

Российская академия наук
Уральское отделение
Коми научный центр
Институт биологии

А.Н. Киселенко, П.А. Малащук

**УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
В РЕГИОНЕ**

Ответственный редактор
доктор технических наук, профессор
А.А. Лопарев

Сыктывкар 2010

УДК 656.13.07

Киселенко А.Н., Малащук П.А. **УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕГИОНЕ.** – Сыктывкар, 2010. – 128 с. – (Коми научный центр УрО РАН).

Монография посвящена проблеме управления техническим состоянием автотранспортных средств (АТС) в регионе. Рассмотрены методы и модели управления техническим состоянием АТС в регионе, а также алгоритмы их реализации на ЭВМ. Особое внимание уделено имитационным моделям.

Книга рассчитана на специалистов в области управления транспортными системами.

Рецензенты:

доктор технических наук Ю.Я. Чукреев,
доктор экономических наук Н.М. Большаков

ISBN 978-5-89606-414-5

© Киселенко А.Н., Малащук П.А., 2010
© Коми научный центр УрО РАН, 2010

ОТ АВТОРОВ

Автомобильный транспорт играет важную роль в экономике страны и ее регионов, являясь основным видом при перевозке грузов и пассажиров на расстояния до 500 км. Под техническим состоянием автотранспортных средств (АТС) понимаем совокупность потребительских свойств и параметров, определяющих возможности его применения по назначению. Потребительские свойства АТС подвержены изменению в процессе эксплуатации, а параметры АТС устанавливаются нормативными документами.

В настоящее время наблюдается рост числа автотранспортных средств на фоне большого удельного веса автомобилей, не отвечающих в полной мере международным требованиям по техническому состоянию и уровню безопасности. Свыше 50% транспортных средств имеют срок эксплуатации более 10 лет, что вызывает дополнительные затраты на поддержание их в исправном состоянии.

Изменения в структуре хозяйствующих субъектов, появление большого числа предприятий и организаций различных форм собственности, эксплуатирующих автомобильный транспорт, также повлияли на техническое состояние транспортных средств. Это связано в первую очередь с объемами и качеством технического обслуживания, наличием квалифицированного персонала, необходимого оборудования и т.п.

Целью данной работы является систематизация методов, используемых при управлении техническим состоянием автотранспортных средств в регионе. В работе под регионом понимается Республика Коми.

Глава 1 ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕГИОНЕ

1.1. Значение технической эксплуатации автомобилей в экономике региона

Автомобильный транспорт выполняет значительный объем работ по перевозке грузов и пассажиров в экономике Республики Коми (РК) (табл. 1.1, 1.2).

Автотранспортное производство (погрузка, перевозка и разгрузка грузов, техническое обслуживание и ремонт автомобилей) представляет собой большую сложную систему, включающую различные предприятия автомобильного транспорта общего пользования, ведомств, коммерческих организаций и частных лиц, и призвано удовлетворять потребности национальной экономики в перевозке грузов и пассажиров.

В выполнении задач, стоящих перед автомобильным транспортом региона, важное место принадлежит технической эксплуатации автомобилей (ТЭА). Под технической эксплуатацией автомобильного транспорта принято понимать систему инженерно-технических и организационных мероприятий, обеспечивающих наиболее эффективное использование автотранспортных средств, высокую их надежность, безопасность, экологичность, минимальный простой во время технического обслуживания и ремонта, а также высокий процент технической готовности и снижение себестоимости технического обслуживания.

С 1990-х годов идет рост числа автотранспортных средств в Республике Коми (табл. 1.3). Для повышения эффективности их использования необходимо совершенствовать ТЭА. Техническая эксплуатация автомобилей решает задачи по обеспечению работоспособности автотранспортных средств при наличии ограничений в ресурсах.

ТЭА как наука определяет пути и методы наиболее эффективного управления работоспособностью автомобильного парка с целью: обеспечения регулярности, безопасности и экономичности перевозки людей и грузов при максимально полной реализации

Таблица 1.1
Перевозки грузов по видам транспорта общего пользования в Республике Коми (на конец года, млн. т)*

Вид транспорта	Год														
	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Транспорт – всего	53.3 ¹	72.9 ¹	114.2 ¹	160.0	165.1	110.0	104.2	104.4	103.7	106.7	166.1	169.3	177.5	186.4	192.4
В том числе:															
железнодорожный	39.1	44.7	50.6	55.9	55.7	29.1	24.9	23.6	20.8	20.3	23.0	22.6	23.3	21.1	18.7
автомобильный ²	3.0	6.1	7.1	7.4	17.3	12.4	4.0	3.2	3.0	2.7	51.2 ⁴	48.0 ⁴	45.6 ⁴	46.5 ⁴	45.5 ⁴
внутренний водный	6.9	8.2	8.1	10.5	10.3	0.7	0.4	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.7	0.6	0.7
трубопроводный ³	4.2	13.8	48.3	86.0	81.6	67.8	74.9	77.0	79.4	83.4	91.7	98.5	105.9	118.2	127.5
воздушный, тыс. т	59.5	93.1	139.4	180.5	184.2	12.7	2.1	2.1	1.7	1.5	1.6	1.9	2.1	2.6	2.3

¹ Без нефтепроводного транспорта.

² С 1995 г. – по организациям автомобильного транспорта с учетом оценки объемов работ, выполненной предпринимателями (физическими лицами), занимавшимися коммерческими грузовыми автоперевозками.

³ 1970-1980 гг. – подача товарного газа; с 1980 г. – с учетом транзита газа из Тюменской области; с 2000 г. – без учета газового конденсата.

⁴ Включая ведомственный транспорт.

*По данным Комитета (эл. ресурс <http://komi.gks.ru>).

Таблица 1.2
Перевозки пассажиров по видам транспорта общего пользования в Республике Коми
 (на конец года, млн. чел.)*

Вид транспорта	Год														
	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Транспорт – всего	134.2	205.8	260.4	310.5	357.1	249.7	232.0	239.4	236.7	124.9	118.8	108.3	110.9	117.8	111.6
В том числе:															
железнодорожный	3.2	4.1	4.2	5.1	4.6	4.3	3.9	3.9	3.4	3.2	3.3	3.2	3.5	3.1	3.1
автобусный ¹	128.9	199.5	253.8	302.6	349.3	244.8	227.9	235.3	233.2	121.5	115.3	104.9	107.1	114.3	108.1
внутренний водный,															
тыс. чел. ²	1014.6	766.8	742.0	650.0	608.5	30.0	14.0	14.4	9.5	6.0	5.9	5.2	64.3	139.9	118.5
воздушный	1.1	1.4	1.7	2.1	2.6	0.6	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3

¹ Включая оценку перевозки пассажиров на маршрутах общего пользования, выполненной физическими лицами (владельцами автобусов). Ими в 2006 г. было перевезено по маршрутам общего пользования 76,0 млн. чел. (в 2005 г. – 64,7 млн. чел.). С 2003 г. изменилась методика учета льготных пассажиров.

² С 2006 г. с учетом всех организаций, получивших лицензии на занятия транспортной деятельностью.

* По данным Комистата (эл. ресурс <http://komi.gks.ru>).

Таблица 1.3

Характеристика автомобильного парка Республики Коми (на конец года, тысяч единиц)*

Тип подвижного состава	Год														
	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Автомобили – всего	23.3	38.0	61.5	86.9	95.8	125.1	172.8	174.1	185.1	185.3	192.8	211.6	229.7	237.8	247.8
В том числе:															
грузовые	13.2	16.5	19.4	20.0	20.3	20.5	37.5	33.7	37.0	34.8	33.6	41.8	48.7	45.1	44.8
пикапы и легковые фургоны, ед.	178	318	553	600	686	720	-	-	-	-	-	-	-	-	-
автобусы	1.9	3.0	4.0	4.7	5.1	5.0	6.7	6.1	7.1	6.5	6.5	7.0	7.1	7.8	7.0
легковые ¹	4.9	12.8	28.9	50.3	58.9	91.6	123.5	127.4	135.7	139.5	149.1	158.8	170.1	180.7	190.8
В том числе:															
в собственности граждан	3.0	10.6	26.9	48.7	57.0	88.1	116.2	120.3	127.8	132.1	140.1	148.9	159.3	169.7	180.4
специального назначения	3.1	5.4	8.6	11.3	10.8	7.3	5.1	6.9	5.3	4.5	3.6	4.0	3.8	4.2	5.2
Автоприцепы – всего	2.0	3.0	2.8	3.8	3.6	2.7	8.6	8.7	9.5	9.6	9.4	9.4	9.7	9.9	10.2

¹ С 2000 г. по легковым автомобилям данные приведены с учетом пикапов и легковых фургонов.

* По данным Комистата (эл. ресурс <http://komi.gks.ru>).

Прочерк – нет данных.

технических возможностей конструкции автомобилей и обеспечения заданных уровней их эксплуатационной надежности; оптимизации материальных и трудовых затрат; сведения к минимуму отрицательного влияния технического состояния автомобиля на население, персонал и окружающую среду.

ТЭА как область практической деятельности – это комплекс технических, экономических и организационных мероприятий, обеспечивающих поддержание автомобильного парка в работоспособном состоянии при рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов и имеющихся ограничениях.

Развитие и совершенствование технической эксплуатации автомобилей диктуется интенсивностью развития самого автомобильного транспорта и его ролью в транспортном комплексе страны и ее регионов, необходимостью экономии трудовых, материальных, топливно-энергетических и других ресурсов при перевозках, техническом обслуживании, ремонте и хранении подвижного состава, необходимостью обеспечения транспортного процесса надежно работающим подвижным составом, защиты населения, персонала и окружающей природной среды.

Техническая эксплуатация автомобилей имеет ряд присущих только ей свойств:

1. Она не может без коммерческой эксплуатации обеспечить получение конечного результата с заданными показателями качества;

2. Технологическая специфика ТЭА требует создания самостоятельной производственной и информационной базы, технологий, приемов организации и управления производством, что существенно отличает ее от коммерческой эксплуатации;

3. Техническая эксплуатация автомобилей изменяет состояние подвижного состава; коммерческая эксплуатация – состояние и местоположение грузов и пассажиров;

4. Измеряемый и управляемый вклад технической эксплуатации автомобилей в эффективность работы автомобильного транспорта сопоставим с вкладом коммерческой эксплуатации;

5. Структурная самостоятельность на всех уровнях управления. Организационно техническая эксплуатация автомобилей представлена как инженерно-техническая служба.

