет момент выполнения планового технического обслуживания, выстраивалась с учетом описанной выше гиперболической аппроксимацией, а для группы неисправностей, на которые не влияет момент выполнения планового технического обслуживания, с учетом слабой зависимости параметров подобных потоков отказов от небольших пробегов после очередного ТО (небольшое изменение возраста), в соответствии с линейной аппроксимацией. Результаты представлены на рис. 3.16 – 3.19. На данных рисунках всюду функция  $F(Y;a;b)$  отображает интегральную функцию нормального закона распределения вероятностей с параметрами:  $a$  – математическое ожидание:  $b$  – среднее квадратическое ожидание. Причем на рис. 3.16 – 3.17 дан подбор функций аппроксимации для потоков, зависящих от момента выполнения планового технического обслуживания, а на рис. 3.18 – 3.19 - независимых от момента выполнения планового технического обслуживания.

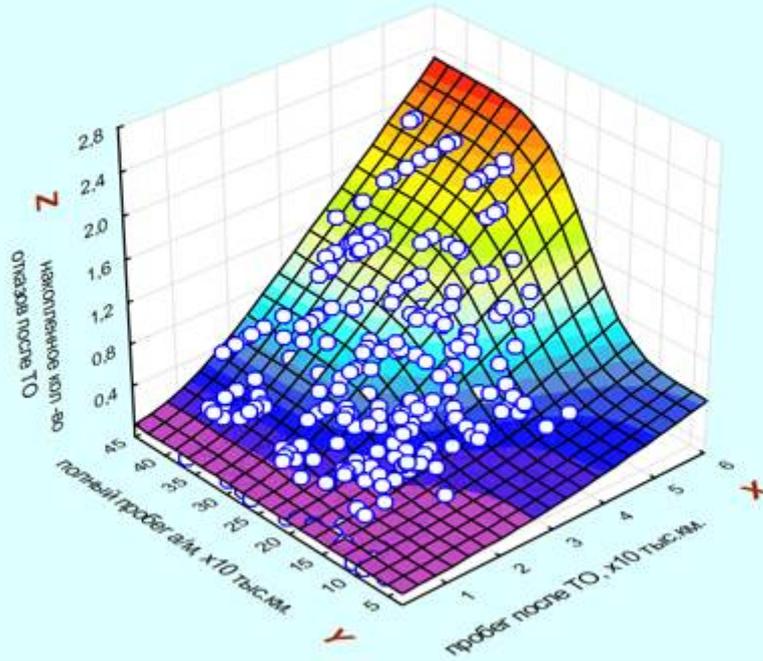
Подбор функций аппроксимации выполнялся с использованием программного обеспечения «Statistica 12».

### ГРУППА ОТКАЗОВ № 1

$$\text{МОДЕЛЬ } Z = B + \sqrt{B^2 + 0.0625} - 0.104,$$

$$\text{где } B = X \cdot (1 + 2.04 \cdot F(Y; 20.92; 5.4)) \cdot \text{Exp}(0.00136 \cdot Y) \cdot 0.0743 - 0.25$$

$$R = 0,563$$



### ГРУППА ОТКАЗОВ № 2

$$\text{МОДЕЛЬ } Z = B + \sqrt{B^2 + 0.097} - 0.15,$$

$$\text{где } B = X \cdot (0.0382 + 0.0688 \cdot F(Y; 3.27; 5.4)) \cdot \text{Exp}(0.0298 \cdot Y) - 0.25$$

$$R = 0,74124$$

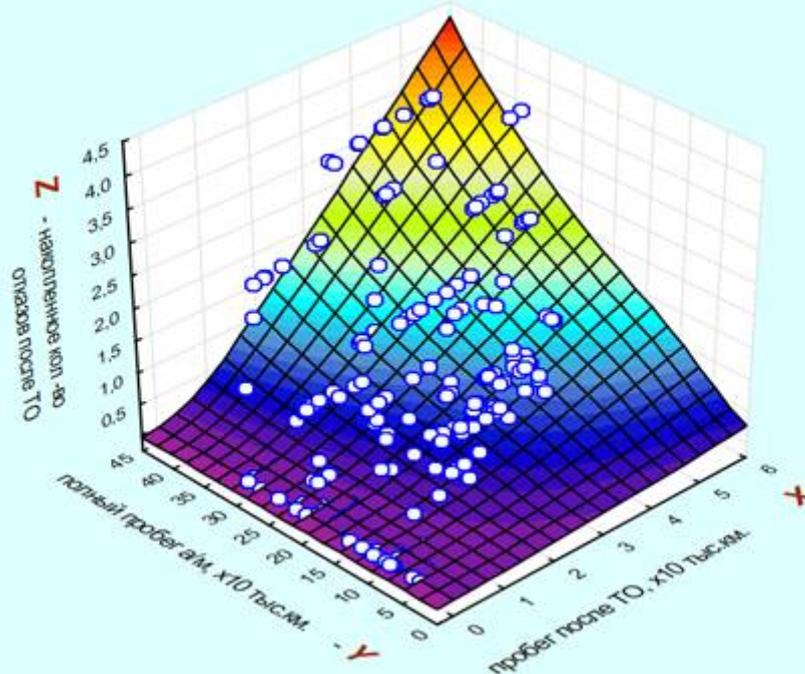


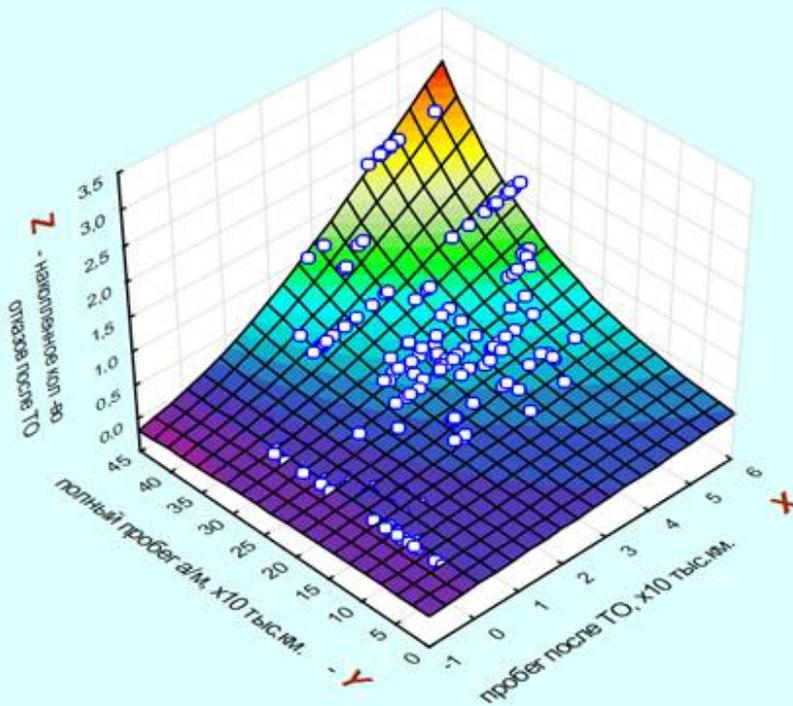
Рис. 3.16. Представление функции  $w(L_{\Sigma}, l)$  на поле отказов для 1-й и 2-й групп отказов, зависимых от момента проведения ТО.

### ГРУППА ОТКАЗОВ № 3

$$\text{МОДЕЛЬ } Z = B + \sqrt{B^2 + 0.778} - 0.667,$$

$$\text{где } B = X \cdot (0.0286 + 0.0093 \cdot F(Y; -11.6; 4)) \cdot \text{Exp}(0.0466 \cdot Y) - 0.25$$

$$R = 0,559$$



### ГРУППА ОТКАЗОВ № 4

$$\text{МОДЕЛЬ } Z = B + \sqrt{B^2 + 0.1} - 0.153,$$

$$\text{где } B = X \cdot (0.0244 + 0.051 \cdot F(Y; 7.75; 5.4)) \cdot \text{Exp}(0.0363 \cdot Y) - 0.25$$

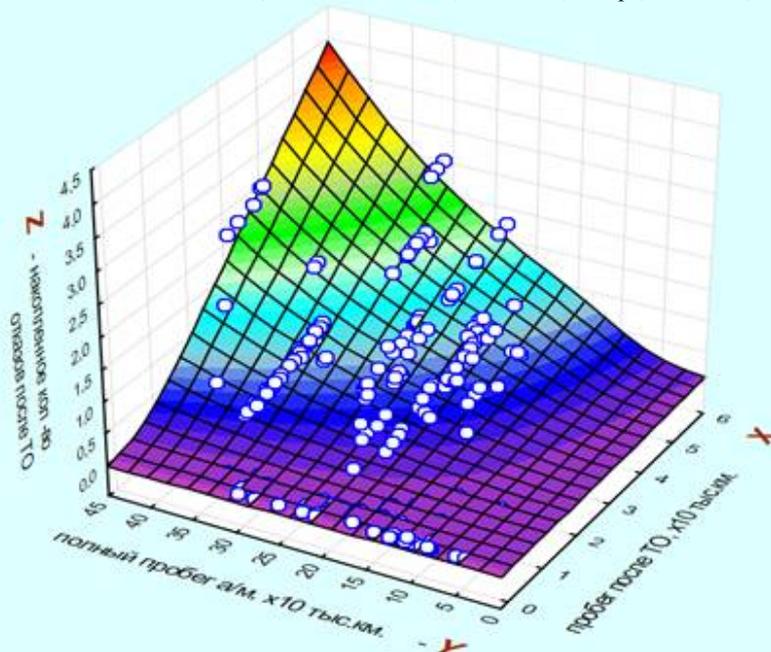


Рис. 3.17. Представление функции  $w(L_{\Sigma}, l)$  на поле отказов для 3-й и 4-й групп отказов, зависящих от момента проведения ТО.

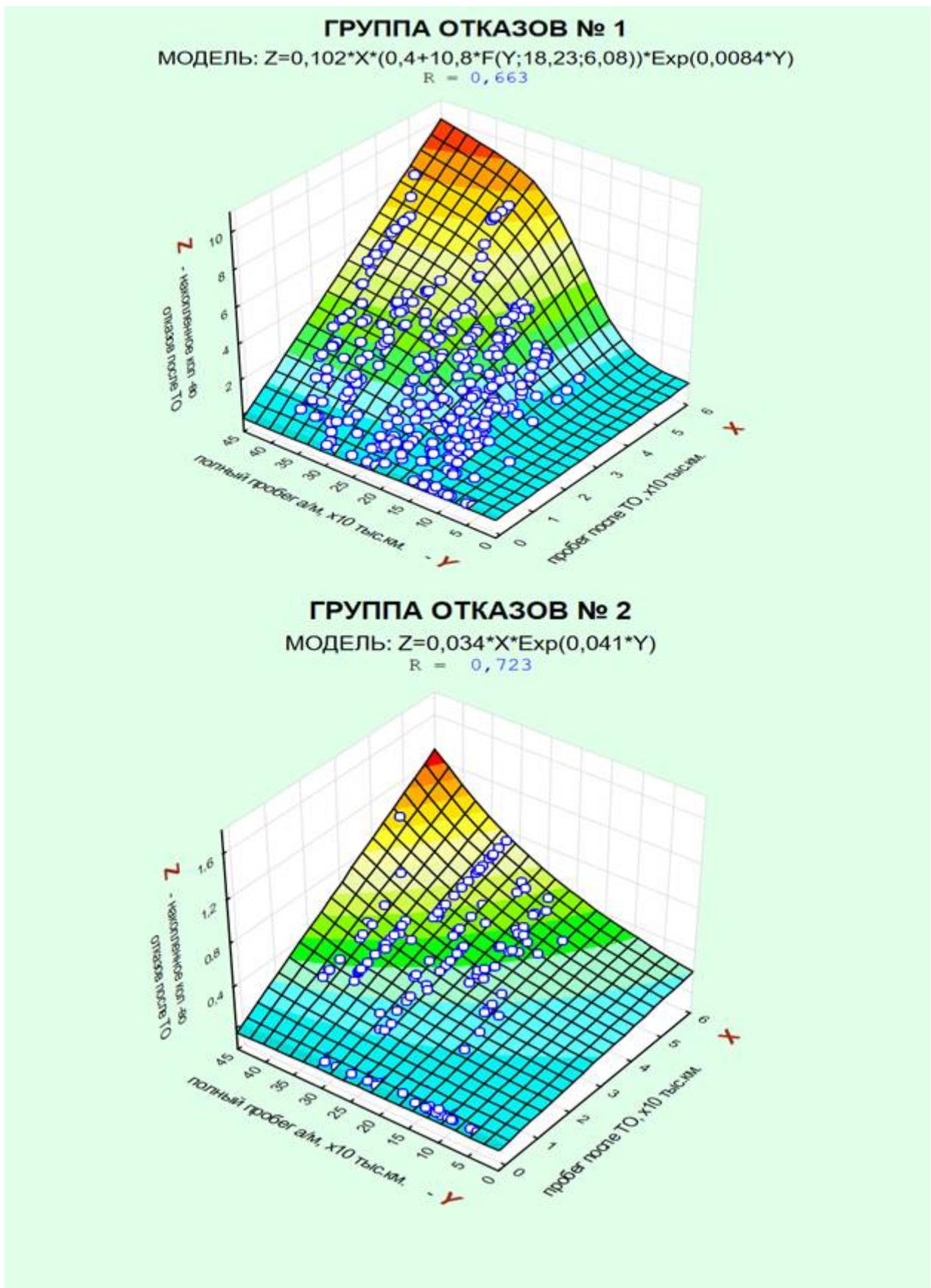


Рис. 3.18. Представление функции  $w(L_{\Sigma}, l)$  на поле отказов для 1-й и 2-й групп отказов, независимых от момента проведения ТО.

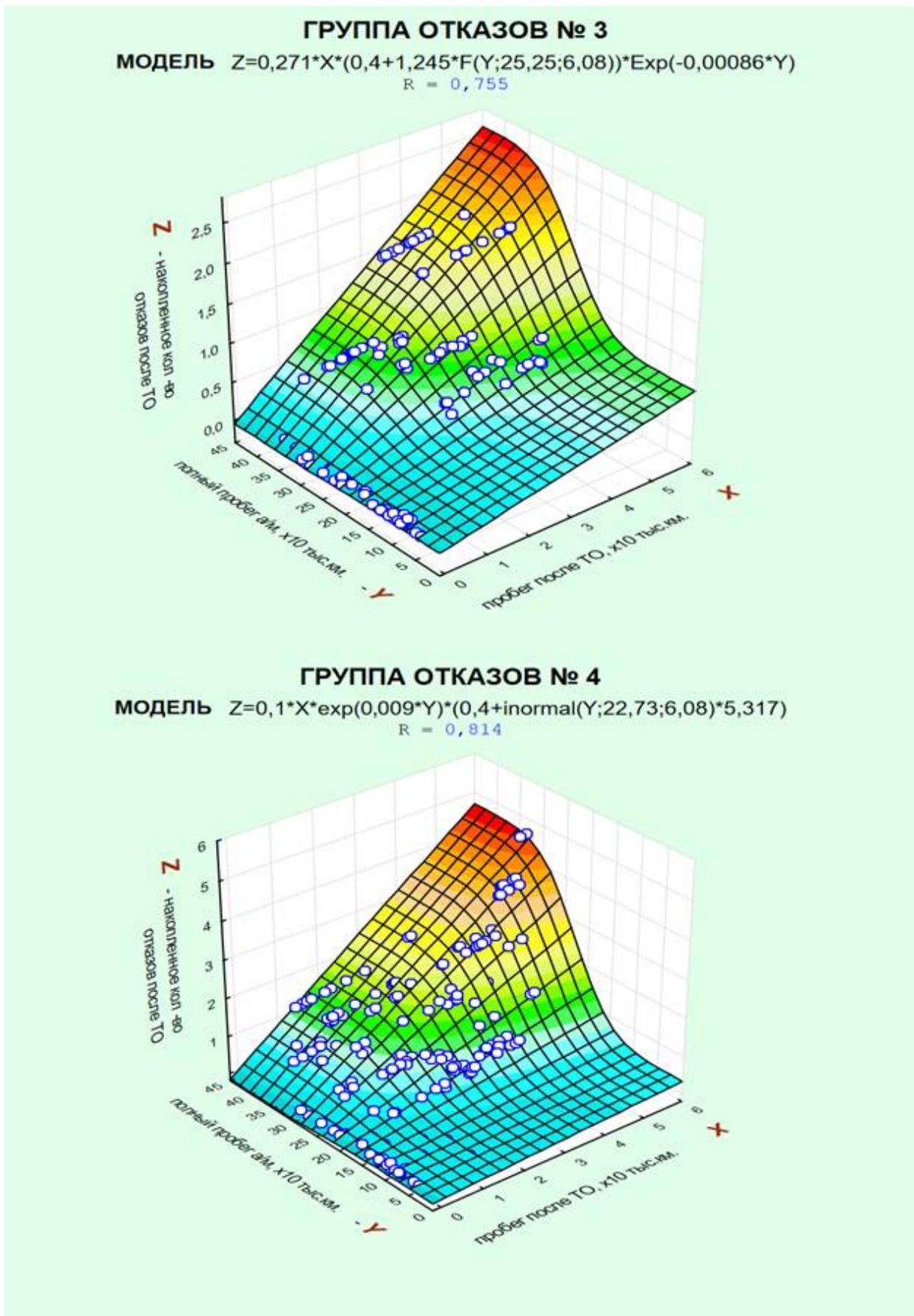


Рис. 3.19. Представление функции  $w(L_{\Sigma}, l)$  на поле отказов для 3-й и 4-й групп отказов, независимых от момента проведения ТО.