Содержание парка автотранспортных средств требует больших затрат, в связи с его техническим обслуживанием (ТО) и ремонтом. Автомобильный транспорт расходует значительное количество запасных частей и материалов, использует разнообразное технологическое оборудование и оснастку.

Трудоемкость изготовления грузовых автомобилей средней грузоподъемности составляет 120-150 нормо-часа, в то время как

ежегодная трудоемкость его ТО и ремонта – 400-900 нормо-часов, в зависимости от условий эксплуатации [41].

Структура трудовых затрат на весь срок эксплуатации грузового автомобиля определяется следующими соотношениями [41]: техническая эксплуатация, включая ТО и ремонт, составляет 91%, проектирование и изготовление – 2%, капитальный ремонт автомобилей, агрегатов и восстановление деятельности – 7%. ТО включает в себя следующие виды технических воздействий: ежедневное (ЕО), первое и второе (ТО-1, ТО-2), сезонное (СО) техническое обслуживание.

Автомобильный транспорт является крупнейшим потребителем топливно-энергетических ресурсов, экономное использование которых зависит от качества работы систем питания, электрооборудования, ходовой части и других агрегатов и механизмов. Важнейшей проблемой, решаемой автомобильным транспортом, и в частности ТЭА, является применение альтернативных видов топлива (например, сжатого природного или сжиженного нефтяного газа).

Повышение производительности, комфортабельности, экономичности автомобилей зачастую связано с установкой дополнительных агрегатов, механизмов, компьютерных систем или их усложнением, что вызывает увеличение трудовых и материальных затрат при их ТО и ремонте.

Сохраняющаяся динамика увеличения парка автомобилей сопровождается загрязнением окружающей среды вредными компонентами отработанных газов и эксплуатационных материалов, а также продуктами изнашивания и не утилизированными узлами и агрегатами автомобилей.

По Республике Коми (РК) доля автомобильного транспорта в суммарных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу составляет 32% [27]. При этом величина выбросов от отработанных газов автомобилей – более 180 тыс. т в год.

Около одной трети всего автомобильного транспорта РК сосредоточено в г. Сыктывкаре, где объем выбросов от автотранспортных средств почти в два раза превышает выбросы от стационарных источников и составляет 65 тыс. т в год [25].

Автомобильный транспорт является одним из основных источников шума, особенно в городах, оказывая соответствующее негативное воздействие на человека. По санитарно-гигиеническим нормам шум свыше 10 дБА признан вредным для человеческого организма. В то же время при движении легкового автомобиля интенсивность шума равняется 70-80 дБА, автобуса – 80-85, грузового автомобиля – 80-90. Неисправные или старые автомобили превышают уровень шума на 15-20%.

Техническое состояние автотранспортных средств определяется совокупностью подверженных изменению в процессе эксплуатации потребительских свойств и установленных нормативными документами параметров, определяющих возможности его применения по назначению [53].

Снижение уровня технического состояния автомобилей, вызванное неправильной или ненадлежащей технической эксплуатацией, оказывает отрицательное влияние на безопасность движения. Динамика изменения количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) за 2003-2008 гг. по г. Сыктывкару показана в табл. 1.4.

Таблица 1.4

**Количество дорожно-транспортных происшествий по г. Сыктывкару
(по данным Комистата (эл. ресурс <http://komi.gks.ru>))**

Год	Общее число ДТП		Погибло при ДТП		Ранено при ДТП	
	Число	Прирост, %	Число	Прирост, %	Число	Прирост, %
2003	2897	27.9	19	-17.4	484	11.2
2004	4430	34.6	28	32.1	454	-6.2
2005	5423	18.3	27	-3.6	624	27.2
2006	6790	20.1	25	-7.4	654	4.6
2007	8218	17.4	18	-28	651	-0.5
2008	9276	12.9	21	16.6	544	-16.4

Примерно в 2.5% случаев ДТП в качестве причины указывалось неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств. Однако эта цифра не вполне соответствует действительности, так как целый ряд неисправностей автомобилей – ниже предельно допустимого уровня. При неблагоприятных эксплуатационных условиях это может оказаться причиной ДТП, которое не найдет отражения в статистике. Такие нарушения классифицируются как «по вине водителя» с уточнением «не справился с управлением» или «утомление», «невнимательность».

При увеличении общего количества автомобилей на территории РК возрастает число автомобилей со сроками службы старше 10 лет. Например, по состоянию на 01.01.2009, доля легковых автомобилей, эксплуатировавшихся в Республике Коми, возраст которых превышает 10 лет – 52%, грузовых – 46,7, автобусов – 39.9. Старение автомобилей вызывает дополнительные затраты на поддержание их в исправном состоянии.

Целью эксплуатации автомобильного транспорта как части транспортного комплекса региона является удовлетворение народного хозяйства и населения в грузовых и пассажирских перевозках при минимальных затратах используемых ресурсов.

Техническая эксплуатация автомобилей как подсистема автомобильного транспорта должна:

- 1) способствовать реализации целей автомобильного транспорта;
- 2) иметь управляющие показатели эффективности, увязывающиеся с показателями автомобильного транспорта.

Основными показателями эффективности и целями технической эксплуатации автомобилей являются:

- обеспечение необходимого уровня работоспособности парка;
- сокращение затрат на обеспечение работоспособности;
- повышение безопасности движения;
- сокращение отрицательного влияния автомобильного транспорта на население и окружающую среду.

Важнейшими задачами технической эксплуатации автомобилей являются:

- обеспечение работоспособности и реализации потенциальных свойств автомобилей, заложенных при его создании;
- снижение затрат на содержание, ТО и ремонт автомобилей;
- уменьшение простоев в ТО и ремонте;
- снижение аварийности автомобилей;
- обеспечение экологичности.

Выполнение вышеперечисленных задач определяет эффективность технической эксплуатации автомобилей.

Управление техническим состоянием автотранспортных средств есть составная часть управления технической эксплуатацией автомобилей.

Происходящие в стране экономические преобразования повлияли и на автомобильный транспорт РК, практически не затронув область технической эксплуатации на автотранспортных предприятиях (АТП). Автомобили проходят обслуживание в полном объеме, чему способствуют сохраненные на АТП: производственно-техническая база, оборудование, организация работ.

По сравнению с бывшими государственными АТП, большинство частных предпринимателей, работающих в области перевозок, не имеют возможности поддерживать работоспособность автомобилей на должном уровне. Им присущи следующие недостатки: нарушаются нормативы по техническому обслуживанию подвижного состава, которое проводится не по графику и в ограниченном виде; практически отсутствует предупредительный ремонт подвижного состава; обслуживание автомобилей проводится зачастую самими водителями, что отрицательно сказывается на качестве работ; отсутствует необходимая производственно-техническая база для поддержания подвижного состава в технически исправном состоянии.

Низкое качество технической эксплуатации негативно сказывается на безопасности движения – наблюдается рост числа ДТП.

Задачи, стоящие перед организациями, эксплуатирующими автомобильный транспорт, в области технической эксплуатации на сегодняшний день решаются следующими способами:

- подвижной состав обслуживается самостоятельно, при этом водитель используется в качестве слесаря, применяются недорогое оборудование и инструмент;

- обслуживание происходит на станциях технического обслуживания;

- привлекаются производственно-технические базы автотранспортных предприятий;

- создается собственная производственно-техническая база.

Выбор способа в основном зависит от количества подвижного состава и возможностей перевозчика. Вне зависимости от форм собственности, техническая эксплуатация оказывает значительное влияние на эффективность функционирования автомобильного транспорта.

1.2. Анализ разработок по проблеме управления техническим состоянием автотранспортных средств в регионе

Проблема управления на автомобильном транспорте раскрыта достаточно полно в работах [1-5]. Пик ее рассмотрения пришелся на 1980-е гг., в период образования крупных региональных объединений автомобильного транспорта. Одновременно с укрупнением организационных форм, возникала потребность в новых методах управления транспортом, в том числе и в области управления техническим состоянием автотранспортных средств.

Необходимо отметить, что значительные исследования в области проблем транспорта проводились на региональном уровне.

В работе [3] подробно исследованы проблемы прогнозирования развития транспортной системы региона. Особое внимание уделено методологии и математическим аспектам прогнозирования.

В монографии [32] представлены различные модели эксплуатации транспорта на региональном уровне. Дано понятие функциональной надежности транспортной системы как свойства, характеризующего ее способность освоить плановый объем перевозок в заданное время с учетом экологической безопасности. Рассмотрены методы и модели прогнозирования и планирования эксплуатационной деятельности регионального транспорта.

Общие вопросы повышения эффективности функционирования транспорта и описание возможных вариантов развития транспортной сети РК даны в работах [43, 44].

В работе [61] обоснованы методы управления безопасностью движения на автомобильном транспорте, показана апробация методов решения задач по определению экономической эффективности мероприятий повышения безопасности движения на региональном уровне.

В 1980-х гг. получило дальнейшее развитие научное направление и отрасль практической деятельности – «Управление технической эксплуатацией автомобилей» [36, 41].

Работы по управлению и повышению эффективности технической эксплуатации автомобилей можно разделить на три основных направления:

- выполненные по отдельным факторам, а также подфакторам дерева систем технической эксплуатации;
- направленные на повышение эффективности определенного комплекса факторов дерева систем технической эксплуатации автомобилей;
- отражающие оценку эффективности технической эксплуатации автомобилей с использованием системного подхода.

Системные исследования в области технической эксплуатации автомобилей проводятся в Московском автомобильно-дорожном институте (Государственном техническом университете) (МАДИ), Научно-исследовательском институте автомобильного транспорта (НИИАТ), Владимирском, Новгородском технических университетах и других организациях.

Изменения, происходящие в стране в последние два десятилетия, затронули все стороны жизни, в том числе и автомобильный транспорт. Предприятия автомобильного транспорта получили экономическую самостоятельность, соответственно, вопросы управления технической эксплуатацией на уровне отдельного хозяйства приобретают важное значение.