Достоверность итогового результата формировалась в соответствии с критерием R-square (коэффициент детерминации), лежащим в пределах от 1 (идеал - отклонение исходных статистических данных от значений аппроксимирующей функции при тех же аргументах отсутствует, т.е. остаточная дисперсия равна 0) до 0 (при этом отношение остаточной дисперсии к полной дисперсии рассматриваемой выборки равно 1). Полученные выражения для функций  $w(L_{\Sigma}, l)$  имели значения критерия R-square от 0.56 до 0.81, в зависимости от групп неисправностей, что является подтверждением достоверности найденных выражений.

### 3.6. Выводы по третьей главе

Проведение экспериментальных исследований позволило:

1. В соответствии с разработанной методикой проведения экспериментальных исследований на первом этапе за объект исследований выбрать автомобили Kia morning по критерию доли представительности в зоне таксомоторных перевозок в г. Ханой.

2. На втором этапе в ходе формирования среды эксперимента определить группу исполнителей, для которых был четко определен круг обязанностей, что позволило наиболее точно и достоверно провести исполнительскую часть экспериментальных исследований.

3. На основе существующих методик полностью были определены необходимые объемы выборки (количество объектов наблюдения и лимитируемое число отказов) и план испытаний, в ходе которых получена экспериментальная информация, на базе которой был проведен подбор функций аппроксимации для потоков отказов, как зависимых, так и независимых от момента проведения ТО, по принятым группам систем, узлов и агрегатов автомобиля.

## **ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ПРОВЕДЕНИЯ ТО**

### **4.1. Разработка алгоритма проведения расчетов математической модели определения периодичности технического обслуживания легковых автомобилей-такси**

С целью проверки получаемого эффекта от потенциального внедрения системы планирования и оптимизации выполнения работ по плановому техническому обслуживанию на АТП «МайнЛинь» был выработан специальный алгоритм выполнения расчетов в соответствии математической моделью, которая подробно описана во 2ой главе данной работы. В процессе выполнения расчетов в соответствии по программе, выполненной с помощью специального программного обеспечения «Mathematica 12», принималось во внимание требование учитывалась как необходимость получения весьма точной величины оптимальных значений определяемых параметров, так и условие снижения общего времени расчета в программой среде, доходящего до многих часов. По окончании сбора необходимых информационных данных и определения имеющихся зависимостей ведущих функций потоков отказов/как от величины пробега подвижного состава после выполнения работ по техническому обслуживанию, так и от возраста подвижного состава, задаваемого в качестве пробега подвижного состава с начала эксплуатации/, выполненных обособлено для каждой из групп возникающих неисправностей, распределенных по системам и агрегатам подвижного состава, а также отдельно по потокам, которые принимают участие в выстраивании необходимой математической модели (глава 3 данной работы), они объединяются в одну единую ведущую функцию потока неисправностей включающую стоимостные коэффициенты, имеющие определенную значимость (вес), из которой составляется зависимость удельных расходов на соответствующие технические воздействия (ремонт работы).

При описанном выше количестве переменных, участвующих в процессе поиска оптимального решения, используемые обычно методы требуют чрезвычайно

большого времени на проведения вычислений. Для того, чтобы можно было выполнить решение рассматриваемой задачи, для построения алгоритма поиска оптимального решения был использован подход проведения специальных преобразований для описанных ранее выражений и функций.

Обозначим через  $u(L_{\Sigma}, l_{TO})$  функцию удельных (на один автомобиле-километр) затрат, включающую в себя полный рассматриваемый и упомянутый в главе 2 набор затрат и издержек – удельные затраты от эксплуатации автомобиля-такси, включающие затраты на приобретение автомобиля и корреспондирующие с этим потери, усредненные удельные затраты на расходные материалы, включая расход топлива и масла, с учетом средних пробегов, и т.д., а также расходы, затрачиваемые на поддержание подвижного состава в работоспособном состоянии, и представляющую из себя точечное значение, определяемое для некоторого заданного суммарного накопленного пробега автомобиля и заданной периодичности технического обслуживания  $l_{TO}$ . Первичная образующая этой функции представлена зеленым цветом на рис. 2.8. На ее основе формируется функция накопленных издержек  $U(L_{\Sigma}, l_{TO})$ , равная:

$$U(L, l_{TO}) = \int_0^L u(L_{\Sigma}, l_{TO}) dL_{\Sigma} \quad (4.1)$$

В этом выражении интегрирование производится по параметру  $L_{\Sigma}$  от 0 до  $L$  при постоянном значении  $l_{TO}$ , т.е. по пути интегрирования, представляющему из себя линию, параллельную оси 'Y' на рисунке 2.8 и 4.1 и отстоящему от оси 'Y' на расстояние  $l_{TO}$ .

И при этом среднее удельное значение равно:

$$\bar{u}(L_m, l_{TO}) = \frac{U(L_m, l_{TO})}{L_m} \quad (4.2)$$

При этом для некоторого набора границ постоянства  $l_{TO}$  можно написать:

$$U(L_m, \{l_{TO_i}\}) = \sum_{i=1}^N \int_{L_{i-1}}^{L_i} u(L_{\Sigma}, l_{TO_i}) dL_{\Sigma} \quad (4.3)$$

В этом случае интегрирование проводится по «ломанному» пути интегрирования, как показано на рисунке 4.1.

Здесь функция  $u(L_\Sigma, l_{TO})$  показана бирюзовым цветом, при этом один из интервалов постоянства периодичности показан малиновым цветом. Весь путь интегрирования показан линиями желтого и зеленого цвета, при этом ненулевые составляющие конечного интеграла формируются на отрезках, показанных зеленым цветом. Эти отрезки - пути интегрирования по оси 'Y', имеющие по оси 'X' координаты  $l_{TO_i}$  для каждого интервала с номером 'i'.

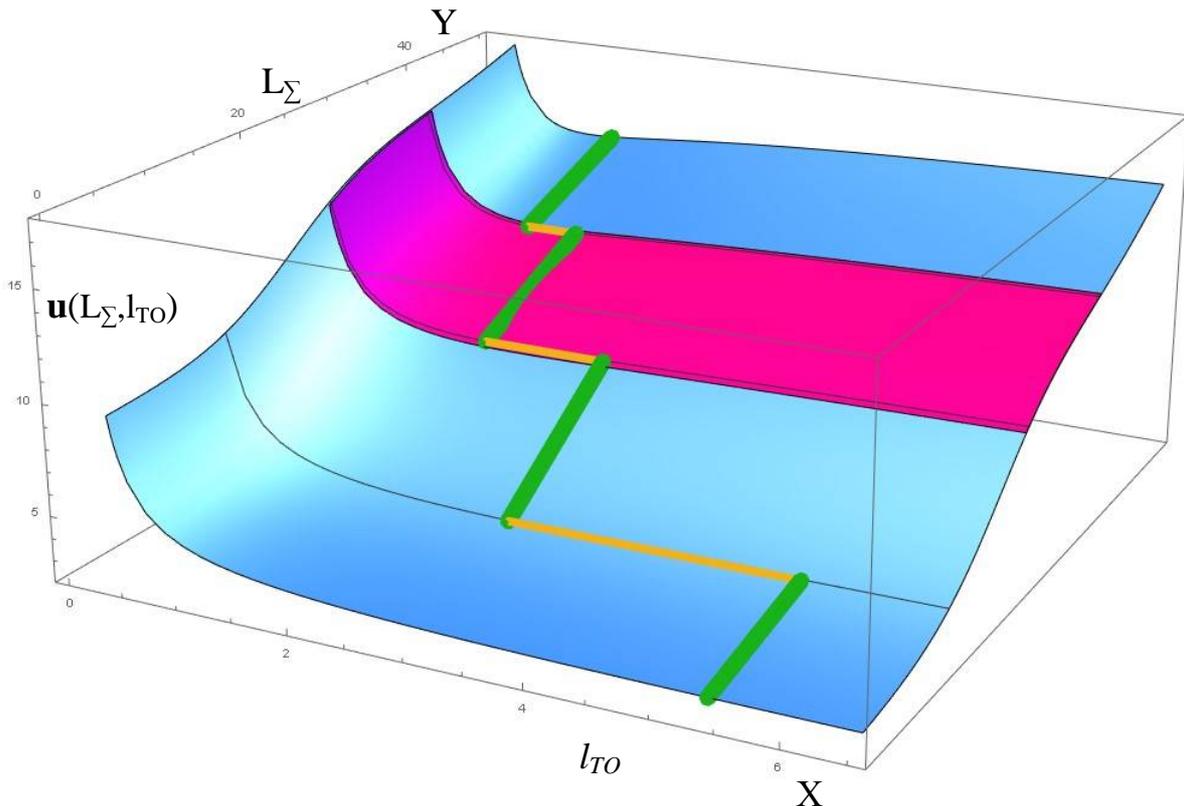


Рис. 4.1 Визуализация схемы формирования ускоренного поиска рационального набора  $\{l_{TO_i}\}$

И, так как значения (в каждом элементе суммирования, в каждом  $i$ -м интервале) зависят только от значения  $l_{TO_i}$  этого интервала и не зависят от значений периодичностей  $TO$  в других интервалах, то оптимальное значение  $l_{TO_i}$  находится отдельно для каждого  $i$ -го интервала как минимум по  $l_{TO}$  от разницы

$$U(L_i, l_{TO}) - U(L_{i-1}, l_{TO})$$

Теперь рассмотрим, что изменится при учете закона распределения вероятностей списания/выбытия из эксплуатации автомобилей такси. Формула [4.2] преобразуется в:

$$\bar{u}(L_m, l_{TO}) = \int_0^{L_m} \frac{U(L, \{l_{TO_i}\})}{L} \cdot \rho(L) dL + \frac{U(L_m, \{l_{TO_i}\})}{L_m} \cdot R(L_m) \quad (4.4)$$

Здесь выражение  $U(L_m, \{l_{TO_i}\})$  во втором слагаемом может быть разделено также, как и в формуле [4.3]. Ситуация с левой интегральной частью несколько сложнее:

$$\int_0^{L_m} \frac{U(L, \{l_{TO_i}\}) \cdot \rho(L)}{L} dL = \int_0^{L_m} U(L, \{l_{TO_i}\}) \cdot \frac{\rho(L)}{L} dL = \quad (4.5)$$

$$U(L_m, \{l_{TO_i}\}) \cdot R_g(L_m) - U(L_0, \{l_{TO_i}\}) \cdot R_g(L_0) - \int_0^{L_m} R_g(L) \cdot u(L, \{l_{TO_i}\}) dL$$

Здесь второе слагаемое равно нулю по определению функции  $U(\dots)$ , а функция:

$$R_g(X) = \int_0^X \frac{\rho(L)}{L} dL \quad (4.6)$$

Таким образом, среднее удельное значение получится:

$$\bar{u}(L_m, \{l_{TO_i}\}) = U(L_m, \{l_{TO_i}\}) \cdot \left( R_g(L_m) + \frac{R(L_m)}{L_m} \right) - R_u(L_m, \{l_{TO_i}\}) \quad (4.7)$$

где

$$R_u(L_t, \{l_{TO_i}\}) = \int_{L_0}^{L_t} R_g(L) \cdot u(L, \{l_{TO_i}\}) dL \quad (4.8)$$

Обозначим:

$$\theta = \left( R_g(L_m) + \frac{R(L_m)}{L_m} \right) \quad (4.9)$$

И, таким образом, функция  $U(L_m, \{l_{TO_i}\})$  может быть представлена интегрированием по "i" разделенным участкам с границами от  $L_{i-1}$  до  $L_i$ , взята с коэффициентом  $\theta$  и к ней прибавлена функция  $R_u(L_m, \{l_{TO_i}\})$  с коэффициентом «-1» (также при ее расчете посредством интегрирования путь, по которому проводится интегрирование, разделяется на эти же участки). Полученную в результате функцию:

$$\begin{aligned} \bar{u}(L_m, \{l_{TO_i}\}) &= U(L_m, \{l_{TO_i}\}) \cdot \theta - R_u(L_m, \{l_{TO_i}\}) = \\ &= \sum_{i=1}^N \int_{L_{i-1}}^{L_i} \theta \cdot u(L_\Sigma, l_{TO_i}) dL_\Sigma - \sum_{i=1}^N \int_{L_{i-1}}^{L_i} R_g(L_\Sigma) \cdot u(L_\Sigma, l_{TO_i}) dL_\Sigma = \\ &= \sum_{i=1}^N \int_{L_{i-1}}^{L_i} (\theta - R_g(L_\Sigma)) \cdot u(L_\Sigma, l_{TO_i}) dL_\Sigma = \sum_{i=1}^N (G(L_{i-1}, l_{TO_i}) - G(L_i, l_{TO_i})) \end{aligned} \quad (4.10)$$

где

$$\begin{aligned} G(L, l_{TO}) &= \int_0^L (\theta - R_g(L_\Sigma)) \cdot u(L_\Sigma, l_{TO}) dL_\Sigma = \\ &= \theta \cdot U(L, l_{TO}) - G_u(L, l_{TO}) \end{aligned} \quad (4.11)$$

Можно теперь минимизировать, выполняя следующую последовательность подготовительных и основных действий, описанных в приводимом ниже алгоритме поиска рационального решения:

- 1) Базируясь на собранных статистических материалах выполняется необходимый подбор функциональных зависимостей для ведущих функций потоков отказов для отдельных описанных типов неисправностей, далее составляются смеси потоков всех принимаемых во внимание неисправностей с долями, демонстрирующие среднюю стоимость устранения одного отказа для каждого включаемого типа отказов;
- 2) По результатам выполнения первого пункта формируется выражение для объединенной функции параметра потока затрат на устранение отказов, представляющей собой удельные издержки на единицу пробега после проведенного ТО;

- 3) Для корректного поиска оптимального срока эксплуатации автомобиля (который проводится на завершающей стадии вычислений) в полную функцию удельных издержек подключаются остальные составляющие затрат, включая стоимость автомобиля, учет возрастающих от возраста автомобиля затрат на топливо, масла и прочие описанные ранее составляющие;
- 4) В соответствии с собранной статистической информацией выполняется подбор функции  $\rho(L)$  пробега до списания автомобиля в пределах срока эксплуатации и вне его;
- 5) По результатам выполнения предыдущих пунктов определяются табличные значения для описанных ранее функций  $U(L, l_{TO})$ ,  $Rg(L)$ ,  $Ru(L, l_{TO})$ ,  $Gu(L, l_{TO})$ ;
- 6) Задавая значения  $L_{i-1}$  и  $L_i$  и, таким образом, расположение  $i$ -го интервала, через функции  $U(L, l_{TO})$ ,  $Rg(L)$ ,  $Gu(L, l_{TO})$  и получаемой с помощью посчитанных для заданного срока предельной эксплуатации автомобиля коэффициента  $\theta G(L, l_{TO})$  определяются  $l_{TO}$ , при котором для заданных  $L_{i-1}$  и  $L_i$  получатся минимальные суммарные издержки на выбранном интервале, а также само значение издержек. На основании расчетов формируется табличные функции оптимального  $l_{TO}(L_n, L_v)$  и  $u_{opt}(L_n, L_v)$ ;
- 7) Задавая различное количество интервалов постоянства проводится поиск оптимальных границ интервалов и, в соответствии с приведенными выше формулами, средних удельных издержек. Расчеты ведутся для каждого кол-ва интервалов, после чего находится точка перелома, в которой по анализу разницы между соседними значениями (для соседних интервалов интервалов)  $l_{TO}$  определяется рациональное количество интервалов постоянства проведения ТО.
- 8) Задавая различные значения ограничения эксплуатации, находятся оптимальные значения кол-ва интервалов, их границ, значений  $l_{TO}$  и соответствующих удельных издержек, включающих в себя затраты на

автомобиль, и находится оптимальный срок эксплуатации через сглаживание получаемой кривой по точкам.