Исследования, ориентированные на уровень предприятия, в большинстве случаев носят характер представления эффективности технической эксплуатации через коэффициент технической готовности автомобилей. Разработаны модели определения эффективности технической службы автотранспортных предприятий по коэффициенту технической готовности.

В.П. Кузьмин и Е.С. Кузнецов разработали многофакторную модель определения коэффициента технической готовности для грузовых АТП, которая включает такие факторы, как удельные затраты на ТО и ремонт, обеспеченность производственной базой (в суммарном выражении денежных средств на один автомобиль), количество автомобилей, их средний срок службы, протяженность грунтовых дорог, количество дней в году с температурой ниже нуля [42].

В.И. Сарбаев построил многофакторную модель определения коэффициента технической готовности, в которую дополнительно к факторам модели работы [42] включил: соблюдение нормативов периодичности выполнения ТО-2, обеспеченность АТП фондами заработной платы для ремонтных рабочих и среднесписочный пробег автобусов [77].

Е.С. Кузнецов приводит две модели определения коэффициента технической готовности для автомобилей ЗИЛ и МАЗ [41], где основным фактором является пробег автомобилей с начала эксплуатации:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + B_p l_{cc}},$$

где l_{cc} – среднесуточный пробег, км; B_p – удельный простой автомобилей в ТО и ремонте в днях на 1000^p км пробега [41].

Р.В. Ротенберг рассмотрел вопросы надежности парка автомобилей, представляя совокупность автомобилей как систему, в которой автомобили пребывают в различных состояниях и случайным образом переходят из одного в другое. Ученый исследует пять состояний автомобилей: работа, техническое обслуживание, отказы, ремонт и простои в исправном состоянии. Оценка системы проводится на основе матрицы вероятности состояний. Применение указанного метода позволяет оценивать и прогнозировать коэффициент технической готовности и коэффициент использования автомобильного парка [71, 72].

Б.С. Клейнер предлагает осуществлять повышение эффективности технической эксплуатации через централизацию управления внутрипроизводственными процессами ТО и ремонта автомобилей. Автором при рассмотрении систем в информационном обеспечении выделяется четыре взаимоувязанных подсистемы: подсистема службы эксплуатации, подсистема технической службы, подсистема материально-технического снабжения и подсистема кадров [35, 36].

Значительное внимание эффективности технической эксплуатации городских автобусов уделено в работе В.Б. Ухарского [83]. Он дает характеристики большинству показателей эффективности, методам их оценки и создания нормативной баз этих показателей, приводит основные принципы организации системы управления качеством на автомобильном транспорте с выделением особой роли стимулирования персонала.

Для оценки технического состояния парка транспортных средств (ТС) и работы технических служб, вместо традиционно применяемого коэффициента технической готовности, Б.Д. Прудовский и В.Б. Ухарский предлагают использовать комплексный

показатель надежности – коэффициент готовности, технического использования и планируемого применения [67].

В отличие от коэффициента технической готовности, являющегося статическим показателем, названный выше коэффициент считается динамическим и позволяет рассчитать потери линейного времени по причинам их возникновения, связанным с недостаточной эффективностью технических служб.

Необходимость применения для практических целей более объективных показателей, чем коэффициент технической готовности, отмечались также другими учеными. Например, В.Г. Баер и А.А. Искандаров предлагают определять коэффициент исправного технического состояния автомобиля и коэффициент использования автомобиля через фонд времени исправных автомобилей и фонд времени фактического нахождения автомобиля на линии [8].

За рубежом работы в области управления технической эксплуатацией выполняются, как правило, для удовлетворения частных и конкретных задач эксплуатации, например: определения рациональных сроков службы, разработки и реализации нормативов системы ТО и ремонта, сокращения отрицательного влияния на окружающую среду в крупных городах, применения экологически чистых и альтернативных видов топлива, компьютерной системы управления рабочими процессами и контроль режимов движения и ряд других [41, 68].

В.В. Тарасов и В.И. Сарбаев [80] особое внимание уделяют организации контроля технического состояния ТС перед выпуском и после возврата их с линии как самому не проработанному звену в деятельности АТП. Решение данной проблемы предлагается в проведении выборочного ориентированного контроля на основе оперативной информации.

С.М. Мороз [53] показал влияние технического состояния ТС на безопасность дорожного движения и окружающую природную среду, а также выделил государственный технический осмотр (ГТО) как инструмент воздействия на уровень технического состояния ТС.

1.3. Основные направления управления техническим состоянием автотранспортных средств в регионе

Проблема управления на предприятиях, эксплуатирующих автомобильный транспорт, может быть решена различными способами [10, 35, 36, 80]:

– централизацией оперативного управления производством на основе текущей информации о ходе технологических и организа-

ционных процессов на предприятии и о наличии запаса элементов автомобилей;

- использованием автоматизированных систем управления производством;

- применением диагностирования при централизации технологических процессов по обслуживанию автомобилей.

Основой построения любой системы управления, позволяющей осуществлять целенаправленные воздействия, является целевой подход, предусматривающий определение глобальной (основной) цели системы и декомпозицию ее на совокупность подцелей. Сказанное в полной мере относится и к системе управления ТЭА.

Целевая эффективность ТЭ автомобилей на предприятиях, эксплуатирующих автомобильный транспорт, оценивается:

- уровнем работоспособности парка автомобилей;
- затратами на ТЭ автомобилей;
- уровнем безопасности и экологичности автопарка.

Необходимый уровень работоспособности парка автомобилей достигается [7] управлением периодичности технических воздействий, объемами работ, запасами, ресурсом автомобиля и его элементов, безопасностью и экологичностью.

Затраты на техническую эксплуатацию складываются из постоянных и переменных. Для достижения целевой функции необходимо управлять переменными затратами (зависящими от пробега автомобилей) на шины, топливо, технические воздействия.

Ниже кратко рассмотрим перечисленные выше направления (подсистемы) организации технической эксплуатации автомобилей.

Управление **периодичностью технических воздействий** преследует цель получения заданного уровня технической готовности парка автомобилей. Процессы управления рассматриваются двух видов: оперативное управление, которое происходит в течение рабочей смены, и текущее – осуществляется в интервале времени (неделя, месяц, квартал и т.п.). Операция оперативного управления оказывает влияние на сокращение простоев автомобилей по техническим причинам, в связи с упорядочиванием времени постановки на очередное воздействие. Лучший результат достигается оперативным планированием постановки на обслуживание за один – два дня.

Текущее управление периодичностью технических воздействий состоит в ее корректировании и оптимизации в зависимости от состояния элементов автомобиля и его наработки.

Управление **объемами работ ТО и ремонта**. Объемы работ ТО и ремонта, как и периодичность технических воздействий, обуславливают простои автомобилей по техническим причинам. На эту подсистему организации ТЭА приходится наибольший вес простоев автомобилей по техническим причинам.

Также как и периодичность, процесс управления объемами технических воздействий, рассматриваем двух видов: оперативный и текущий. В оперативное управление объемами ТО и ремонта входят: принятие решений о выполнении объема работ по ремонту на основе диагностической информации; выборочное выполнение работ ТО по потребности; распределение постов и производственных рабочих по соответствующим видам технических воздействий. Текущее управление объемами ТО и ремонта состоит из принятия решений по нормированию объема работ и переносу постовых работ на межсменный период.

Эффективность технической эксплуатации во многом зависит от управления **запасами элементов автомобилей**. Поддержание на необходимом уровне запаса сокращает время простоя автомобилей в ожидании ремонта из-за отсутствия необходимых деталей.

Процесс управления запасами элементов основывается на учете факторов, воздействующих на время простоя автомобилей. Основными задачами управления в этом случае являются: анализ факторов, влияющих на обеспеченность запасами; оперативное определение потребности в запасных частях; поддержание запасов элементов на необходимом уровне.

Управление **ресурсом автомобилей** основывается на двух методах получения информации об их состоянии: статистическом и диагностическом. В этой связи представляют интерес средний ресурс безотказной работы, гарантийный (гамма-процентный) ресурс и средний ресурс до капитального ремонта.

Основная цель управления комплексом затрат на обеспечение работоспособности автомобилей предусматривает сокращение затрат на шины, топливо, запасные части и материалы в процессе эксплуатации.

Управление **затратами на шины** должно осуществляться в связи со значительным весом этих затрат в общем объеме. Снижение затрат связано с повышением надежности выпускаемых шин, совершенствования их технической и линейной эксплуатации.

Совершенствование технической эксплуатации шин предусматривает выполнение профилактических и ремонтных работ, направленных на обеспечение их работоспособности.

Управление **затратами на топливо**. Затраты на топливо, как и затраты на шины, относятся к переменным затратам, которые имеют большой удельный вес в себестоимости перевозок.

Основы управления расходом топлива закладываются в звене работы операторов, которые управляют и обслуживают автомобиль. На эффективность такого управления влияют наличие, квалификация и стаж работы персонала.

Управление **затратами на технические воздействия**. Суммарные затраты на технические воздействия включают заработную

плату производственного персонала, стоимость запасных частей и материалов.

Затраты на заработную плату могут быть снижены в результате уменьшения трудовых затрат на единицу транспортной продукции путем повышения производительности труда ремонтных рабочих. Производительность труда увеличивается при внедрении более совершенных технологий (например, поточных линий), увеличении степени механизированного труда и т.п.

Затраты на запасные части и материалы зависят от таких факторов, как возраст автомобиля, полнота объема работ, периодичность технических воздействий, качество выполненных работ и т.п.

Управление безопасностью и экологичностью парка автомобилей. Одним из основных направлений организации технической эксплуатации автомобилей является обеспечение безопасности дорожного движения. Это достигается своевременным проведением ТО и проверки его качества диагностированием по критериям безопасности и экологичности эксплуатации.

По критериям безопасности проверяются элементы автомобиля, отвечающие за безопасность движения (рулевое управление, тормозная система, системы освещения и сигнализации и т.п.). Данный вид диагностирования обычно совмещается с ТО-1.

Проверка по критериям экологичности эксплуатации проводится для определения технического состояния систем, узлов и агрегатов, оказывающих влияние на окружающую среду.