Укрупненный алгоритм последовательного выполнения необходимых расчетов с помощью программного обеспечения указан на рис. 4.2.

Блок 1. В процессе разработки модели в среде программного обеспечения «Mathematica 4.2» для снижения сложности и уменьшения времени выполнения самих расчетов основная доля операций выполняется с операндами в табличном виде. Для самой обработки операндов и преобразования массивов различных форматов создаются и активизируются специальные подпрограммы-функции.

Блок 2. В соответствии с выполненным разбором статистической информации, полученной на АТП, задаются типы формирования ведущих функций потока отказов для различных потоков и групп систем и агрегатов подвижного состава, коэффициенты  $K_{ij}$  (см. главу 2, 3), вид закона распределения вероятностей списания подвижного состава и его параметры, наибольшее возможное в расчетах число диапазонов постоянства периодичности техобслуживания и т.д.

Блок 3. Построение функций  $w_{j,k}(l,s)$  для ведущих функций потоков отказов для различных потоков и групп систем подвижного состава в зависимости от пробега после выполнения планового технического обслуживания и от возрастной группы АТС.

Блок 4. С учетом доли стоимостных коэффициентов выполняется формирование функций  $C1_i(l_{i_{ТО}}, L_{i_H}, L_{i_B})$  и  $C2_i(l_{i_{ТО}}, L_{i_H}, L_{i_B})$  в зависимости от  $l_{i_{ТО}}$  - пробега после выполненного техобслуживания, от  $L_{i_H}$ ,  $L_{i_B}$  - начального и конечного момента  $i$ -го интервала постоянства периодичности ТО.

Блок 5. Нахождение коэффициента корректировки для правки функций  $C_{ij}$ ,  $w_{j,k}$  и т.д. необходимого для улучшения точности выполняемых расчетов и выполнения масштабирования границ интервалов постоянства и самих значений  $l_{i_{ТО}}$  под текущее значение периодичности ТО (для одного интервала постоянства).

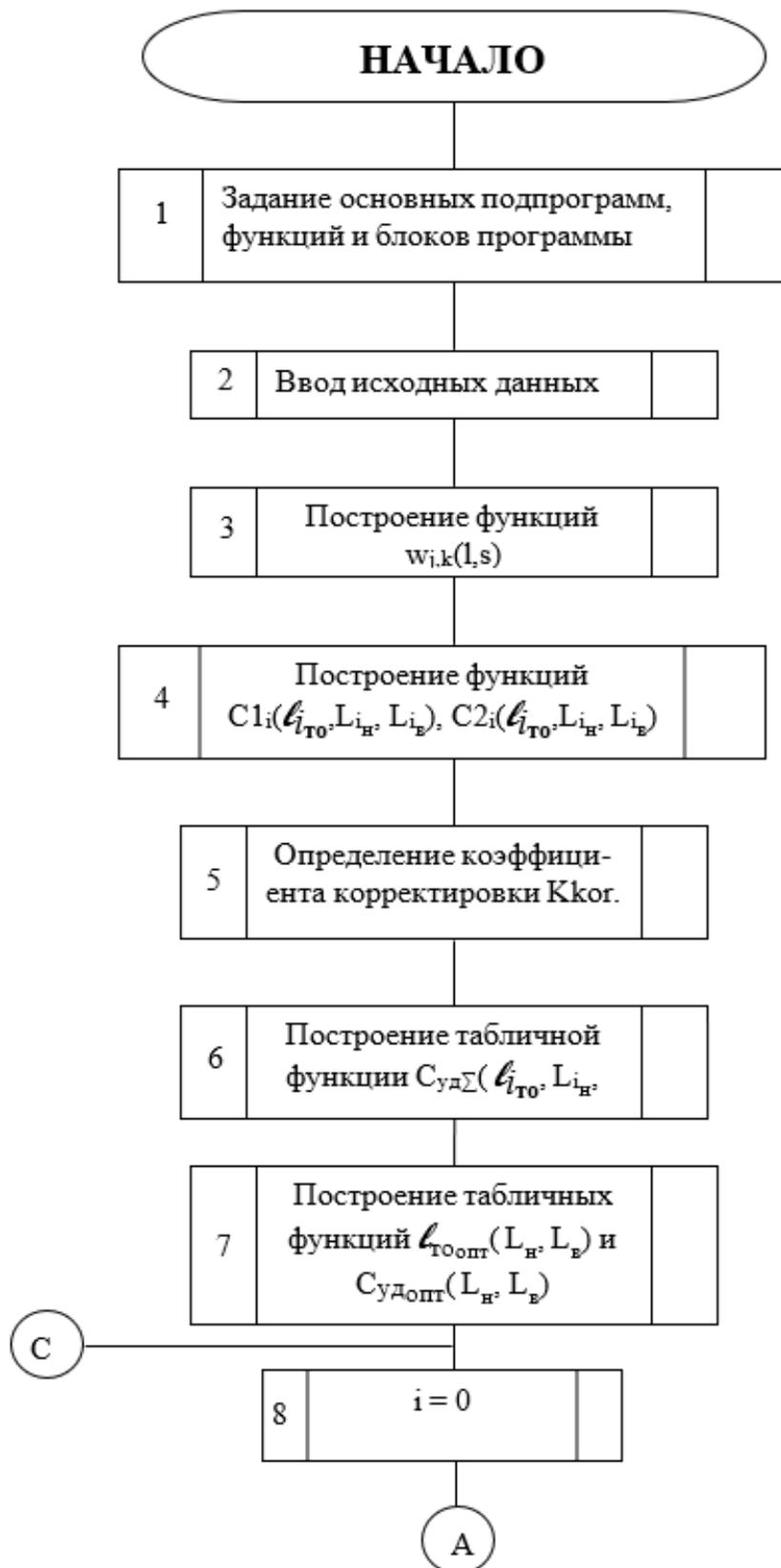


Рис. 4.2. Блок-схема алгоритма расчета математической модели

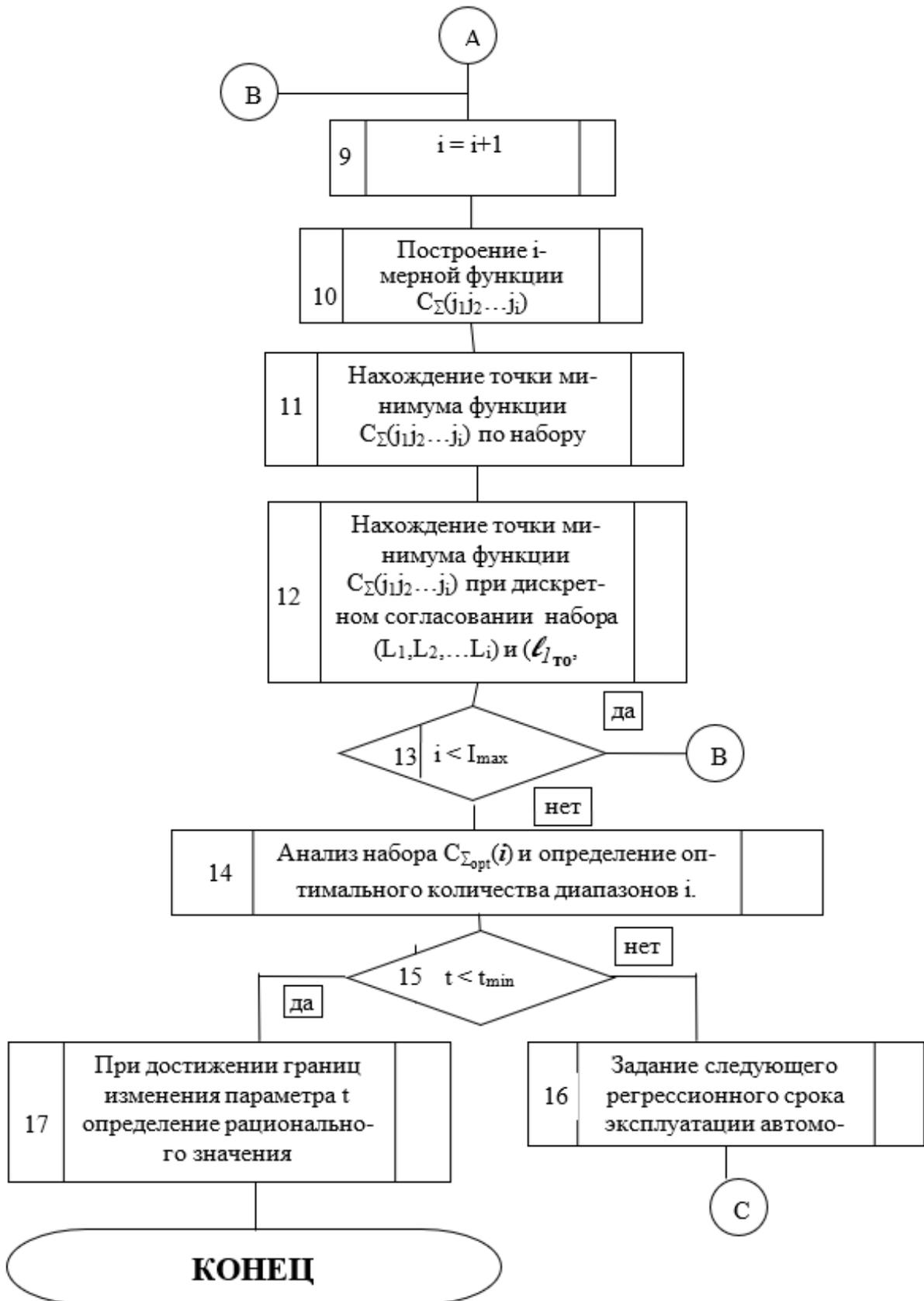


Рис. 4.2. Блок-схема алгоритма расчета математической модели. Продолжение.

Блок 6. Создание таблиц значений функций  $C_{уд\Sigma}(l_{то}, L_H, L_B)$ , являющихся суммой всех имеющихся финансовых затрат, в том числе и расходы на выполнение от  $l_{то}$  - пробега после выполнения ТО, от  $L_H, L_B$  - начального и конечного момента интервала постоянства периодичности ТО. При выстраивании этой функции принимается во внимание также закон распределения вероятностей списания подвижного состава исходя из предельного пробега с начала эксплуатации. Шаг вариации аргументов функции устанавливается в соответствии с  $l_{то}$  равным среднесуточному пробегу подвижного состава на рассматриваемом АТП (182 км.), в связи с тем, что более точного определения значения для оптимального параметра  $l_{то}$  не нужно, а изначальный шаг вариации по границам  $L_H, L_B$  устанавливается равным значению, на 7% меньшей имеющейся на данный момент времени периодичности выполнения планового технического обслуживания (15 тыс.км.).

Блок 7. Применяя функцию  $C_{уд\Sigma}(l_{то}, L_H, L_B)$  выполняем построение таблиц значений функций  $l_{ТОопт}(L_H, L_B)$  и  $C_{удопт}(L_H, L_B)$ , применяемых далее для нахождения полной суммы расходов, учитываемых за весь период эксплуатации подвижного состава (учитывая более низкую роль в суммарную усредненную сумму расходов, составляемых на менее вероятных интервалах, находящихся в зоне относительно старого подвижного, близкого к их списанию или утилизации) при существенном числе интервалов постоянства периодичности выполнения работ планового технического обслуживания и отличных параметров границ данных интервалов, - при рациональных периодичностях выполнения плановых работ по техническому обслуживанию в каждом интервале.

Блок 8. Начало цикла расчетов параметров модели, соответствующих оптимальной точке, при разном числе интервалов константы периодичности выполнения плановых работ по техническому обслуживанию.

Блок 9. Повышение числа интервалов постоянства в модели.

Блок 10. Построение функции общих расходов в "i"-мерном пространстве, где "i" - число интервалов постоянства ТО.

Блок 11. С помощью изменения границ каждого интервала в допустимых пределах выполняется поиск выличин  $l_{\text{то}}$  для каждого интервала, при реализации наименьших расходов (издержек), другими словами выполняется определение точки минимума функции  $C_{\Sigma}(j_1 j_2 \dots j_i)$  по набору границ постоянства интервалов  $(L_1, L_2, \dots, L_i)$  и набору значений  $(l_{1\text{то}}, l_{2\text{то}}, \dots, l_{i\text{то}})$ .

Блок 12. В  $i$ -мерной окрестности найденной в предыдущем блоке оптимальной точки с использованием созданных ранее табличных функций  $l_{\text{тоопт}}(L_H, L_B)$  и  $C_{\text{удопт}}(L_H, L_B)$  выполняется поиск точки. В данной точке для каждого  $i$ -го интервала постоянства длина  $i$ -го интервала содержит целое количество определяемых периодичностей планового технического обслуживания подвижного состава и соответствующих данному  $i$ -му интервалу именно этой длины и при этих границах. То есть выполняется дискретная координация набора границ  $(L_1, L_2, \dots, L_i)$  и периодичностей планового технического обслуживания подвижного состава  $(l_{1\text{то}}, l_{2\text{то}}, \dots, l_{i\text{то}})$ .

Блок 13. Выполнение проверочной работы по условиям окончания цикла изменения числа интервалов и всех расчетов в общем. При тех вариантах, когда число интервалов еще не дошло до наибольшего, выполняется переход обратно к блоку по номером 9. В ином варианте выполняется переход на блок под номером 14.

Блок 14. Анализ набора  $C_{\Sigma\text{опт}}(i)$  и нахождение наиболее рационального и оптимального числа интервалов константы периодичности планового технического обслуживания подвижного состава.

Блок 15. Анализ заданного предельного срока эксплуатации  $t$  на достижение минимального из рассматриваемых границ значения. При достижении минимального значения происходит переход на блок 17, иначе на блок 16

Блок 16. Уменьшение значения предельного срока эксплуатации автомобиля на заданный шаг и переход на блок 8, начало алгоритма поиска рациональных значений границ интервалов, периодичностей проведения ТО и количества интервалов

Блок 17. По результатам всех проведенных расчетов определение рационального предельного срока эксплуатации автомобиля-такси в г. Ханой.

#### 4.2. Описание результатов проведенных расчетов.

При выполнении расчетной части работы, первоочередно по завершению подготовительных операций (блоки 1 - 5) формируется (блок 6) функция накопленных после выполнения очередного ТО потерь на ремонтные воздействия по тем неисправностям, на появление которых оказывает влияние факт выполнения технического обслуживания ПС, и далее, включая расходы, относящиеся к организационными моментам выполнения работ техническому обслуживанию подвижного состава (составляющая  $C_{15}$ ) находим соответствующие удельные общие расходы в соответствии с пробегом подвижного состава после выполнения планового технического обслуживания и его возрастной группой (см. рис. 4.3).

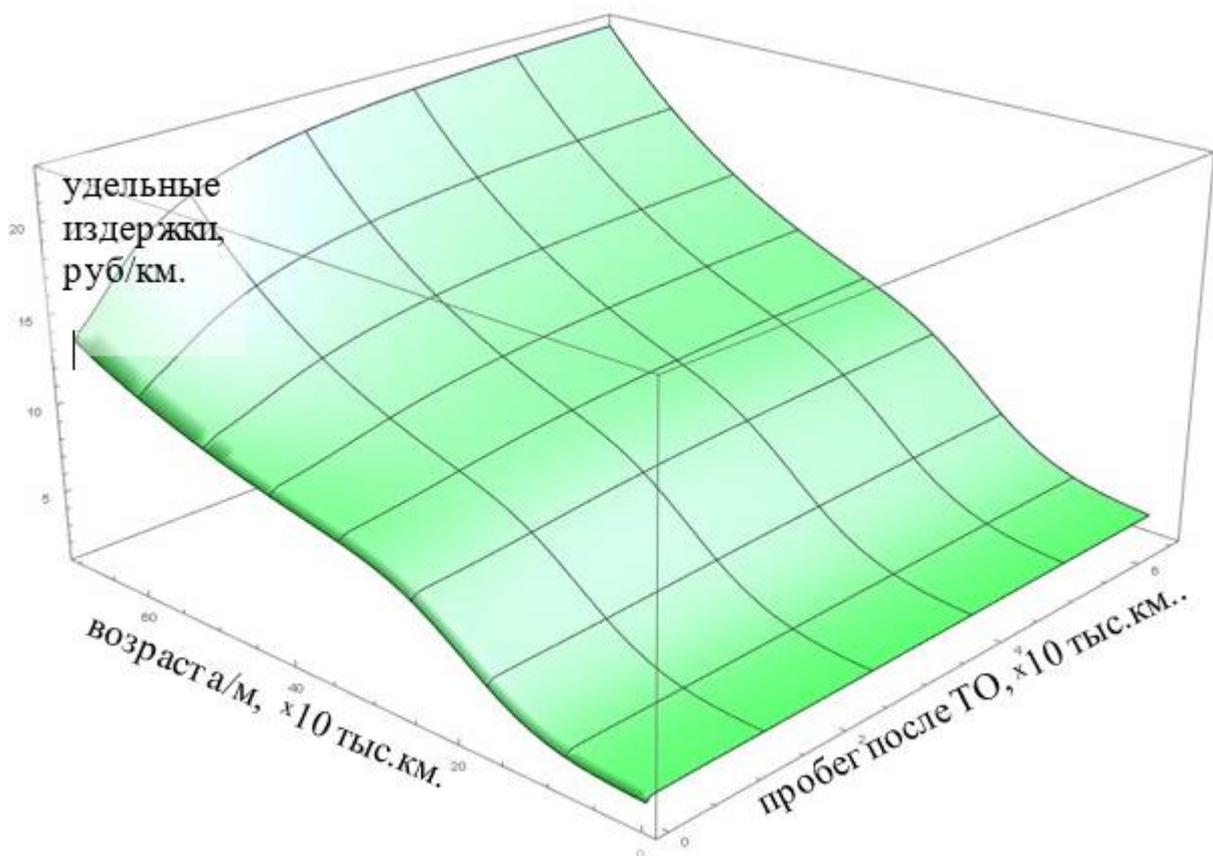


Рис. 4.3. Функция удельных затрат на ремонты по всем системам, с зависимостью и без зависимости от момента проведения ТО, - в зависимости от значения  $l_{то}$  и от возраста автомобиля, - (в руб/км.)

При построении графика общих расходов (также как удельных расходов, приходящихся на одну тыс.км) за весь период эксплуатации подвижного состава на предприятии, необходимо, как это описывалось во второй главе данной работы, для подвижного состава, имеющего высокий возраст, необходимо принимать во внимание не только существенный рост расходов на ремонтные работы, но и снижение числа такого подвижного состава в группе, что связано с выполняющимся (вероятностным) их списанием, а, значит, более низким их влиянием на итоговый общий результат. Завершенный вид функции с учетом закона распределения пробега подвижного состава до списания с автотранспортного предприятия изображен на рис. 4.4.

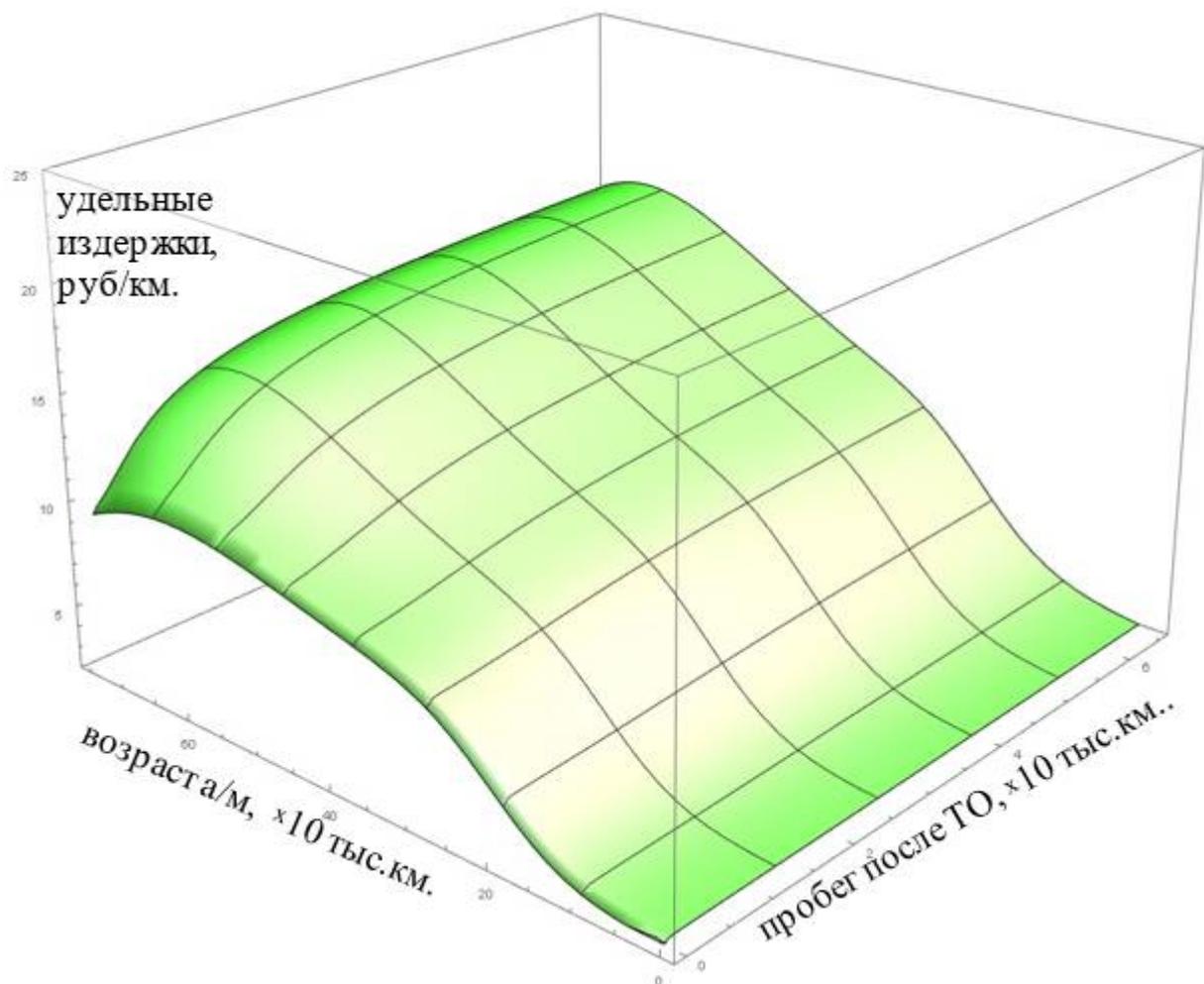


Рис. 4.4. Скорректированная функция удельных затрат с учетом закона распределения вероятностей списания по пробегу, - (в руб/км.)

Ключевые расчетные значения выполняются в блоках 10 и 11. На первой стадии, при определении наиболее рациональной и оптимальной периодичности

выполнения плановых работ по техническому обслуживанию подвижного состава как для случая одного интервала константы периодичности выполнения планового технического обслуживания (классическая ситуация, утвержденная в настоящее время), так и для каждого интервала с установленными верхней и нижней границами определение оптимального значения выполняется путем определения наименьших удельных затрат (расходов).

На рис. 4.5 (в качестве примера) показан график расчетных значений удельных издержек при одном интервале постоянства периодичности ТО (далее – просто интервал). Прямой пунктирной линией указана точка наименьших расходов.

На приведенном графике и далее все финансовые показатели (значения) приводятся в тысячах руб., а удельные финансовые показатели – в руб./км. Все накопленные за период эксплуатации подвижного состава расходы, также как и удельные расходы рассчитываются, как это и было заложено в математической модели в главе 2, по удельным расходам на плановые работы по техническому обслуживанию и те воздействия при текущем ремонте, на появление которых влияет выполнение работ по техническому обслуживанию.

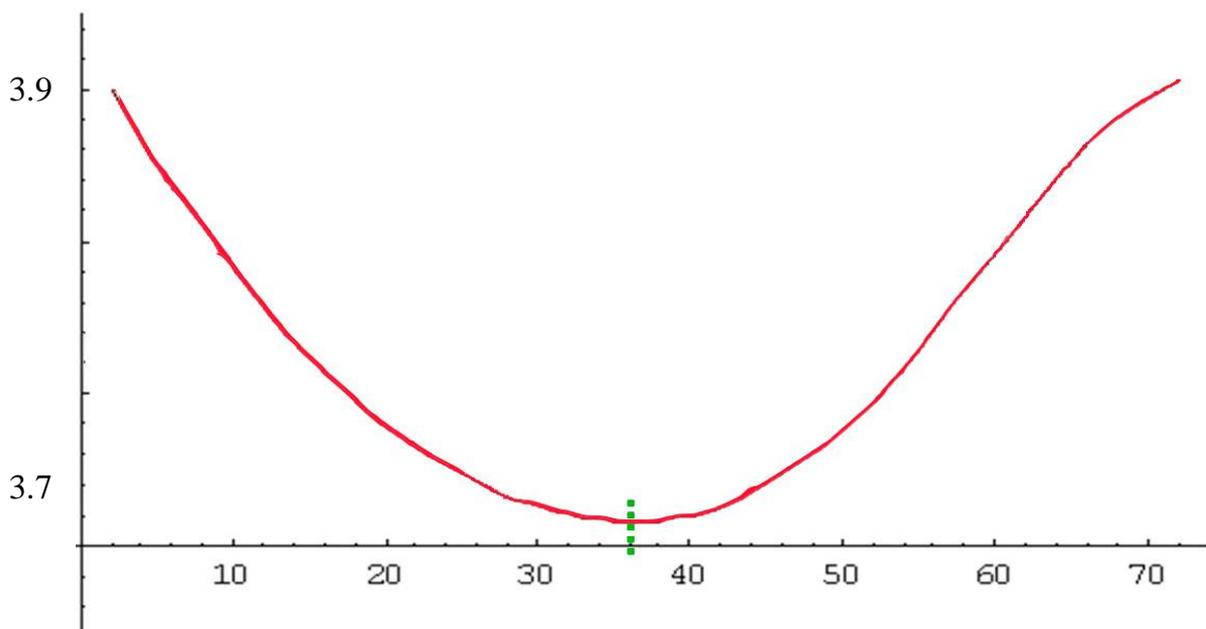


Рис. 4.5. Нахождение оптимального значения ( $36 \cdot 10^4$  км.) границы между 1-м и 2-м периодами постоянства  $L_{то}$  по удельным издержкам на ТО и на те ремонтные работы, возникновение которых зависит от проведения данного ТО.)

По осям независимых переменных /пробег после выполнения очередного технического обслуживания, возраст (срок службы) подвижного состава/ пробег подвижного состава приводится в десятках тыс. км.

В случае установления модели нескольких интервалов требуется также находить и границы данных интервалов, и периодичности выполнения планового технического обслуживания при определенных заданных границах. Суммарные удельные затраты/ функция удельных расходов с прибавлением затрат, непосредственно относящихся к выполнению работ по техническому обслуживанию / за весь период жизненного цикла подвижного состава в зависимости от границы между 2-мя интервалами определялись при периодичностях планового технического обслуживания, наиболее рациональных и оптимальных для каждого интервала соответствующей длины и расстановки границ. На рис. 4.6 показаны совместно изменяющиеся в зависимости от границы между интервалами расчетные характеристики – общие удельные расходы отдельно по первому интервалу и по второму, - параметры, задействованные при формировании всех общих затрат за полный жизненный цикл подвижного состава при его эксплуатации в автотранспортном предприятии. Как очевидно, что со смещением данной границы в зону больших значений идут в рост как удельные затраты (расходы) по 1-му интервалу, так и по 2-му. Очевидно, что в область захвата первого интервала оказываются зоны, в которых /по отношению к расположенным левее точкам/ наработка на отказ по различным агрегатам и системам снижается, а, значит, расходы растут; в месте с тем из области охвата второго интервала со смещением границы между интервалами вправо не охватываются такие точки, в которых /по отношению к остальным точкам этого интервала/ наработка на отказы больше, и, значит, расходы ниже, - что и приводит к взаимному росту средних удельных затрат. Все же, из-за того, что все значения функции для первого интервала меньше, чем у функции для второго, при определении всех общих удельных расходов (затрат) с учетом весовой функции – длины соответствующих интервалов, - обобщенная (суммирующая) кривая имеет точку оптимума, - ее минимум (рис. 4.5).