В связи со значительным увеличением числа организаций, эксплуатирующих автомобильный транспорт, не имеющих эксплуатационной базы, периодические технические воздействия зачастую не проводятся в должном объеме, а диагностирование не проводится вовсе.

Снижение общего уровня технического состояния автомобильного транспорта сопровождается ростом дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в том числе по техническим причинам, а также ухудшением экологической ситуации.

Как показывает исследование [73], «использование старого автомобиля увеличивает риск оказаться участником ДТП по сравнению с использованием нового автомобиля». В этой же работе приведены данные по исследованию зависимости количества ДТП при участии автопоездов от их технического состояния, на основании которых делается вывод о снижении на 37% числа ДТП при отсутствии технических неисправностей.

Проведение обязательного периодического государственного технического осмотра призвано способствовать поддержанию автотранспортных средств в работоспособном состоянии, определяя в процессе осмотра опасные для дорожного движения неисправности и дальнейшего их устранения.

На процесс управления техническим состоянием автотранспортных средств влияет значительное число факторов, которые можно объединить в четыре блока: нормативно-правовой, организационно-технологический, организационно-исполнительский и технический.

Основополагающим является нормативно-правовой блок, устанавливающий на законодательном уровне базовые требования к техническому состоянию автотранспортных средств. В блок входят федеральные законы, постановления, приказы, определяющие деятельность в области технической эксплуатации автомобилей и контроля технического состояния автотранспортных средств. Непосредственное решение задач по контролю технического состояния, выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств проводится на основании ГОСТов, инструкций, руководящих документов и другой нормативно-правовой документации.

Организационно-технологический блок включает требования к организации технологических процессов по техническому обслуживанию, ремонту и диагностированию автотранспортных средств, производимых на автотранспортных предприятиях, станциях технического обслуживания и индивидуальными предпринимателями, представляющими услуги в области автомобильного сервиса. Обособленно в блоке представлены требования к организации процесса по контролю технического состояния автотранспортных средств на пунктах технического осмотра.

Для выполнения технологических операций предусматривается организационно-исполнительский блок. В его состав входят исполнители работ по техническому обслуживанию, ремонту и диагностированию автотранспортных средств (автослесари, операторы-диагносты, контролеры технического состояния); водители, выполняющие проверки технического состояния перед выездом, после возвращения с линии, а также контроль в процессе движения; инженерно-технические работники, занимающиеся организацией и планированием работ.

Технический блок содержит технологическое, диагностическое оборудование, приспособления и инструмент, предназначенные для проведения работ по техническому обслуживанию, ремонту и диагностированию автотранспортных средств.

Выполнение требований, предъявляемых к автотранспортным средствам в области безопасности дорожного движения и экологической безопасности, достигается включением в концептуальную схему организации управления техническим состоянием ТС мероприятий, обеспечивающих проведение государственного технического осмотра.

Глава 2 МЕТОДЫ И МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕГИОНЕ

2.1. Обзор методов и моделей управления техническим состоянием автотранспортных средств в регионе

В процессе управления техническим состоянием автотранспортных средств применяются различные методы, среди которых наибольшее распространение получили следующие:

- простейшие (методы аналогии по прототипу);
- аналитические, основанные на результатах наблюдений и закономерностях технической эксплуатации;
- экспертные, в которых принятие решений основывается на мнении экспертов по данному вопросу;
- имитационные, основанные на машинной имитации изучаемых процессов.

Аналитические методы хорошо описаны в научной литературе [17, 20-22, 31, 41, 81]. Среди данных методов наибольшее распространение получили следующие: определение воздействий по допустимому уровню безотказности; по допустимому значению и закономерностям изменения параметра технического состояния; технико-экономический метод; экономико-вероятностный метод; методы линейного и динамического программирования. Сущность первого метода заключается в определении такого момента воздействий, при котором вероятность отказа не превышала бы заранее заданной величины. Применение второго метода позволяет, используя полученные в результате наблюдений закономерности изменения параметров технического состояния, определять моменты воздействий с учетом допустимых значений параметра.

Использование технико-экономического метода позволяет планировать момент воздействий с учетом затрат на обслуживание и ремонт автомобиля и его элементов.

Экономико-вероятностный метод сочетает в себе достоинства вышеперечисленных методов и позволяет сравнивать различные стратегии обеспечения работоспособности автомобиля.

При управлении процессами, в которых параметры изменяются дискретно (например, постановка автомобилей на обслуживание), как правило, используются методы исследования операций, теории массового обслуживания, линейного и динамического программирования.

Если связь между целевой функцией и элементами решений линейная, и ограничения, накладываемые на них, также линейные, то значения искомой целевой функции находятся методами линейного программирования.

При разложении операции на ряд этапов, например временных или ресурсных, и действии марковских процессов, применяются методы динамического программирования.

В случаях, когда для принятия решений ключевую роль играют личный опыт и интуиция специалистов (например, при отсутствии статистической информации, невозможности количественного описания объекта и т.п.), применяются **экспертные методы** [12, 32, 88].

Мнения экспертов могут быть получены двумя способами. В первом случае происходит коллективная работа экспертов: совещания, т.е. метод открытого обсуждения и принятия решений (метод «комиссий»); метод «мозговой атаки», в котором внимание экспертов направлено на решение одной конкретной задачи; метод «суда» воспроизводит правила судебного процесса, где эксперты играют роль обвинения и защиты.

Во втором случае получают индивидуальные оценки экспертов, а затем происходит их суммирование. Мнения экспертов могут быть получены во время интервью или путем анкетирования. К таким методам относятся:

- априорное ранжирование, которое является наиболее простым методом, основанным на экспертной оценке факторов группой специалистов, компетентных в данном вопросе;

- метод «Дельфи», который позволяет подвергать мнение каждого эксперта критическому анализу со стороны остальных.

Метод имитационного моделирования (статистических испытаний) основан на имитации реальных случайных процессов, что дает возможность ускорить испытания, исключить влияние побочных факторов, резко сократить стоимость экспериментов. Целью данного метода является воспроизведение поведения исследуемого объекта на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей. Развитие ЭВМ и применение специальных программ дали широкое распространение данному методу.

В отдельную группу можно отнести методы, позволяющие оценить деятельность человека (оператора) при взаимодействии его со сложными техническими системами. К ним относятся:

- структурный метод, основанный на подробном анализе структуры деятельности с последующим описанием алгоритмов преобразования информации человеком как совокупности дискретных операций определенного типа;

- метод статистического эталона, основанный на оценке совокупности количественных показателей (времени и вероятности безошибочного выполнения операций), получаемых при выполнении оператором конкретных операций в зависимости от факторов сложности операторской работы;

- операционно-психофизиологический метод, основанный на декомпозиции деятельности по критерию инвариантности психологического содержания отдельных действий и учитывающий влияние на качество работы оператора специфической и неспецифической напряженности;

- метод оценки надежности технических объектов с учетом деятельности людей (операторов и обслуживающего персонала);

- метод оценки надежности и устойчивости систем «человек–машина», основанный на концепции постоянного конфликта между человеком и машиной;

- методы, основанные на моделировании деятельности человека-оператора с использованием теории массового обслуживания, ситуационного управления, теории автоматического регулирования.

Для решения сложных задач, например, исследования эффективности функционирования зоны текущего ремонта автомобилей, расчета оптимального количества постов и режима их работы, необходима разработка имитационных математических моделей всей системы. В качестве составных частей этих моделей используются более простые аналитические модели, например, распределение ресурсов основных агрегатов и узлов, средняя продолжительность (или трудоемкости) ремонта по каждому из агрегатов и др. Таким образом, часть задач ТЭА может быть решена методом комбинированного, т.е. аналитико-имитационного моделирования на ЭВМ.

Решение задач, связанных с управлением техническим состоянием автотранспортных средств, эффективно может быть получено на основании разработки математических моделей изучаемых процессов. К числу таких задач относятся:

- расчет ресурсов агрегатов, узлов, деталей;

- определение межремонтных пробегов автомобиля, его агрегатов и систем;

- расчет нормативов времени и трудовых затрат на проведение ТО и ремонтов и их корректирование в зависимости от пробега с начала эксплуатации, природно-климатических условий, условий эксплуатации и других факторов;

- расчет оптимальных периодичностей (пробега) ТО и диагностирования, а также их корректирование;
- оптимизация пропускной способности и производительности средств обслуживания (технологического оборудования, рабочих мест, постов, участков);
- прогнозирование потребности в запасных частях и агрегатах для конкретного АТП, а также объединения, региона.

Исходной информацией для решения указанных задач являются, как правило, экспериментальные данные, полученные при технической эксплуатации автомобилей.

Одной из важных особенностей практически всех показателей и характеристик процессов эксплуатации и ремонта автомобилей является их формирование под влиянием многих переменных факторов, точное значение которых в большинстве своем неизвестно.

Объясняется это множеством различных факторов: качеством изготовления и сборки узлов и агрегатов на заводе-изготовителе; нагрузками, дорожными и климатическими условиями, квалификацией водителя и ремонтного персонала АТП, качеством горючесмазочных материалов, качеством проведения ТО и ремонта и т.д.

Управление техническим состоянием ТС можно проводить, используя модели проведения регулярного обслуживания через заранее выбранные (оптимальные) промежутки времени или модели эксплуатации по текущему состоянию.

Для первых моделей управление элементами системы осуществляется по заданному ресурсу. Технические системы, отказы в которых могут поставить под угрозу безопасность человека или невыполнение задания, стремятся спроектировать и изготовить на основе принципа равнопрочности, т.е. элементы одного иерархического уровня должны обладать примерно одинаковой надежностью. В результате различных причин в реальных системах некоторые элементы отказывают наиболее часто. Возникает необходимость заменить такой элемент и сделать это с минимальными затратами. Такие элементы, как правило, не восстанавливаются.

Для моделей эксплуатации по текущему состоянию вначале проводят замеры параметров, которые изменяются в результате действия внешних факторов и старения, а затем определяют целесообразность проведения каких-либо воздействий. Таким образом, происходит управление эксплуатацией системы по текущему состоянию.

Выше говорилось о моделях управления эксплуатацией одиночных систем. На практике часто встречаются случаи эксплуатации группы однотипных систем. В связи с этим выделим следующие модели эксплуатации однотипных сложных систем:

– модели оптимальной организации эксплуатации группы однотипных систем (связанные с перераспределением средств на обслуживание систем), требующих два вида обслуживания (подготовку и ремонт). Критерием оптимизации является интенсивность потока обслуженных требований на выходе системы [85];

– модели оптимальной организации эксплуатации группы однотипных систем, когда допускаются перерывы в обслуживании. Критерием оптимизации может быть один из критериев системы обслуживания, например, среднее время обслуживания;

– модели планирования группового технического обслуживания с учетом случайных временных характеристик при обслуживании систем.

Важным этапом управления техническим состоянием АТС является диагностирование. Ниже рассмотрим роль методов диагностирования при управлении техническим состоянием.

2.2. Методы диагностирования при управлении техническим состоянием автотранспортных средств в регионе

Целью технического диагностирования является определение состояния объекта диагностирования. При этом осуществляется, как правило, качественная оценка (работоспособен, неработоспособен, имеется дефект, дефект отсутствует и т.п.). В то же время при измерениях и выполнении контрольных операций можно получить и количественную оценку (степень работоспособности).

Решения задач диагностики сложных технических объектов находятся в результате анализа множества их состояний. В этой связи необходимы специальные методы для теоретического анализа возможных состояний сложных технических объектов. Такие методы основываются на исследовании аналитических описаний или графо-аналитических представлений основных свойств технических объектов, как объектов диагностирования и называются диагностическими моделями. Их классификация представлена на рис. 2.1.

На основе построенной диагностической модели осуществляется поиск дефектов. В общем виде, методы, используемые при исследовании диагностических моделей подразделяются на аналитические, графические и графоаналитические (см. рис. 2.2).

Аналитические методы позволяют применять удобные способы оптимизации и получать соотношения, характеризующие объект при изменении его состояния.

Графические методы обладают большой наглядностью и могут служить как непосредственно, так и для иллюстрации аналитических методов.

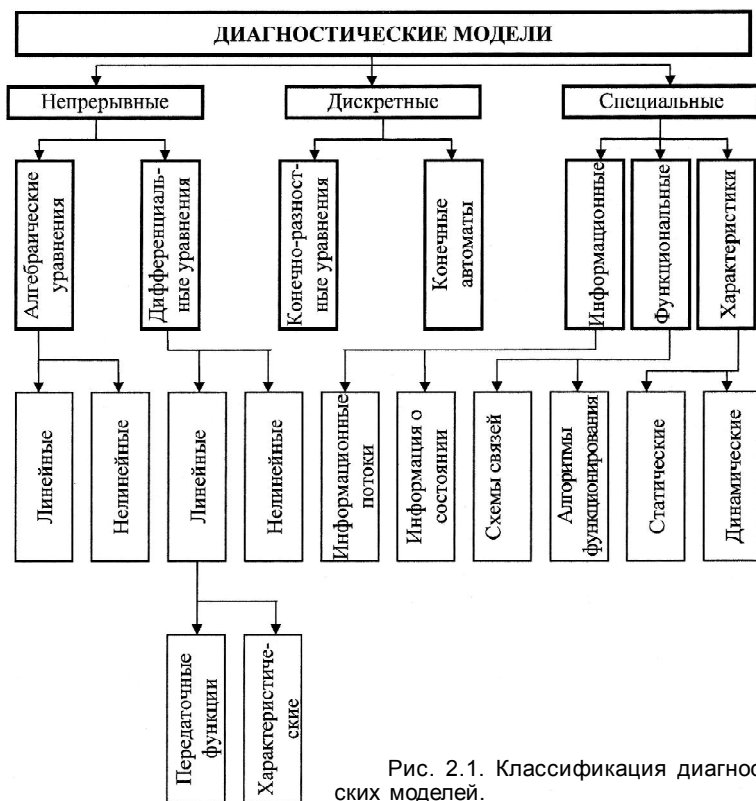


Рис. 2.1. Классификация диагностических моделей.

Графоаналитические методы представляют собой различные комбинации графических и аналитических методов.

Проверка технического состояния автотранспортных средств, осуществляется на основе программы диагностирования, дифференцированной по времени.

Программу составляют в два этапа. На первом группируют отдельные блоки по периодам их проверок, а на втором – определяют последовательность проверок. Если в качестве показателей, характеризующих безотказность отдельных частей технического объекта, использовать интенсивность отказов, а для характеристики их контролепригодности – длительность диагностирования, то можно построить программу для всего объекта, ориентируясь на обеспечение требуемой величины отсутствия в нем дефекта в заданный момент времени.

Диагностирование как метод инструментального определения технического состояния автомобилей без разборки играет значи-

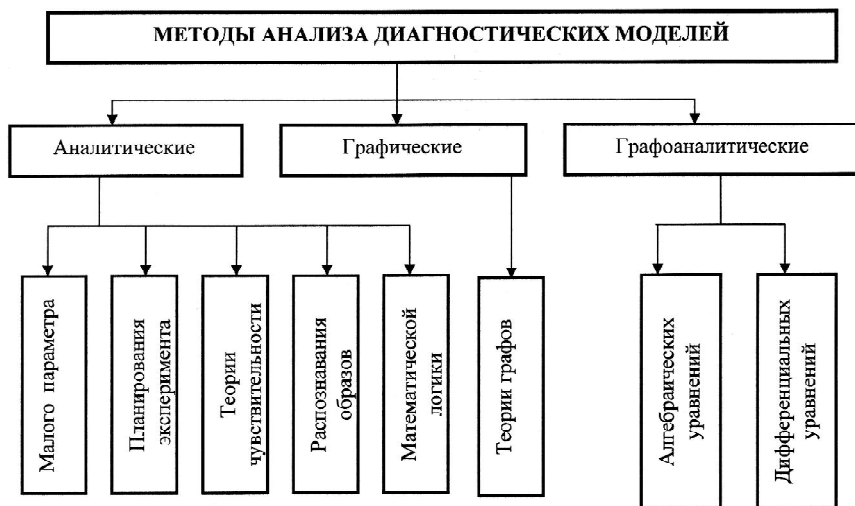


Рис. 2.2. Классификация методов анализа диагностических моделей.

тельную роль при организации процессов ТО и ремонта. Например, при налаженном обслуживании автомобилей с применением средств технической диагностики периодичность ТО-2 увеличивается на 10-20%, трудоемкость ТО-2 снижается на 10-15%, затраты на текущий ремонт, расходы на запасные части и топливо уменьшаются на 8-20% [51].

Автомобиль теряет свои эксплуатационные свойства постепенно и постоянно, а восстановление их происходит частями. Необходимость периодического восстановления работоспособности автомобильной техники ставит перед технической службой предприятий сложные задачи выбора методов определения технического состояния, периодичности и объема технического обслуживания и ремонтов.

Периодичность технического обслуживания и ремонта определяется по статистическим данным пробега автотранспортных средств до допустимого значения параметра, характеризующего техническое состояние эксплуатируемого объекта. В силу того, что значение пробега до предельного состояния является случайным и разброс данных большой, то для снижения затрат периодичность технического обслуживания принимают больше нормативной с учетом допустимой вероятности безотказной работы. При этом часть автомобилей нуждается в техническом обслуживании раньше установленной периодичности.

Для сокращения затрат на техническое обслуживание и повышения надежности необходимо производить работы, когда параметр достигает допустимого значения. В настоящее время контроль технического состояния ТС на предприятиях, эксплуатирующих автомобильный транспорт, недостаточно эффективен и проводится в основном органолептическим методом при отсутствии достаточной квалификации исполнителей. Для объективного контроля необходимы приборы и оборудование, с помощью которых выявляются объекты, представляющие опасность при эксплуатации.

На практике диагностирования автомобильной техники получили развитие три группы методов:

1. Метод диагностирования по параметрам рабочих процессов. Техническое состояние устанавливается по динамике изменения параметров, например изменение давления впрыска топлива, время разгона до заданной скорости, время до полной остановки при торможении и т.д. Такие показатели непосредственно характеризуют состояние агрегатов и узлов автомобилей.

2. Метод диагностирования по параметрам сопутствующих процессов. При этом анализируются показатели, косвенно влияющие на работу узлов и агрегатов автомобильной техники, например тепловое поле, шумы, вибро-акустические процессы и т.д.

3. Метод диагностирования по структурным параметрам, непосредственно характеризующим состояние узлов и агрегатов автомобильной техники. Техническое состояние устанавливается по зазорам в сопряжениях, значениям регулируемых параметров и т.д.

Для определения роли и места диагностирования как совокупности технологических операций в системе обслуживания и текущего ремонта ТС, согласно А.П. Дунаева [30], необходимо классифицировать его по основным организационным признакам, позволяющими выбрать для любого эксплуатационного предприятия концепцию, компоновку, состав, организацию и технологию работы диагностического комплекса. Такая классификация, основанная на обобщении зарубежного и отечественного опыта, представлена на рис. 2.3.

Действующее на территории Российской Федерации законодательство [84], предписывает соответствие технического состояния транспортных средств после ТО и ремонта требованиям безопасности. Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность, связанную с эксплуатацией транспортных средств, обязаны поддерживать их безопасное техническое состояние.



Рис. 2.3. Классификация видов диагностирования автомобилей по организационным признакам.

При выпуске (или возврате) на линию транспортных средств диагностирование применяется очень редко. Предвыездная проверка носит формальный поверхностный характер, либо не выполняется вовсе как владельцами личных автомобилей, так и на предприятиях, в том числе и располагающих контрольно-пропускными пунктами с осмотровой канавой.

После ТО и ремонта результаты работ контролируют, как правило, субъективно, без диагностирования даже на предприятиях, располагающих соответствующим оборудованием.

С развитием рыночной экономики большинство владельцев транспортных средств, осуществляющих коммерческие перевозки грузов и пассажиров, как правило, не имеют собственной производственно-технической базы и для проведения ТО и ремонта заключают договоры со сторонними предприятиями. Исполнители

услуг по ТО и ремонту, согласно закону, обязаны обеспечить безопасное техническое состояние возвращаемых владельцам транспортных средств. Соответствующей производственно-технической базой для полноценного диагностирования по критериям безопасности абсолютное большинство исполнителей услуг по ТО и ремонту не располагают, поэтому не могут подтвердить безопасное техническое состояние автотранспортных средств.