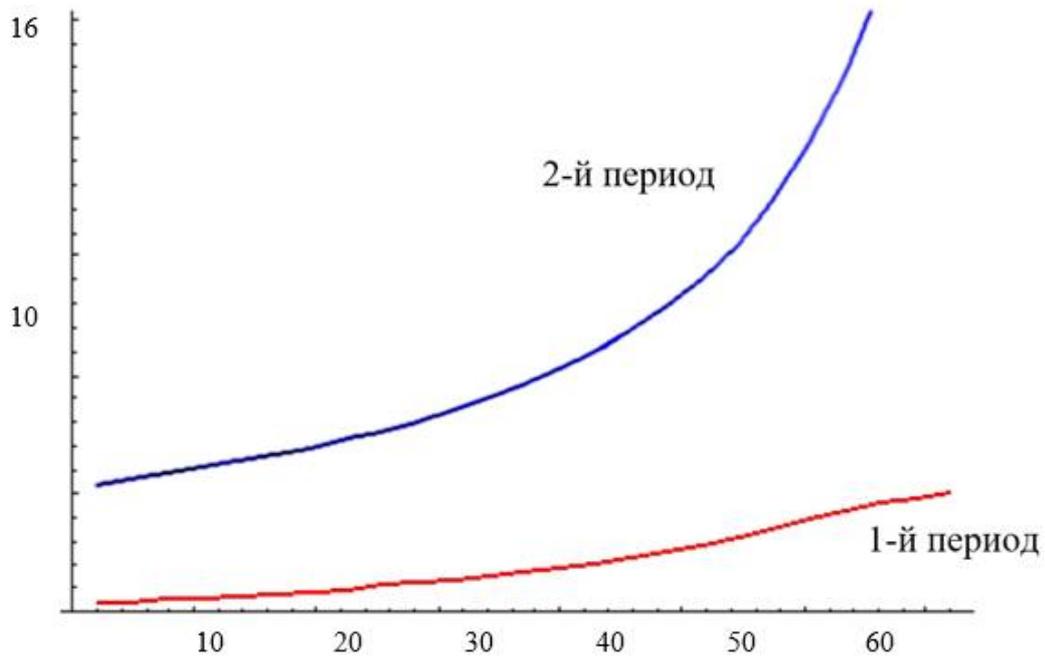


Рис. 4.6. Суммарные удельные издержки совместно по 1-му и 2-му интервалам в зависимости от границы между 1-м и 2-м интервалами постоянства  $L_{то}$  при оптимальных  $L_{то}$  / при стратегии – 2 интервала постоянства периодичности ТО /

На дальнейшем этапе выполнения расчетов – 3 интервала, - графический вид может быть изображен в формате трехмерных графиков, где верхние границы первого и второго интервалов выступают в качестве независимых переменных. Как уже было сказано выше, для 3го интервала отсутствует четкая верхняя граница верхней границы, а последний (по возрасту подвижного состава) интервал, можно сказать, идет бесконечно.

На рис 4.7 показана 3D функция общих удельных затрат (расходов), - эквивалент представленной на рис. 4.5 функции, - в зависимости от двух указанных ранее переменных. На графике отмечена также наиболее оптимальная точка с указанием ее координат ( $22 \cdot 10$  тыс.км.;  $36.5 \cdot 10$  тыс.км.).

На рис. 4.8 показаны в 3D виде некоторые функции, полученные на одной из ступеней расчетов, а именно: Удельные расходы (при наиболее оптимальном интервале пробега между ТО  $L_{то}$ ) для всех трех интервалов константы и наиболее рациональная оптимальная периодичность ТО  $L_{то}$  – также для всех трех интервалов постоянства.

Полный набор выполняемых расчетов был выполнен для 8 интервалов константы периодичности выполнения планового технического обслуживания. Итоги проведенных расчетов, для разного количества интервалов постоянства периодичности ТО приведены на рис. 4.9 - 4.11. Как видно из рисунка 4.9, что при росте количества интервалов общие расходы (затраты) на поддержание

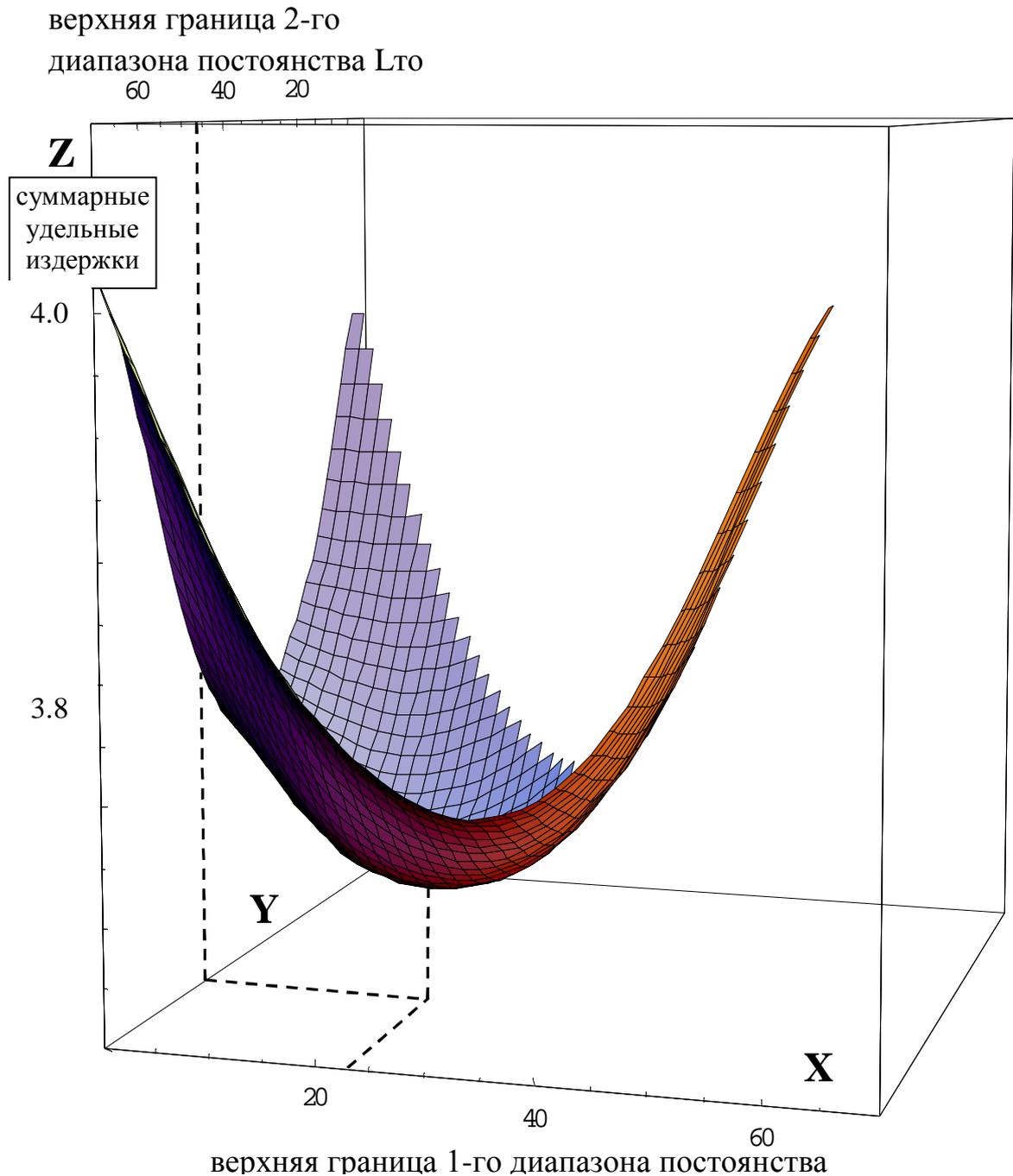


Рис 4.7. Нахождение оптимального значения ( $22 \cdot 10$  тыс. км.;  $36.5 \cdot 10$  тыс. км.) границ между 1-м и 2-м (ось X) и между 2-м и 3-м (ось Y) интервалами постоянства  $L_{то}$  по суммарным удельным издержкам.

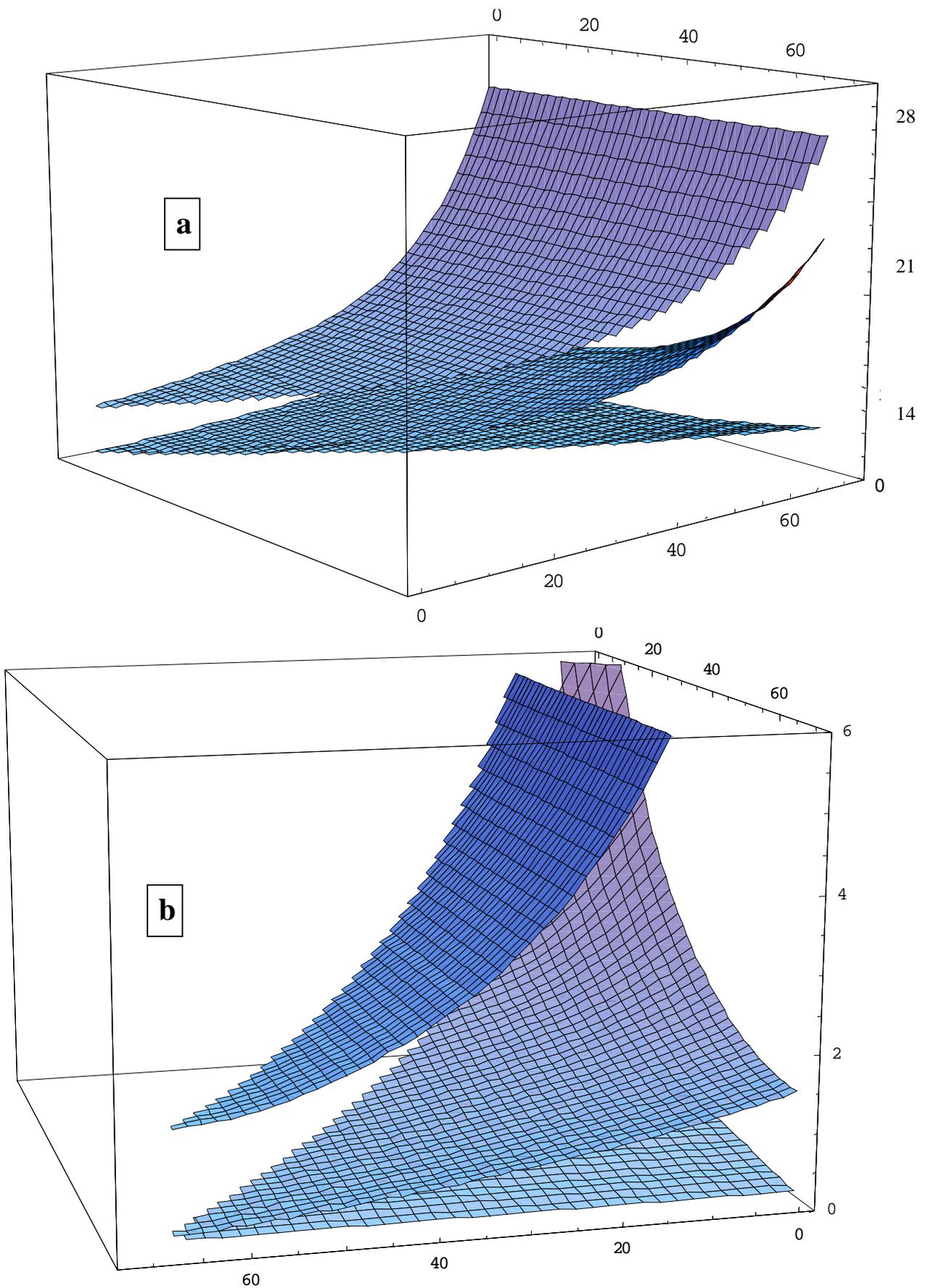


Рис. 4.8. Удельные затраты (а) и оптимальная периодичность  $L_{to}$  (б) совместно в первом, во втором и в третьем периодах постоянства при 3-х периодах – в зависимости от границ периодов.

подвижного состава в технически исправном состоянии, т.е. на выполнение работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту по системам и агрегатам, на которые будет оказывать влияние выполнение работ по ТО, за весь период эксплуатации подвижного состава снижаются. Сопласуется данный факт главным образом, с тем, что при росте количества интервалов их длина (пробег подвижного состава между ТО) снижается, а наиболее рациональная и оптимальная их периодичность оказывается все ближе и ближе к средней наработке на отказ по пробегу. Для рассматриваемого АТП, которое служило базой для выполнения данных экспериментов и исследовательской работы, выполненный расчет выявил, что при выборе стратегии с восьмью интервалами постоянства периодичности общие издержки (расходы) на выполнение работ по техническому обслуживанию за весь период жизни подвижного состава снизятся более чем на 6,5 %. А при сопоставлении стратегии выполнения работ по ТР по потребности и описанную стратегию с восьмью интервалами постоянства периодичности выполнения работ ТО, то общие затраты (расходы) снизятся более чем на 11,5 %.

Данное снижение общих затрат можно объяснить тем, что чем больше возраст автотранспортного средства и его накопленный пробег, тем ниже наработка на отказ различных его узлов, агрегатов и систем, а значит тем меньше периодичность ТО на существенных пробегах с начала эксплуатации (приближающихся к списанию) при большом числе интервалов постоянства (рис. 4.11) и, соответственно, больше удельные расходы (издержки) на выполнение плановых работ ТО. Выполнение расчет математической модели по рационализации и оптимизации периодичности ТО выявил, что рост числа интервалов постоянства периодичности ТО ведет к оптимизации периодичности, как правило, на существенных пробегах с начала эксплуатации (табл. 4.1 - 4.2). Из-за чего выполнение расчетов с числом интервалов больше 8 лишено смысла.

Результаты расчетов, проведенных для нескольких вариантов-ступеней /для № интервалов от 0 до 8/ представлены далее в виде таблиц и графиков.

В таблицах 4.1 – 4.2 даны скорректированные значения, полученные при согласовании оптимальной периодичности  $L_{то}$  и длины интервала постоянства

$L_{то}$  (задание при расчетах условия кратности, т.е. деления нацело длины интервала постоянства периодичности ТО на соответствующее этому интервалу значение периодичности – расчеты проводятся в блоке 12).

Достоверность выполняемых расчетов, как границ интервалов, так и самих периодичностей ТО, уменьшается при росте числа интервалов постоянства выполнения ТО  $L_{то}$ . Также, при значительном числе интервалов расчетная эффективность усложнения планирования ТО получается из-за того, что выполняется оптимизация главным образом для подвижного состава имеющего существенный возраст и пробег с начала эксплуатации, т.е. для данной группы АТС нарастает поток их списания, т.к. их дальнейшая эксплуатация в АТП начинает

Таблица 4.1

к-во диапазонов	$S_{опт_i}$	значения верхней границы диапазонов постоянства периодичности ТО							
		1-го	2-го	3-го	4-го	5-го	6-го	7-го	8-го
0	2523,2	----							
1	2387,3	90							
2	2280,9	49,37	90						
3	2252,0	31,56	62,96	90					
4	2241,6	23,51	51,62	72,51	90				
5	2235,6	23,51	42,53	60,69	75,88	90			
6	2233,1	23,51	35,74	52,67	66,66	77,06	90		
7	2231,0	18,21	32,87	45,99	59,11	71,02	79,23	90	
8	2231,0	18,21	26,67	42,11	55,26	66,56	77,112	82,64	90

Здесь  $S_{опт}$  - сумма издержек при оптимальных значениях границ диапазонов и оптимальных  $L_{то}$

Таблица 4.2

к-во диапазонов	Периодичность ТО по диапазонам постоянства $L_{то}$							
	$L_{то 1}$	$L_{то 2}$	$L_{то 3}$	$L_{то 4}$	$L_{то 5}$	$L_{то 6}$	$L_{то 7}$	$L_{то 8}$
0	----							
1	1,6							
2	3,81	0,86						
3	5,83	1,62	0,65					
4	7,26	2,17	1,02	0,53				
5	7,26	2,52	1,40	0,80	0,45			
6	7,26	2,83	1,74	1,08	0,70	0,45		
7	8,43	3,39	2,03	1,35	0,92	0,65	0,43	
8	8,43	3,92	2,38	1,52	1,05	0,75	0,54	0,37

полная сумма издержек за весь срок эксплуатации на поддержание работоспособности автомобиля в зависимости от количества интервалов постоянства  $l_{то}$

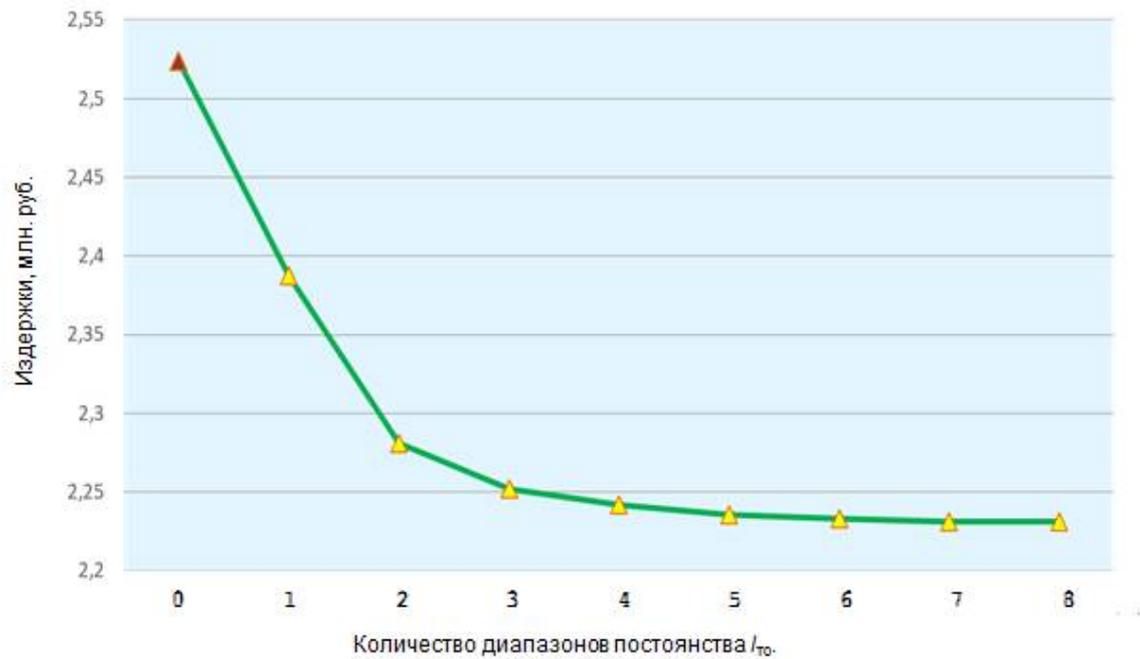


Рис. 4.9. Полные суммарные издержки в зависимости от количества интервалов.

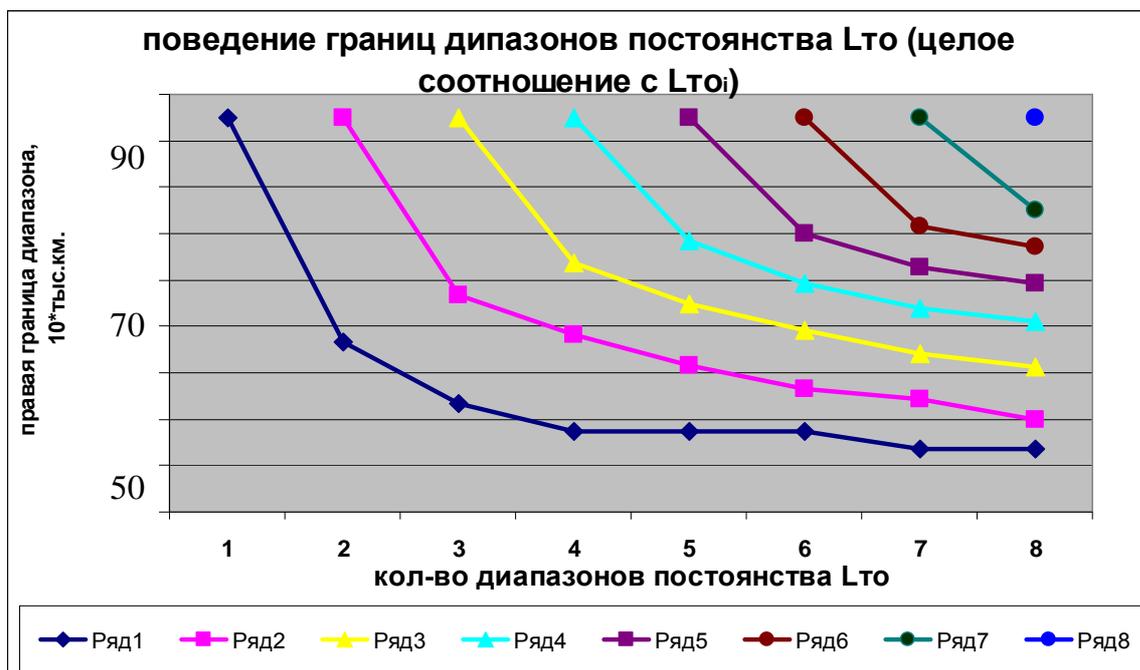


Рис. 4.10. Границы интервалов в зависимости от количества интервалов.

быть экономически малорентабельной и в отдельных случаях даже убыточной (табл. 4.1, правые значения в соответствующих строчках). Таким образом, для данного рассмотренного парка может быть принято эффективным и оптимальным

(рациональным) числом интервалов постоянства периодичностей выполнения плановых работ по ТО равным 4, со значениями границ интервалов и соответствующими периодичностями ТО, помещенными в одноименную строку в таблицах 4.1 и 4.2.

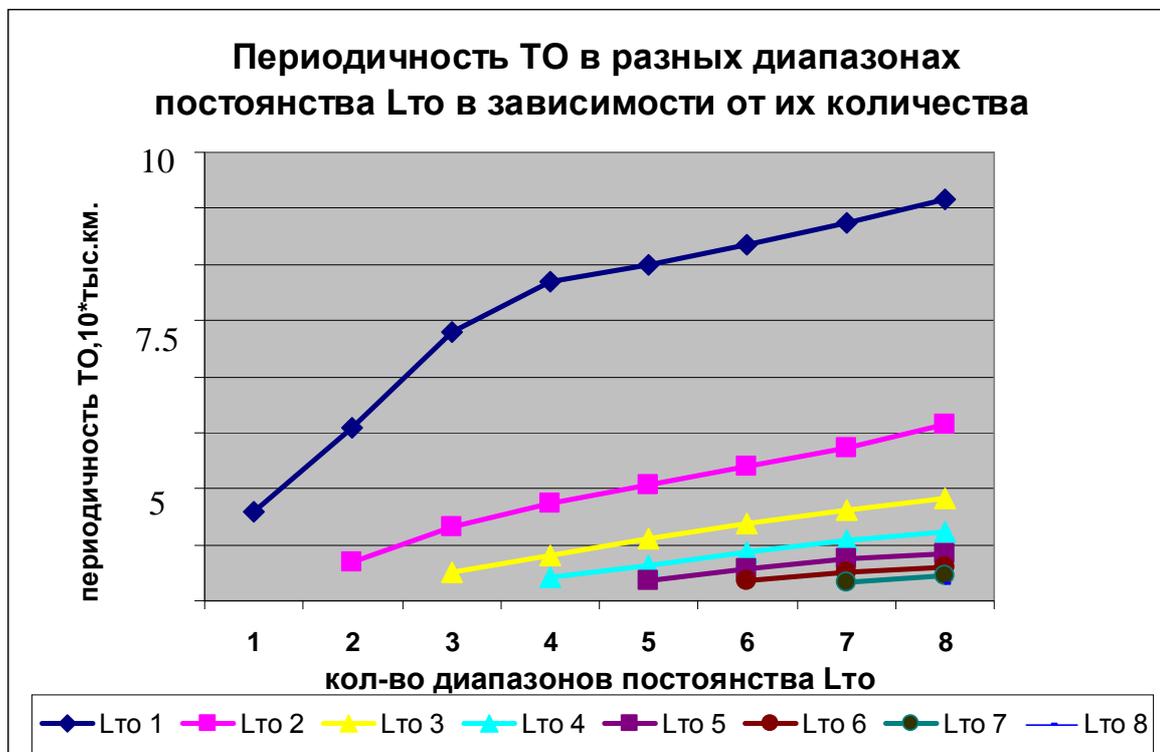


Рис. 4.11. Периодичность проведения ТО в зависимости от количества интервалов

В соответствии с описанным выше алгоритмом поиска рационального вектора значений учитываемых факторов, влияющих на значение эффективности функционирования ТМП, в полном поле возможных значений этих факторов, включающем предельную рекомендуемую продолжительность эксплуатации автомобиля-такси, на завершающем этапе расчетов проводился поиск рационального значения для этого фактора. На рис. 4.12 представлены результаты проведенных расчетов в зависимости только от этого фактора, при том, что множество остальных параметров при расчете по каждой из представленных на графике точек было оптимизировано в соответствии с представленным выше ходом проведения расчетов, проведенных для начального состояния –

практически отсутствие ограничения, т.е. эксплуатация до 12 лет со средним годовым пробегом от 66-70 тыс.км., и выше.

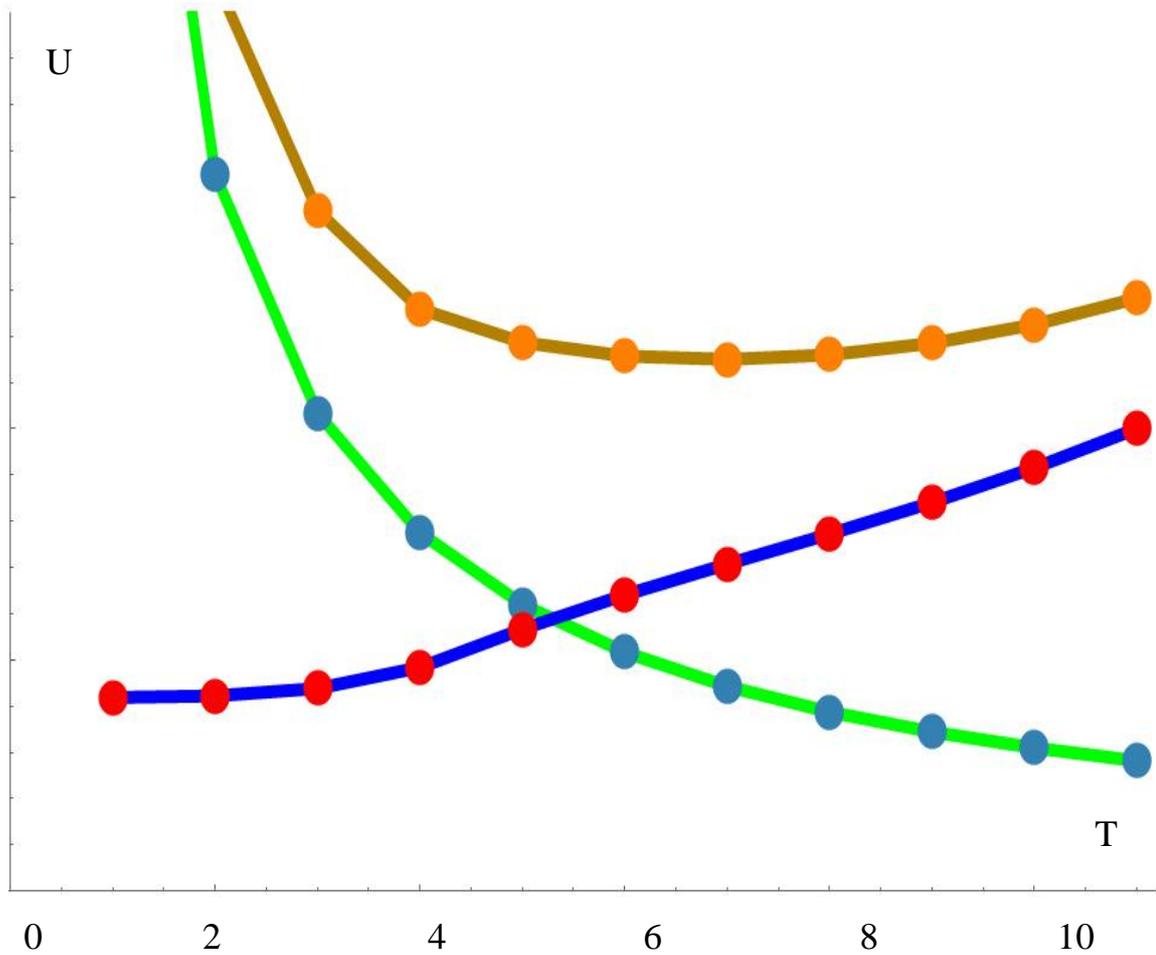


Рис 4.12. Расчет значений средних удельных затрат (U) за весь срок службы автомобиля-такси в зависимости от предельного срока эксплуатации (T)

В результате проведенных расчетов было получено, что рациональным предельным сроком эксплуатации автомобиля может быть принято значение в интервале от 6 до 7 лет, в зависимости от изменения преобладающих факторов влияния окружающей среды, стоимостных переменных окружения, которые в ходе эксплуатации автомобиля будут меняться и в настоящее время могут быть спрогнозированы с недостаточной точностью. По сравнению с текущей ситуацией снижение удельных эксплуатационных затрат при переходе на ограничение срока эксплуатации автомобилей-такси в г. Ханой в соответствии с расчетными рекомендациями может достигать 4.6%.

### 4.3. Выводы по четвертой главе

На основе полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Разработан алгоритм, позволяющий проводить расчеты на основе математической модели оптимизации периодичности технического обслуживания.

2. Рассчитаны и получены основные показатели методики оптимизации периодичности ТО для предприятия-объекта экспериментальных исследований при различном количестве интервалов постоянства периодичности ТО (значения границ интервалов постоянства периодичности, оптимальные периодичности ТО в каждом из интервалов).

3. Обоснован выбор стратегии (четыре интервала постоянства периодичности ТО) для предприятия-объекта экспериментальных исследований.

4. На основе экономических составляющих модели (удельные и суммарные затраты) определена экономическая эффективность от внедрения предложенной системы.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. На основе проведенного системного анализа работ в области технической эксплуатации транспортных средств научно доказана необходимость совершенствования нормативно-технической базы по ТО, установленной ранее как «Приказ № 53 от 2014 г. Министерства автомобильного транспорта Вьетнама», так и регламентами (рекомендациями) заводов-изготовителей легковых автомобилей-такси, связанная с совершенствованием и разработкой методов формирования и оптимизации режимов ТО легковых автомобилей-такси.

2. Научно обоснован методологический подход к оптимизации периодичности проведения технического обслуживания автомобилей-такси, в основе которого лежат такие принципы как: зависимость потока отказов от момента проведения ТО, структурирование потоков отказов по системам и агрегатам, разделение потока отказов на зависимые и независимые от планового обслуживания.

3. В результате теоретических исследований определена совокупность оценочных показателей модели оптимизации периодичности технического обслуживания (удельные издержки, количество интервалов постоянства ТО, границы интервалов, периодичность внутри интервалов, рациональный срок эксплуатации), установлены закономерности возникновения и формирования потоков отказов автомобилей-такси.

4. Разработана методика и сформирована математическая модель определения периодичности проведения технического обслуживания автомобилей-такси в условиях Вьетнама.

5. Разработан алгоритм поэтапного определения оптимальной периодичности ТО автомобилей-такси, выходными параметрами которого являются количество интервалов постоянства ТО, границы интервалов, оптимальные периодичности в каждом из интервалов.

6. Результаты проведенных расчетов подтвердили возможность получения экономического эффекта от внедрения разработанной методики в размере 4,6 %

при рациональном сроке эксплуатации автомобиля-такси в условиях Вьетнама до 7 лет.