Заменяющие диагностирование упрощенные методы проверки дают грубые и приблизительные результаты, не гарантирующие выявления дефектов ремонта, регулировок и межремонтного ресурса, хотя бы на уровне периодичности ТО-1. В результате страдают не только безопасность дорожного движения и экологическое состояние природной среды, но и сами автовладельцы от повышения эксплуатационных затрат на выполнение транспортной работы подвижным составом в посредственном техническом состоянии.

В зависимости от состава диагностируемых узлов и агрегатов и применяемых организационно-технологических форм различается **диагностирование по критериям экономичности эксплуатации и безопасности.**

По **критериям экономичности эксплуатации** диагностируют узлы и системы двигателя, трансмиссии, установку управляемых колес, перекося мостов, электронные системы автоматического управления в конструкциях агрегатов и систем, колесные подшипники, систему пуска, узлы электрооборудования и специальное оборудование, применяемое на транспортных средствах. Диагностирование по критериям экономичности эксплуатации практикуют при ТО и ремонте указанных систем и агрегатов для поиска места или характера неисправности, для выполнения регулировок и заключительного контроля качества выполненных работ.

Диагности, занятые на таких проверках, должны быть подготовлены и как автомеханики, и как эксплуатационники современной компьютеризованной диагностической техники. Чаще всего это специалисты с высшим или средним техническим образованием и соответствующими знаниями в области электроники.

Наиболее детально отработаны организационно-технологические формы **диагностирования по критериям безопасности** в составе работ по ТО (в том числе диагностирование, выполняемое при ТО-1) транспортных средств.

По критериям безопасности диагностируют тормозное и рулевое управления, правильность пространственного светораспределения внешних световых приборов, состав отработавших газов двигателя, а состояние еще ряда других узлов проверяют органолептически, основываясь на использовании органов чувств прове-

ряющего. При ТО проверяют те же диагностические параметры и составные части транспортных средств, что и при техническом осмотре, а также ряд дополнительных параметров и деталей, подлежащих проверке только при (или после) ТО.

Диагностирование по критериям безопасности при ТО, как правило, организуют на специализированных поточных линиях или специализированных проездных постах на АТП и станциях технического обслуживания (СТО).

Методы проверки по критериям безопасности при ТО и ГТО совпадают и регламентируются теми же предписаниями, что и требования к техническому состоянию.

2.3. Моделирование поддержания работоспособного технического состояния автотранспортных средств в регионе

В процессе эксплуатации автомобильного транспорта в регионе большое значение имеют методы управления, использующие нормативные показатели как общегосударственного уровня, так и уровня предприятий. Наличие нормативной базы в системе управления позволяет принимать однозначные решения и последующие управленческие воздействия.

Основными нормативами технической эксплуатации автомобилей являются периодичность ТО, трудоемкость ТО и ремонта, расход запасных частей и материалов [60].

Ниже рассматриваем один из методов определения оптимальной периодичности ТО – по допустимому уровню безотказности.

Метод основан на выборе такой рациональной периодичности ТО, при которой вероятность отказа F не превышает заранее заданной величины, называемой риском (рис. 2.4). Вероятность безотказной работы определяется:

$$P_{\text{д}} \{x_i \geq l_0\} \geq R_{\text{д}} = \gamma, \text{ т.е. } l_0 = x_{\gamma},$$

где x_i – наработка на отказ; $R_{\text{д}}$ – допустимая вероятность безотказной работы; l_0 – периодичность ТО; $\gamma = 1 - F$; x_{γ} – гамма-процентный ресурс; i – номер наблюдения (интервала).

Для агрегатов и механизмов, обеспечивающих безопасность дорожного движения, $R_{\text{д}} = 0.9 \div 0.98$, для прочих узлов и агрегатов $R_{\text{д}} = 0.8 \div 0.9$ [41].

В процессе эксплуатации группы автомобилей возникают отказы конкретных элементов (узлов, механизмов, систем), нара-

ботка которых x_i случайна и подчиняется одному из известных законов распределения с параметрами: дифференциальная функция распределения отказов $f(x)$; средняя наработка на отказ x ; среднее квадратичное отклонение наработки на отказ σ_x ; коэффициент вариации наработки на отказ v_x . По этим элементам планируется предупредительное обслуживание с нормативной периодичностью l .

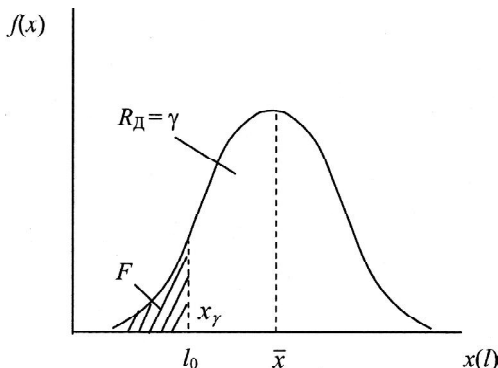


Рис. 2.4. Определение периодичности ТО по допустимому уровню безотказности.

В реальных условиях фактическая периодичность технического обслуживания l_i имеет некоторую вариацию и характеризуется законом распределения с другими параметрами: дифференциальная функция периодичности обслуживания $\varphi(l)$; средняя наработка на техническое обслуживание l ; среднее квадратичное отклонение периодичности обслуживания σ ; коэффициент вариации периодичности обслуживания v_l . Это связано в основном с изменением среднесуточного пробега автомобилей.

При определении периодичности ТО по допустимому уровню безотказности необходимо установить такую периодичность обслуживания l_0 , при которой вероятность безотказной работы (P_d) будет не ниже заданной (R_d), т.е. $P_d \geq R_d$.

В случаях, когда процесс происходит под действием произвольного потока событий, его математическую модель построить трудно. Для решения подобных задач можно использовать метод статистического моделирования (метод Монте-Карло) [81].

Имитационное моделирование оптимизации периодичности обслуживания по допустимому уровню безотказности заключается:

- а) в воспроизводстве и фиксации двух возможных событий: А – отказа автомобиля при $x_i < l_i$; Б – выполнения ТО при $x_i \geq l_i$;
- б) в определении вероятностей этих событий, соответственно: $P(A) = F$ (отказ) и $P(B) = R$ (профилактика);
- в) в сравнении фактического и заданного значений вероятности безотказной работы.

Последовательность имитационного моделирования оптимизации периодичности ТО по допустимому уровню безотказности представлена алгоритмом на рис. 2.5.

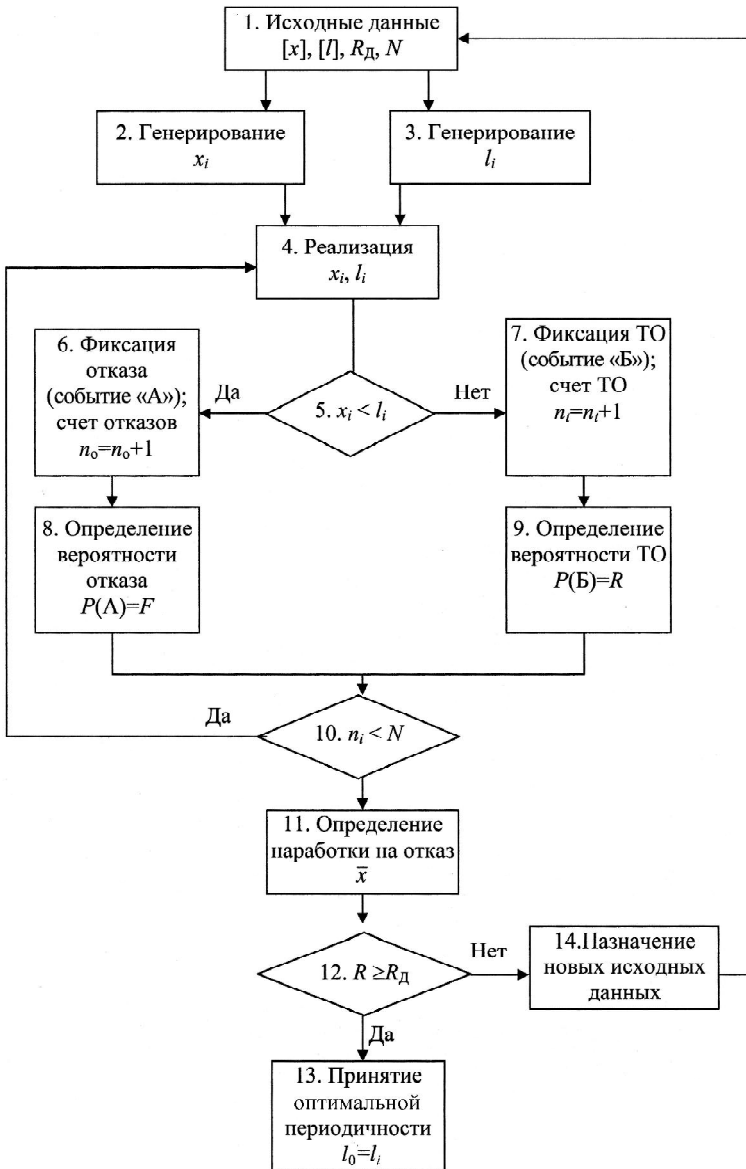


Рис. 2.5. Блок-схема алгоритма моделирования оптимальной периодичности ТО по допустимому уровню безотказности.

В блоке 1 предусмотрена подготовка исходных данных для моделирования значений массивов $[x]$ и $[l]$ соответственно: наработка на отказ и периодичности ТО; назначение допустимого уровня безотказности – R_d и объема реализаций – N .

Исходные данные формируются из фактических значений x_i и l_i , полученных за определенный период времени на предприятии по отчетным данным, или на основе характеристик законов распределения $f(x)$ и $\varphi(l)$, если они известны. В последнем случае используются случайные числа (блоки 2 и 3). Получаемую пару случайных величин x_i и l_i называют реализацией (блок 4).