7. Дальнейшие исследования целесообразно проводить в направлениях оптимизации перечня и трудоемкости работ при проведении ТО, комплексной оценки методов оптимизации режимов ТО легковых автомобилей-такси, разработки нормативов (технического регламента) по ТО легковых автомобилей-такси, эксплуатируемых в условиях Вьетнама.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абрамов, В.А., Лудченко А.А. Оптимизация периодичности профилактики автомобилей. - Киев: Техника, 1975. - 48 с.
2. Андронов, А.М. обобщенная модель отказов с накоплением неисправностей. – изв, 1970, №4, – С. 50-57.
3. Барышникова, О.П. Разработка метода определения периодичности и объемов технического обслуживания и ремонта электрических машин специализированными предприятиями черной металлургии: канд. техн. наук 05.09.03. – М, 1991. – 181 с.
4. Булискерия, Г.А. Совершенствование системы технического обслуживания машин: Автореф... канд. техн. наук. - М., 1997. - 17 с.
5. Великанов, Д.П. Условия эксплуатации автомобилей и требования к развитию их конструкций : диссертация ... доктора технических наук : 05.00.00. - Москва, 1954. - 448 с.
6. Власов, В.М. Оценка и проектирование организационно-технологического обеспечения производства ТО и ремонта автомобилей : диссертация ... доктора технических наук : 05.22.10. - Москва, 1996. - 368 с.
7. Гнеденко Б.В. Математические методы в теории надежности / Б.В. Гнеденко, Ю.Н. Беляев, А.В. Соловьев. - М.: Наука, 1965 - 524 с.
8. Говорушко, И.Я. Диагностика технического состояния автомобилей. – М.: Транспорт, 1970. – 479 с.
9. Головных, И.М. Исследование возможностей оперативного корректирования периодичности ТО автомобилей по результатам диагностирования: Дис...канд. техн. наук. – М, 1978. – 185 с.
10. Живов, С.В. Разработка методики оптимизации периодичности технического обслуживания легковых автомобилей-такси: дис. ... канд. наук / С.В. Владимирович. – М, 2007. – 164 с.
11. Зарубкин, В.А. Оптимизация системы технического обслуживания и ремонта автомобилей в АТП. - М.: ЦБНТИ минавтотранса РСФСР, 1976. – 126 с.

12. Зорин В.А. Повышение эффективности ремонтнообслуживания средств механизации АПК на основе организационно-инженерных мероприятий : на примере Удмуртской Республики : диссертация ... доктора технических наук : 05.20.03. - Ижевск, 2006. - 387 с.
13. Зубрицкас, И.И. Корректирование периодичности технического обслуживания автомобилей индивидуальных владельцев на основе контроля их технического состояния: Дис...канд. техн. наук 05.22.10. - Санкт-Петербург, 1994. - 191 с.
14. Иванов Б.С. Управление техническим обслуживанием машин. - М.: Машиностроение, 1978. - 160 с.
15. Какенов, М.К. Обоснование процесса технического обслуживания тракторов на основе календарного планирования и применения сменных комплектов (на примере тракторов «Кировец»): Автореф... канд, техн, наук 05.20.03 / М.К Какенов. – М, 1991, – 248 с.
16. Калабро, С.Р. Принципы и практические вопросы надежности. - М.: Машиностроение, 1966. – 376 с.
17. Карпова, Л.П. Стратегия управления качеством технического обслуживания и ремонта автомобилей на основе логистического подхода. диссертация. ... канд. экон.Наук 08.00.05 / Л.П Карпова, – М, 2004. – 217 с.
18. Корнеев, С.В. Методология совершенствования системы технического обслуживания дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин : диссертация ... доктора технических наук : 05.05.04. - Омск, 2003. - 299 с.
19. Крамаренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Транспорт, 1972. – 440 с.
20. Красноштан, М.А. Исследование и разработка методов корректирования периодичности профилактики грузовых автомобилей: автореф. диссертация. ... канд. техн. Наук / М.А Красноштан. – Киев, 1971. –183 с.
21. Кузнецов, В.М. Основы научных исследований в животноводстве / В.М Кузнецов. – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. – 568 с.

22. Кузнецов, Е.С. Программно-целевой подход к управлению технической эксплуатацией и надежностью автомобилей // Повышение эксплуатационной надежности автомобилей. – М., 1976. – С. 9-26.
23. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей в США / Е.С. Кузнецов. – М, 1978. – 168 с.
24. Кузнецов, Е.С. Техническое обслуживание и надежность автомобилей / Е.С. Кузнецов. – М, 1972. – 224 с.
25. Кузнецов, Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.
26. Лившиц, В.М. Повышение эффективности эксплуатационного контроля в системе технического обслуживания сельско хозяйственной техники: автореф. диссертация. ... канд. техн. Наук 05.20.03 / В.М Лившиц. – М, 1984. – 441 с.
27. Луйк, И.А. Основные принципы организации обслуживания и ремонта строительных машин. – Киев: Госстройиздат УССР, 1962. - 128 с.
28. Луйк, И.И. Теоретические основы планирования технической эксплуатации машинного парка. - Киев: Вища школа, 1976. - 144 с.
29. Макарова, А.Н. Методика оперативного корректирования нормативов периодичности технического обслуживания с учетом фактических условий эксплуатации автомобилей: дис. ... канд. наук / А.Н Макарова. – Тюмен, 2015. – 208 с.
30. Маньшин, Г.Г. Управление режимами профилактики сложных систем. – Миск.: Наука и техника, 1976, – 256 с.
31. Мастепан, Н.А. Исследование и разработка метода корректирования режимов технического обслуживания в зависимости от технического состояния автомобилей: автореф. диссертация. ... канд. техн. Наук: 05.22.10 / Н.А Мастепан. – Москва, 1979. – 216 с.
32. Методические указания по определению и корректировке режимов контрольно-диагностических работ в условиях автотранспортных предприятий. – М.: Минавтотранс РСФСР, 1977. – 52 с.

33. Михлин В.М. Прогнозирование технического состояния машин. – М, 1976. – 288 с.
34. Михлин, В.М. Методические указания по прогнозированию технического состояния машин. – М, 1972. – 216 с.
35. Михлин, В.М. Прогнозирование технического состояния машин. - М,: Колос, 1976. – 288 с.
36. Нгуен, Х.М. Разработка методики оптимизации функционирования сети производственно-технической базы предприятий пассажирского транспорта в Ханое: автореф. диссертация. ... канд. техн. Наук: 05.22.10 / Х.М Нгуен. – Москва, 2016. –155 с.
37. Нгуен, В.З. Разработка методики организации и проведения централизованного технического обслуживания и ремонта грузовых автомобилей в условиях вьетнама: автореф. диссертация. ... канд. техн. Наук: 05.22.10 / В.А Зунг. – Москва, 2007. –141 с.
38. Несвитский, Я.И. Техническая эксплуатация автомобилей. - Киев, 1971. – 428 с.
39. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. - М.: Транспорт, 1986, - 73 с.
40. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текст] / Минавтотранс РСФСР. – М.: Транспорт, 1986. – 76 с.
41. Полянский, С.К, Определение оптимальной периодичности технического обслуживания строительных машин. – Киев, 1973. – Сб, науч, тр., вып. №3, – С. 131-142.
42. Рева, Л.П., Красноштан Н.А. Корректирование периодичности ТО грузовых автомобилей // Автодорожник Украины, – Киев, 1972, – №1. – С. 27-29.
43. Рыбковская, Е.В. Метод управления техническим обслуживанием тракторов: Дис . канд, техн, наук 05.20.03. – М, 1994, – 176 с.
44. Смирнов, Н.Н. Эсплуатационная надежность и режимы технического обслуживания самолетов. – М, 1974. – 296 с.

45. Смирнов, Н.Н., Ицикович А.А. Методы технического обслуживания и ремонта машин по технического состоянию. – М, 1973. – 56 с.
46. Степаненко В.О. Периодичности проведения ТО-1 и ТО-2. – М.: Автомобильный транспорт, 1972. – 135 с.
47. Сысоев, А.П. Совершенствование эксплуатации и технического обслуживания дождевальных машин в сельскохозяйственных предприятиях: Автореф... канд. техн. наук. - М., 1986. - 16 с.
48. Техническая эксплуатация автомобилей: Уч. для вузов / Под ред. Е.С. Кузнецова - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1983, - 487 с.
49. Техническое обслуживание и ремонт самолетов гражданской авиации. – м.: ГОСниига, 1975. – 31 с.
50. Тонкаль, Д.И. Повышение эффективности технической эксплуатации одноковшовых гидравлических экскаваторов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.05.04. - Орел, 2001. - 155 с.
51. Тхай Хиу Чыонг. Особенности эксплуатации и технического обслуживания автомобилей такси в городах вьетнама / Тхай Хиу Чыонг, А.Н. Ременцов // Вестник МАДИ. - 2020. - № 1(60). - С. 52-58.
52. Тхай Хиу Чыонг. Особенности эксплуатации и технического обслуживания автомобилей такси в городах вьетнама / Тхай Хиу Чыонг, А.Н. Ременцов // Сборник научных трудов по материалам 79-научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. – Москва: МАДИ. - 2021. – С. 255-260.
53. Тхай Хиу Чыонг. Роль таксомоторного транспорта в обеспечении пассажирских перевозок в г. Ханое / Тхай Хиу Чыонг, А.Н. Ременцов // Вестник МАДИ. - 2019. - № 3(58). - С. 82-87.
54. Тхай Хиу Чыонг. роль таксомоторного транспорта в обеспечении пассажирских перевозок в г. Ханое / Тхай Хиу Чыонг, А.Н. Ременцов // Сборник научных трудов по материалам 78-научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. – Москва: МАДИ. - 2020. – С. 204-209.

55. Тхай Хиу Чыонг. Характеристика таксомоторных парков и ремонта автомобилей такси в городе Ханой / Тхай Хиу Чыонг, А.Н. Ременцов., В.А. Егоров // Сборник научных трудов по материалам 80-научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. – Москва: МАДИ. - 2022. – С. 196-201.
56. Ушаков, И.А. Методы решения простейших задач оптимального резервирования при наличии ограничений: - Москва, 1969. - 175 с.
57. Фан, А.В. Разработка методики нормирования расхода топлива автомобилей, выполняющих перевозку грузов в условиях Вьетнама: Дис...канд. техн. наук 05.22.10. – М, 2020. – 209 с.
58. Фомягин, Л.Ф. Исследование оценочных показателей технического состояния системы технического обслуживания автомобилей: Дис...канд. техн. наук 05.20.03. - Омск, 1975. - 238 с.
59. Черепанов, С.С. Техническое обслуживание и ремонт машины в сельском хозяйстве. – М, 1978. – 288 с.
60. Шейнин, А.М. Методы расчета потребности автомобильного парка в техническом обслуживании и ремонте. – М. : Высшая школа, 1966. – 100 с.
61. Шейнин, А.М. Эксплуатационная надежность автомобилей. – М.: МАДИ, 1973. – 149 с.
62. Шейнин, А.М. Исследование надежности автомобилей в эксплуатации: диссертация ... доктора технических наук : 05.00.00. - Москва, 1969. - 435 с.
63. Якобсон, М.О. Планово-предупредительный ремонт в машиностроении. – М, 1969. – 152 с.
64. Ahuja, I. P. S., Khamba, J. S. Strategies and success factors for overcoming challenges in TPM implementation in Indian manufacturing industry / Journal of Quality in Maintenance Engineering. – 2008). №14(2). – pp. 123-147.
65. Ding, S. H., Kamaruddin, S. Maintenance policy optimization literature review and directions / S. H Ding, S. Kamaruddin // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2005. №76(5). – pp. 1263-1283.

66. Garg, A., Deshmukh, S. G. Maintenance management literature review and directions // International Journal of Quality in Maintenance Engineering. – 2006. №12(3). – pp. 205-238.
67. Bành Tiến Long, Nguyễn Đình Mãn. Xây dựng phần mềm xác định luật phân phối chính xác của các đại lượng ngẫu nhiên dùng cho việc nghiên cứu độ tin cậy của các sản phẩm cơ khí // Cơ khí Việt Nam. – Hà Nội, 2005. – №97. – Tr. 47-49.
68. Đỗ Đức Tuấn, Nguyễn Đức Toàn, Võ Trọng Cang. Xây dựng chương trình tính toán xác định thời hạn làm việc của các phần tử cơ khí hư hỏng do mòn // Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải. – Hà Nội, 2018, – №64. – Tr. 36-43.
69. Đỗ Đức Tuấn, Nguyễn Trung Hải. Xác định một số chỉ tiêu độ tin cậy của hệ động lực tàu vận tải biển thông qua thời gian làm việc không hỏng // Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải. – Hà Nội, 2004 – №7. – Tr. 65-76.
70. Đỗ Đức Tuấn, Nguyễn Trung Kiên. Thiết lập chương trình tính toán tối ưu hoá của chu trình sửa chữa đầu máy trên cơ sở chi phí sửa chữa và tuổi thọ gamma phân trăm của chi tiết // Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải. – Hà Nội, 2008. – №24. – Tr. 31-40.
71. Đỗ Đức Tuấn. Cơ sở tối ưu hóa chu kỳ sửa chữa các chi tiết và cụm chi tiết trên đầu máy có xét tới hư hỏng không tham số và chi phí sửa chữa // Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải. – Hà Nội, 2006. – №16. – Tr. 125-136.
72. Đỗ Đức Tuấn. Đánh giá hao mòn và độ tin cậy của chi tiết và kết cấu trên đầu máy diesel // NXB Giao thông vận tải. – Hà Nội, 2005. – 108 tr.
73. Đỗ Đức Tuấn. Lí thuyết độ tin cậy // Đại học Giao thông vận tải. – Hà Nội, 2007. – 108 tr.
74. Mai Quốc Vương. Quản lý nhà nước đối với kinh doanh dịch vụ vận chuyên hành khách bằng taxi tại Việt Nam. Luận án quản lý kinh tế // Đại học thương mại. – Hà Nội, 2019. – 202 tr.
75. Nguyễn Đức Toàn, Đỗ Đức Tuấn. Xây dựng phần mềm tính toán xác định thời hạn làm việc hợp lý giữa các lần sửa chữa của các chi tiết, bộ phận trên đầu máy, toa xe có xét tới chi phí sửa chữa và mức đảm bảo tin cậy cho trước trên cơ sở ngôn ngữ

- lập trình Matlab // Đề tài NCKH mã số T2015-CK-31. Trường Đại học Giao thông vận tải, Hà Nội.
76. Nguyễn Nông, Hoàng Ngọc Vinh. Độ tin cậy trong sửa chữa ô tô máy kéo // NXB Giáo dục. – Hà Nội, 2000. – 117 tr.
  77. Nguyễn Thạch. Cơ sở độ tin cậy động cơ diesel tàu thủy // Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. – Hà Nội, 2004. – 146 tr.
  78. Nguyễn Văn Toàn. Công nghệ bảo dưỡng và sửa chữa ô tô // Giáo trình môn học. – Hồ Chí Minh, 2010. – 141 tr.
  79. Thông tư № 65/2014/TT-BGTVT. Ban hành định mức kinh tế-kỹ thuật cho vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt // Thông tư BGTVT. – Hà Nội, 2014. – 29 tr.
  80. Tran Van Ta, Doan Minh Thien, Vo Trong Cang. Marine Propulsion System Reliability Assesment by Fault Tree Analysis // International Journal of Mechanical Engineering and Applications. – 2017, – №5(4). – Tr 1-7.
  81. Trương Tất Đích. Phương pháp xác định nhu cầu phụ tùng cho sửa chữa máy dựa trên cơ sở lý thuyết độ tin cậy // Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải. – Hà Nội, 2005. – №10. – Tr. 3-7.
  82. Trương Tất Đích. Phương pháp xác định nhu cầu phụ tùng cho sửa chữa máy dựa trên cơ sở lý thuyết độ tin cậy // Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải. – Hà Nội, 2005. – № 10. – Tr. 3-7.
  83. Võ Trọng Cang. Phân tích độ tin cậy hệ thống động lực tàu thủy // Đề tài NCKH mã số TNCS-KTGT-2017-28. – Hồ Chí Minh, 2019.
  84. Võ Trọng Cang. Tối ưu hóa thời hạn bảo dưỡng, sửa chữa bộ phận chạy dầu máy diesel khai thác trong điều kiện Việt Nam. Luận án tiến sĩ kỹ thuật // Đại học giao thông vận tải. – Hà Nội, 2020. – 316 tr.
  85. Bộ Giao thông vận tải. Thông tư số № 152/2014/TTLT-BTC-BGTVT của Bộ Tài chính và Bộ GTVT về Hướng dẫn thực hiện giá cước vận tải bằng xe ô tô và giá dịch vụ hỗ trợ vận tải đường bộ. Nguồn truy cập: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thuong-mai/Thong-tu-lien-tich-152-2014-TTLT-BTC-BGTVT-gia-cuoc-van-tai-xe-o-to-gia-dich-vu-ho-tro-van-tai-duong-bo-254963.aspx> (дата обращения: 02.3.2022).

86. Danh sách cơ sở bảo hành, bảo dưỡng được cấp chứng nhận theo Nghị định 116/NĐ-CP ngày 17 tháng 10 năm 2017. Nguồn truy cập: <http://www.vr.org.vn/Pages/thong-bao.aspx?ItemID=793> (дата обращения: 03.02.2020).
87. GDP của Việt Nam. Nguồn truy cập: <https://solieukinhhte.com/gdp-cua-viet-nam/> (дата обращения: 15.04.2022).
88. Nghị định № 116/2017/NĐ-CP. Quy định điều kiện sản xuất, lắp ráp, nhập khẩu và kinh doanh dịch vụ bảo hành, bảo dưỡng ô tô. Nguồn truy cập: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thuong-mai/Nghi-dinh-116-2017-ND-CP-san-xuat-lap-rap-nhap-khau-kinh-doanh-dich-vu-bao-hanh-bao-duong-o-to-353034.aspx> (дата обращения: 01.05.2021).
89. Nghị định № 86/2014/NĐ-CP. Nghị định về kinh doanh và điều kiện kinh doanh vận tải xe ô tô. Nguồn truy cập: <https://www.mpi.gov.vn/Pages/tinbai.aspx?idTin=36706&idcm=307> (дата обращения: 02.3.2022).
90. Quyết định № 49/2011/QĐ-TTg. Về việc quy định lộ trình áp dụng tiêu chuẩn khí thải đối với xe ô tô, xe mô tô hai bánh sản xuất, lắp ráp và nhập khẩu mới. Nguồn truy cập: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/giao-thong-van-tai/quyet-dinh-49-2011-qd-ttg-quy-dinh-lo-trinh-ap-dung-tieu-chuan-khi-thai-128607.aspx> (дата обращения: 10.3.2022).
91. Số liệu thống kê - Tổng cục thống kê Việt Nam 2019. Nguồn truy cập: <https://www.gso.gov.vn/px-web-2/?pxid=V0909> (дата обращения: 15.12.2019).
92. Số liệu thống kê - Tổng cục thống kê Việt Nam 2021. Nguồn truy cập: <https://www.gso.gov.vn/px-web-2/?pxid=V0901> (дата обращения: 15.05.2021).
93. Số liệu thống kê - Tổng cục thống kê Việt Nam 2021. Nguồn truy cập: <https://www.gso.gov.vn/px-web-2/?pxid=V0902> (дата обращения: 01.03.2021).
94. Số liệu thống kê - Tổng cục thống kê Việt Nam 2021. Nguồn truy cập: <https://www.gso.gov.vn/px-web-2/?pxid=V0909> (дата обращения: 15.04.2021).
95. Số liệu thống kê - Tổng cục thống kê Việt Nam 2021. Nguồn truy cập: <https://www.gso.gov.vn/du-lieu-va-so-lieu-thong-ke/2021/12/hop-bao-cong-bo-so-lieu-thong-ke-kinh-te-xa-hoi-quy-iv-va-nam-2021/> (дата обращения: 15.12.2021).

96. Thông tư № 53/2014/TT-BGTVT. Quy định về bảo dưỡng kỹ thuật, sửa chữa phương tiện giao thông cơ giới đường bộ. Nguồn truy cập: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Giao-thong-Van-tai/Thong-tu-53-2014-TT-BGTVT-bao-duong-ky-thuat-sua-chua-phuong-tien-giao-thong-co-gioi-duong-bo-254537.aspx> (дата обращения: 10.05.2019).
97. Thông tư № 60/2015/TT-BGTVT ngày 2/11/2015 của Bộ GTVT quy định về Tổ chức, quản lý hoạt động kinh doanh vận chuyển bằng xe ô tô và dịch vụ hỗ trợ vận tải đường bộ. Nguồn truy cập: <https://tulieuvankien.dangcongsan.vn/he-thong-van-ban/van-ban-quy-pham-phap-luat/thong-tu-so-602015tt-bgtvt-ngay-02112015-cua-bo-giao-thong-van-tai-sua-doi-bo-sung-mot-so-dieu-cua-thong-tu-so-632014tt-bgtvt-ngay-36> (дата обращения: 11.3.2021).
98. Tiêu chuẩn khí thải xe cơ giới của Ủy ban kinh tế châu Âu áp dụng đối với xe cơ giới sản xuất, lắp ráp và nhập khẩu mới. Nguồn truy cập: <https://news.oto-hui.com/tim-hieu-cac-tieu-chuan-khi-thai-cua-chau-au-euro/> (дата обращения: 18.4.2021).
99. Ủy ban nhân dân Hà Nội. № 6138/QĐ-UBND phê duyệt đề cương xây dựng Đề án Quản lý hoạt động vận tải bằng Taxi giai đoạn 2010 - 2015, tầm nhìn đến 2030. Nguồn truy cập: [http://htahn.org/vn/home/quan-ly/de-an-quan-ly-hoat-dong-van-tai-khach-bang-taxi-tr\\_83.html](http://htahn.org/vn/home/quan-ly/de-an-quan-ly-hoat-dong-van-tai-khach-bang-taxi-tr_83.html) (дата обращения: 11.3.2022).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Приложение 1 – Акт о внедрении результаты работы в учебный процесс МАДИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»

Россия, 125319, Москва, Ленинградский просп., 64.  
Тел. (499) 346-01-68 лоб. 12-00, факс (499) 151-89-65. Интернет: <http://www.madi.ru>. E-mail: [info@madi.ru](mailto:info@madi.ru)

№ 15.01-254

На № \_\_\_\_\_ от 08.11.2022



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

к.т.н. доцент

В.В. Татаринов

### СПРАВКА

#### О внедрении результатов диссертационной работы

Настоящим удостоверяем, что результаты диссертационной работы аспиранта Тхай Хиу Чыонг (СРВ) на тему «Разработка методики определения периодичности технического обслуживания автомобилей - такси в условиях Вьетнама» используются в учебном процессе Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) при чтении лекций по дисциплине «Техническая эксплуатация автомобилей» и при проведении практических занятий для студентов, обучающихся по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализации «Автомобильная техника в транспортных технологиях».

Декан факультета «Автомобильный транспорт»  
к.т.н., доцент

А.Ю. Чеканов

Зав. кафедрой ЭАТиС

А.А. Солнцев

Приложение 2 – Акт о внедрении результаты работы в учебный процесс в  
техническом университете имени Ле Куй Дона) во Вьетнаме

**BẢN DỊCH**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
ĐẠI HỌC KỸ THUẬT LÊ QUÝ ĐÔN**

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập-Tự do-Hạnh phúc**

Hà Nội, Ngày 20 tháng 7 năm 2022

**CHỨNG NHẬN**

*V/v áp dụng các kết quả của luận văn*

Chúng tôi xác nhận rằng kết quả luận văn của nghiên cứu sinh Thái Huy Trường (Cộng hòa Xã hội chủ nghĩa Việt Nam) với đề tài “Phát triển phương pháp xác định chu kỳ bảo dưỡng ô tô trong điều kiện Việt Nam” sẽ được áp dụng vào quá trình dạy học của Bộ môn “Ô tô” của Trường đại học kỹ thuật Nhà nước Lê Quý Đôn khi giảng dạy lí thuyết môn học “Khai thác kỹ thuật ô tô” và môn học thực hành “Bảo dưỡng kỹ thuật và sửa chữa ô tô”.

**KT. HIỆU TRƯỞNG  
PHÓ HIỆU TRƯỞNG**



**PGS.TS LÊ MINH THÁI**

Địa chỉ: № 236, Hoàng Quốc Việt, Hà Nội, Việt Nam  
Tel/Fax: +84.243-755-5706; Интернет <http://www.lqdtu.edu.vn>

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И  
ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ВЬЕТНАМА  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ЛЕ КУЙ ДОНА

СОЦИАЛИСТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА ВЬЕТНАМ  
*Независимость - Свобода – Счастье*

*Ханой, 20 июля 2022*

### СПРАВКА

*О внедрении результатов диссертационной работы*

Настоящим подтверждаем, что результаты диссертационной работы аспиранта «Тхай Хиу Чьонг» (СРВ) на тему "Разработка методики определения периодичности технического обслуживания автомобилей-такси в условиях Вьетнама" будут использоваться в учебном процессе кафедры автомобиля государственного технического университета имени Ле Куй Дона при чтении лекций по дисциплине "Техническая эксплуатация автомобилей" и при проведении практических занятий по дисциплине "Техническое обслуживание и ремонт автомобилей".

ПРОРЕКТОР 

ДОЦЕНТ, К.Т.Н ЛЕ МИНЬ ТХАЙ

Адрес: № 236, Хоанг Куок Вьет, Ханой, Вьетнам  
Тел/Факс: +84.243-755-5706; Интернет <http://www.lqdtu.edu.vn>

Приложение 3 – Акт о внедрении результаты работы в таксомоторном предприятии «Группа такси Май Линь – филиал Ха Тинь» во Вьетнаме

**TẬP ĐOÀN TAXI MAI LINH - CHI NHÁNH HÀ TĨNH**

Địa chỉ: № 1-Đường Hoành Từ, Phường Đại Nài, Hà Tĩnh, Việt Nam, 480000

MST: 3000351653, GPKD/Ngày cấp: 11-2-2009

tel/fax: (+84) 239-389-8989

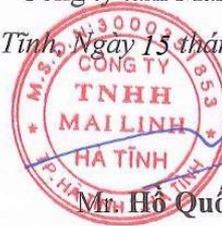
<https://www.mailinh.vn>

**XÁC NHẬN**

Giám đốc

Công ty taxi Mai Linh Hà Tĩnh

Hà Tĩnh, Ngày 15 tháng 6 năm 2021



Mr. Hồ Quốc Cường

**GIẤY XÁC NHẬN**

V/v áp dụng kết quả nghiên cứu luận án tiến sĩ

Chúng nhận cho nghiên cứu sinh Thái Huy Trường trường đại học đường bộ Mátxcova kết quả thực hiện luận văn bằng chủ đề "Phát triển phương pháp xác định chu kỳ bảo dưỡng ô tô - taxi trong điều kiện Việt Nam" đã được xem xét và chấp nhận sử dụng theo các kiến nghị thực tế trong quá trình bảo dưỡng và sửa chữa nhãn hiệu xe Toyota Vios và Kia Picanto tại tập đoàn taxi Mai linh - chi nhánh Hà tĩnh.

Kỹ Sư trưởng

Trưởng phòng Kỹ thuật



Mr Nguyễn Văn Nam

Mr Dương Công Quang

**ГРУППА ТАКСИ МАЙ ЛИНЬ - ФИЛИАЛ ХА ТИНЬ**

Адрес: № 01-ул. Хоань ту, квал. Дай Най, Ха Тинь, Вьетнам, 480000

ИПШ 3000351653, КПП/день выдачи 11-2-2009

тел/факс: (+84) 239-3777-888. Сайт: <https://www.mailinh.vn>**УТВЕРЖДАЮ****ДИРЕКТОР****ФИРМА ТАКСИ МАЙ ЛИНЬ ХА ТИНЬ**

Ха Тинь, Вьетнам, 15.6.2021 г.

**Хо Куос Кьонг****СПРАВКА***О внедрении результатов диссертационной работы аспиранта*

Выдана аспиранту кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета Тхай Хиу Чыонгу в том, что результаты его диссертационной работы на тему «Разработка методики определения периодичности технического обслуживания легковых автомобилей-такси в условиях Вьетнама» рассмотрены и приняты к использованию в качестве практических рекомендаций в процессе проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей-такси марки Toyota Vios и Kia Picanto на таксомоторном предприятии «ГРУППА ТАКСИ МАЙ ЛИНЬ - ФИЛИАЛ ХА ТИНЬ»

Главный Инженер

Начальник технического отдела

*Chac**Auy***Mr Нгуен вань нам****Mr Зьонг Конг Куанг**

Приложение 4 – Акт о внедрении результаты работы в таксомоторном предприятии «Открытое акционерное общество такси – Лам Хонг» во Вьетнаме

**CÔNG TY CỔ PHẦN TAXI LAM HỒNG**

Địa chỉ: № 324-Đường Vũ Quang, Phường Thạch Linh, Hà Tĩnh, Việt Nam, 480000

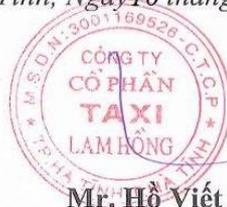
MST: 30001169526, GPKD/Ngày cấp: 04-3-2010

tel/fax: (+84) 239-3777-888

**XÁC NHẬN**

**Giám đốc công ty cổ phần taxi Lam Hồng**

Hà Tĩnh, Ngày 10 tháng 8 năm 2021



**Mr. Hồ Việt Thắng**

**GIẤY XÁC NHẬN**

*V/v áp dụng kết quả nghiên cứu luận án tiến sĩ của nghiên cứu sinh Thái Huy Trường, trường Đại học Giao thông đường bộ MADI, bộ môn khai thác vận tải đường bộ và dịch vụ ô tô*

Chúng nhận cho ứng viên học vị tiến sĩ khoa học kỹ thuật Thái Huy Trường tại trường đại học đường bộ Mátxcova (Đại học Kỹ thuật Nhà nước) kết quả thực hiện luận văn bằng chủ đề "Phát triển phương pháp xác định chu kỳ bảo dưỡng ô tô - taxi trong điều kiện Việt Nam" đã được xem xét và chấp nhận sử dụng theo các đề nghị thực tế trong quá trình bảo dưỡng và sửa chữa nhãn hiệu xe Kia morning và Hyundai Grand i10 tại công ty cổ phần taxi Lam Hồng.

**Kỹ Sư trưởng**

**Trưởng phòng Kỹ thuật**



**Mr Nguyễn Việt Hải**

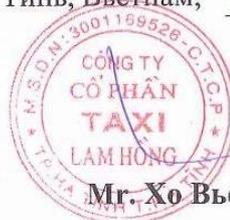
**Mr Nguyễn Anh Dũng**

**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ТАКСИ «ЛАМ ХОНГ»**

Адрес: № 324-ул. Ву Куанг, квал. Тхач Линь, Ха Тинь, Вьетнам, 480000

ИПП 30001169526, КПП/день выдачи 04-3-2010.

тел/факс: (+84) 239-3777-888

**УТВЕРЖДАЮ****ДИРЕКТОР****ОАО ТАКСИ «ЛАМ ХОНГ»**Ха Тинь, Вьетнам, 10 - 8 - 2021 г**Mr. Хо Вьет Тханг****СПРАВКА**

*О внедрении результатов диссертационной работы аспиранта «Тхай Хиу Чыонг» Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета) кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис».*

Выдана аспиранту кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета Тхай Хиу Чыонгу в том, что результаты его диссертационной работы на тему «Разработка методики определения периодичности технического обслуживания легковых автомобилей-такси в условиях Вьетнама» рассмотрены и приняты к использованию в качестве практических рекомендаций в процессе проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей-такси марки Kia morning и Hyundai Grand i10 на таксомоторном предприятии «ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ТАКСИ-ЛАМ ХОНГ»

Главный Инженер

Начальник технического отдела



**Mr Нгуен Вьет Хай**

**Mr Нгуен Ань Зунг**