В блоке 5 производится сравнение x_i и l_i и фиксация событий А или Б.

Если наработка на отказ меньше периодичности обслуживания ($x_i < l_i$), то фиксируется событие А – отказ (блок 6).

В случае, когда наработка на отказ больше или равна периодичности ТО ($x_i \geq l_i$), то фиксируется событие Б – выполнение технического обслуживания при данной реализации (блок 7).

При многократном повторении реализаций в блоках 6 и 7 происходит счет числа событий А и Б: n_o – число зафиксированных при моделировании отказов (событий А); n_i – число зафиксированных при моделировании ТО (событий Б); $N = n_o + n_i$ – общее число реализаций.

Необходимое число реализаций определяется исходя из требуемой точности оценки вероятности наступления событий А и Б.

Блоки 8 и 9 предусматривают определение вероятностей событий А и Б: вероятность отказа (блок 8):

$$P(A) = F \approx \frac{n_o}{N};$$

вероятность профилактики (блок 9):

$$P(B) = R \approx \frac{n_i}{N}.$$

В блоке 10 происходит сравнение осуществленных реализаций n_i с общим объемом реализаций N .

Оценка средней наработки на случай ремонтов в межосмотровые периоды осуществляется в блоке 11:

$$\bar{x} \approx \frac{\sum x_{io}}{n_o},$$

где x_{io} – наработка, зафиксированная при i -м отказе.

В блоке 12 предусматривается сравнение полученного значения вероятности безотказной работы с заданной.

Если $R \geq R_d$, то поставленная цель достигнута, а выбранная периодичность является рациональной $l_i = l_o$ (блок 13).

Если $R < R_d$, то всю процедуру имитационного моделирования необходимо повторить, но при новом значении исходной периодичности (блок 14).

Преимуществом метода является то, что при наличии функциональных показателей по элементам автомобиля можно получить рациональные периодичности их технических обслуживаний. Кроме этого, необходимо отметить простоту данной методики и учет степени риска.

К недостаткам данного метода можно отнести неполноту использования ресурса изделия, так как периодичность значительно меньше средней наработки на отказ ($l_0 \ll \bar{x}$), а также отсутствие прямых экономических оценок последствий отказа.

В работе проведено моделирование периодичности технического обслуживания агрегата автомобиля по допустимому уровню безотказности.

В качестве исходных данных для моделирования были использованы результаты исследования, проведенного в 2002-2003 гг. на ЗАО «Сыктывкарское производственное объединение грузового автомобильного транспорта (СПОГАТ)».

Данное предприятие являлось крупнейшим грузовым предприятием общего пользования на территории Республики Коми. В 2002 г. на его балансе числилось 199 автомобилей и 90 прицепов (полуприцепов).

Как видно из рис. 2.6, основную долю в структуре парка грузовых автомобилей составляли автомобили КамАЗ и его модификации. Это обуславливает их выбор для моделирования.

Источниками информации об отказах агрегатов автомобилей использовались такие первичные носители, как «Ремонтный листок», «Заявка на запасные части», а также «Ведомость пробега агрегатов», обработанные за 1998-2003 гг. (табл. 2.1-2.2).

Объектом моделирования были ведущие мосты (промежуточный и задний) автомоби-

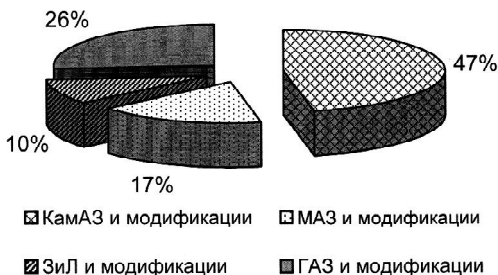


Рис. 2.6. Структура парка грузовых автомобилей ЗАО СПОГАТ в 2002 г.

ля КамАЗ и его модификаций. Это связано со значительным числом крупных отказов, при которых возникала необходимость длительного ремонта, что фиксировалось в «Ведомости пробега агрегатов».

Число отказов промежуточного и заднего мостов автомобиля КамАЗ за 1998-2003 гг. показано в табл. 2.3.

Таблица 2.1

Ведомость пробега заднего моста, км

№ п/п	Номер ГАИ	Дата замены	Общий пробег	Пробег агрегата
1	16-78	16.06.98	438839	218524
2		13.04.00	657363	41311
3		08.09.00	698674	20204
4		24.11.00	718878	15547
5		06.02.01	734425	157774
6		23.12.02	892199	22207
7		30.07.03	914406	11360
8	262 EP	27.04.02	100311	102830
9		23.09.03	203141	4035
10	380 AY	19.05.99	275121	213800
11		23.12.00	488921	61940
12		10.07.01	550861	51627
13		21.12.01	602488	31889
14		15.02.02	634377	23430
15		10.05.02	657807	94029
16	428 AY	17.04.99	183991	267207
17		29.08.02	451198	37135
18	453 AY	02.11.00	343466	57244
19		09.06.01	400710	113270
20		14.06.02	513980	99742
21	478 AX	04.07.01	391156	80389
22		21.05.02	471545	93272
23	489 KC	15.11.99	642183	137864
24		13.08.01	780047	103244
25		11.01.03	883291	43751
26	775 AB	13.07.98	312839	165063
27		11.09.00	477902	94097
28		30.07.02	571999	37795
29		04.07.03	609794	6423
30		02.10.03	616217	6290
31	781 AB	09.02.01	547977	1320
32		26.03.01	549297	5494
33		20.04.01	554791	10211
34		28.05.01	565002	5018
35		23.07.01	570020	29054
36		29.10.01	599074	91167
37		02.11.02	690241	54946
38	782 AB	21.04.98	282101	211082
39		11.08.00	493183	62598
40		09.04.01	555781	106753
41		11.06.02	662534	72563
42		18.07.03	735097	6126
43	784 AB	06.10.99	423250	42110
44		24.02.00	465360	64974
45		26.03.01	530334	140566
46	786 AX	12.07.03	663904	15026
47	787 AX	11.04.00	286812	149610
48		19.02.02	436422	45905
49		01.10.02	482327	62755

Окончание табл. 2.1

№ п/п	Номер ГАИ	Дата замены	Общий пробег	Пробег агрегата
50	820 АВ	29.08.00	487489	21051
51		09.11.00	508540	151807
52		19.06.02	660347	22769
53		28.11.02	683116	32487
54		02.09.03	715603	2557
55	821 АВ	23.04.01	614509	13763
56		29.06.01	628272	61419
57		12.08.02	689691	44959
58	83-95	12.10.98	567500	143727
59		30.06.00	711227	23113

Таблица 2.2

Ведомость пробега промежуточного моста, км

№ п/п	Номер ГАИ	Дата замены	Общий пробег	Пробег агрегата
1	16-78	13.07.98	445507	211856
2		13.04.00	657363	41311
3		08.09.00	698674	20204
4		24.11.00	718878	15547
5		06.02.01	734425	157774
6		23.12.02	892199	22207
7		30.07.03	914406	11360
8		09.09.03	925766	5402
9		22.10.03	931168	0
10		262 EP	27.04.02	100311
11	380 АВ		19.05.99	275121
12	400 ВА	08.11.99	325465	20131
13		22.12.99	345596	17456
14		27.01.00	363052	86488
15		13.09.00	449540	9270
16		04.10.00	458810	35028
17		10.12.00	493838	10305
18		20.01.01	504143	28874
19		01.04.01	533017	15624
20		15.06.01	548641	2220
21		10.07.01	550861	14700
22		11.09.01	565561	4196
23		25.09.01	569757	18657
24		02.11.01	588414	48553
25		10.03.02	636967	20840
26		10.05.02	657807	72083
27		05.05.03	729890	21946
28	06.10.03	751836	0	
29	400 ВА	04.04.02	282759	108743
30		08.07.03	391502	332
31	428 АУ	17.04.99	183991	143383
32		06.12.00	327374	12884
33		20.03.01	340258	54046
34		16.10.01	394304	56894

Продолжение табл. 2.2

№ п/п	Номер ГАИ	Дата замены	Общий пробег	Пробег агрегата
35		12.08.02	451198	17445
36		13.11.02	468643	19690
37	430 АУ	29.09.99	220360	201577
38		14.03.02	421937	25623
39		15.07.02	447560	75148
40	453 АУ	02.11.00	343466	170514
41		14.06.02	513980	95124
42		01.09.03	609104	0
43		23.03.03	609104	4618
44		11.10.03	613722	0
45	478 АХ	29.12.99	246674	144482
46		04.07.01	391156	80389
47		21.05.02	471545	93272
48	489 КС	15.11.99	642183	137864
49		13.08.01	780047	23194
50		04.12.01	803241	115964
51		09.07.03	919205	7837
52	775 АВ	13.07.98	312839	165063
53		11.09.00	477902	76409
54		01.03.02	554311	33907
55		10.01.03	588218	905
56		28.01.03	589123	20671
57		04.07.03	609794	12713
58	781 АВ	08.07.00	507797	30721
59		27.12.00	538518	10779
60		26.03.01	549297	5494
61		20.04.01	554791	10211
62		28.05.01	565002	5018
63		23.07.01	570020	29054
64		29.10.01	599074	64226
65		13.06.02	663300	26941
66		01.11.02	690241	49539
67		02.09.03	739780	5407
68	782 АВ	21.04.98	282101	180704
69		05.04.00	462805	92976
70		09.04.01	555781	12806
71		05.06.01	568587	93947
72		11.06.02	662534	14569
73		09.08.02	677103	43665
74		16.04.03	720768	14329
75		18.07.03	735097	6126
76	784 АВ	06.10.99	423250	63636
77		03.08.00	486886	5968
78		14.09.00	492854	5116
79		30.10.00	497970	32364
80		21.03.01	530334	21391
81		19.07.01	551725	33386
82		16.03.02	585111	8591
83		17.04.02	593702	31223
84		01.10.02	624925	45975
85	786 АХ	22.11.00	399624	18526

Окончание табл. 2.2

№ п/п	Номер ГАИ	Дата замены	Общий пробег	Пробег агрегата
86		30.12.00	418150	57688
87		09.06.01	475838	71051
88		06.03.02	546889	42923
89		18.09.02	589812	74092
90		12.07.03	663904	15026
91	787 AX	11.04.00	286812	86175
92		19.04.01	372987	12209
93		28.06.01	385196	1127
94		25.07.01	386323	50099
95		19.02.02	436422	25555
96		02.07.02	461977	5954
97		22.08.02	467931	14396
98		01.10.02	482327	62755
99	788 AX	21.03.01	305204	186338
100		27.04.03	491542	17155
101		22.07.03	508697	24301
102	789 AX	02.03.94	100879	150853
103		07.09.00	251732	59449
104		03.04.01	311181	8020
105		07.06.01	319201	62200
106		25.12.01	381401	53000
107		07.08.02	434401	83188
108		17.09.03	517589	3697
109	820 AB	22.03.00	446338	41151
110		29.08.00	487489	172858
111		19.06.02	660347	57812
112	821 AB	30.01.01	602192	1018
113		19.02.01	603210	8289
114		30.03.01	611499	3010
115		23.04.01	614509	75182
116		12.08.02	689691	9992
117		16.10.02	699683	18320
118		04.04.03	718003	16647
119	83-95	22.06.98	545073	166154
120		30.06.00	711227	23113
121		16.10.00	734340	31528
122		12.05.01	765868	10188
123		28.07.01	776056	7743
124		08.08.01	783799	32119
125		06.03.02	815918	31997
126		23.08.02	847915	60155
127		29.09.03	908070	8816

Обработка результатов наблюдений показала, что средняя наработка на отказ промежуточного моста составила 46 506 км, а заднего – 59 630. В связи с тем, что мосты обслуживаются одновременно, то для дальнейшего расчета используется приведенное значение средней наработки на отказ – 52 356 км.

Работы по обслуживанию ведущих мостов (доливка или замена масла, контроль регулировки подшипников, определение износа главной передачи и т.п.) входят в объем работ ТО-2. Нормативная периодичность ТО-2 для автомобилей КамАЗ-5320 и его модификаций, устанавливаемая заводом-изготовителем, составляет 12 тыс. км. При этом замена масла предусматривается только один раз в год при проведении сезонного обслуживания.

Скорректированная и принятая технической службой ЗАО СПОГАТ периодичность ТО-2 составляла 10500 ± 500 км.

Задачей моделирования являлось определение оптимальной периодичности обслуживания ведущих мостов и сравнения с принятой, а при выявлении значительного расхождения – разработка рекомендаций по его устранению.

Формирование исходных данных заключалось в создании массива наработок на отказ, массива периодичности технического обслуживания, выбора допустимого уровня безотказности и объема реализаций.

Массив наработок на отказ сформирован по данным «Ведомости пробега агрегатов». Массив периодичности обслуживания создан на основе данных, принятых в ЗАО «СПОГАТ» с возможностью их изменения.

При выборе допустимого уровня безотказности учитывалось то, что ведущие мосты не относятся к элементам автомобиля, обеспечивающим безопасность движения, поэтому принимаем $R_d = 0.8$.

Таблица 2.3
Количество отказов промежуточного моста автомобилей КамАЗ в ЗАО «СПОГАТ»

Дата	Количество отказов	
	Промежуточный мост	Задний мост
1998 г.		
I кв.	1	0
II кв.	2	2
III кв.	2	1
IV кв.	0	1
1999 г.		
I кв.	0	0
II кв.	2	2
III кв.	0	0
IV кв.	6	2
2000 г.		
I кв.	2	1
II кв.	4	3
III кв.	8	4
IV кв.	10	4
2001 г.		
I кв.	9	4
II кв.	13	6
III кв.	9	4
IV кв.	6	2
2002 г.		
I кв.	7	2
II кв.	9	6
III кв.	8	3
IV кв.	7	4
2003 г.		
I кв.	2	1
II кв.	4	0
III кв.	14	6
IV кв.	2	1

Объем реализаций N принят согласно числу зафиксированных в «Ведомости пробега агрегатов» отказов.

Моделирование периодичности обслуживания ведущих мостов происходило на разработанном П.А. Малащюком программном обеспечении, с использованием языка Fortran в среде Microsoft Developer Studio (приложение 1).

Полученные результаты показывают, что действующая периодичность обслуживания ведущих мостов (10 500 км), связанная с контрольными операциями, удовлетворяет требованиям оптимальности, рассчитанным по допустимому уровню безотказности, и может быть увеличена до 15 тыс. км.

Однако значительное число отказов говорит о том, что рекомендуемая заводом-изготовителем периодичность замены масла не соответствует реальным условиям, поэтому предлагается проводить замену масла два раза в год при каждом сезонном обслуживании.

2.4. Математическая модель процесса государственного технического осмотра автотранспортных средств в регионе

Управление техническим состоянием автотранспортных средств осуществляется не только напрямую, посредством влияния на нормативные показатели, но и опосредованно, через проведение государственных технических осмотров.

Назначением государственного технического осмотра (ГТО) служит предотвращение эксплуатации ТС, по своему техническому состоянию не соответствующих требованиям безопасности, установленными нормативно-правовыми актами.

До 2001 г. все работы по организации и проведению ГТО возлагались на территориальные подразделения ГИБДД. Постановление Правительства РФ № 880 [64] позволило привлекать юридических лиц и индивидуальных предпринимателей для организации пунктов технического осмотра транспортных средств (ПТО), которые административно не подчиняются территориальным подразделениям ГИБДД или какой-то централизованной системе управления. В связи с этим, возросло число лиц, привлекаемых к обеспечению ГТО (рис. 2.7).

Предприятия, осуществляющие государственный технический осмотр, классифицируем:

– по форме организации производства:

а) предприятия, создаваемые юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями (пункты технического осмотра – ПТО);



Рис. 2.7. Основные функции предприятий, организаций и учреждений, обеспечивающих проведение ГТО.

б) предприятия, создаваемые при территориальных подразделениях ГИБДД (станции государственного технического осмотра – СГТО);

– по типу проверяемых транспортных средств:

а) грузовые автомобили, специальные и специализированные на их базе (включая прицепы и полуприцепы);

б) автобусы;

в) легковые автомобили (включая прицепы);

г) мототранспорт;

– по мобильности производственной базы:

а) стационарные;

б) передвижные;

– по способу организации технологического процесса:

а) поточные линии;

б) отдельные посты.

Рабочие посты ПТО (СГТО) отличаются большой вариацией степени специализации в зависимости от размещенного оборудования и пропускной способности постов.

В Республике Коми первый ПТО ООО «Автоконтроль» открыт 7 июня 2005 г. на производственно-технической базе ООО «Сыктывкаравтотранс». Данное предприятие является наиболее крупным среди подобных как в г. Сыктывкаре, так и по Республике Коми.

ООО «Автоконтроль» имеет головное отделение, расположенное на территории Сыктывкарского пассажирского автотранспортного предприятия, а также филиалы в г. Сыктывкаре и других городах Республики Коми. В качестве производственной базы головного предприятия используется помещение площадью 1080 м². Для определения технического состояния транспортных средств имеются диагностические средства как отечественного, так и иностранного производства.

Ниже рассматривается задача моделирования организации процесса государственного технического осмотра с применением средств технической диагностики на ПТО для проведения работ по его оптимизации.

Пункт технического осмотра представляет собой сложную систему, в которой транспортное средство последовательно проходит обслуживание в нескольких фазах. Под фазой понимается определенный этап производственного процесса ГТО. Операции, проводимые в каждой фазе, могут выполняться на одном или нескольких последовательных постах. Обобщенная схема работы ПТО приведена на рис. 2.8.

Процесс обслуживания ТС описывается следующим образом. Автомобиль прибывает на технический осмотр и проходит идентификацию (фаза I). Работа данной фазы возможна с ограничением длины очереди или без ограничения. ТС, прошедшее первую фазу, направляется во вторую. Если в данный момент фаза занята, то автомобиль ждет ее освобождения, оставаясь в предыдущей фазе. Аналогично происходит перемещение ТС из второй в третью фазу. После проведения непосредственно технического осмотра ТС направляется в четвертую фазу для оформления результатов (очередь перед данной фазой не ограничена по длине).

На схему работы ПТО накладываются следующие ограничения. Технический осмотр автомобилей происходит в порядке их поступления. Каждое поступившее ТС будет обслужено. Независимо от результата осмотра в предыдущей фазе, ТС направляется в последующую.

Решения для такой схемы обслуживания ТС можно получить либо аналитически [81, 74], либо используя метод статистических испытаний. В данной работе авторы пошли по пути использования метода статистических испытаний (статистического моделирования), позволяющего получать решения без ограничений, накладываемых при использовании аналитических методов.

Сущность статистического моделирования состоит в построении для исследуемого процесса алгоритма, имитирующего поведение элементов сложной системы и взаимодействие между ними с учетом случайных факторов.

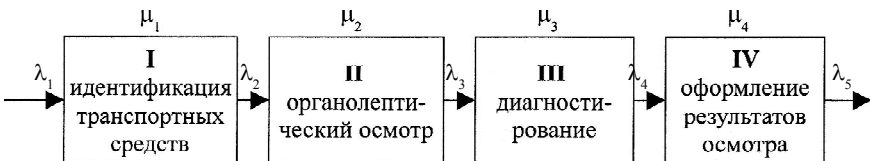


Рис. 2.8. Обобщенная схема работы пункта технического осмотра. λ – частота поступлений заявок на обслуживание; μ – скорость обслуживания.

К достоинствам моделирования можно отнести: возможность описания сложных систем с высокой степенью детализации, отсутствие ограничений на вид зависимостей между параметрами модели и состоянием внешней среды, возможность исследования изменения динамики системы.

Недостатком имитационного моделирования является невозможность отражения реального состояния системы. В работе [49] показано, что «имитационная модель в принципе не точна и мы не в состоянии измерить степень этой точности».

Имитационное моделирование осуществляется на ЭВМ. При этом для описания взаимодействия составных частей используются универсальные языки программирования (Fortran, Pascal, Basic и др.) или специализированные языки имитационного моделирования (ДИНАМО, GPSS, СИМУЛА и др.)

Математическая модель организации работы ПТО выглядит следующим образом:

$$A = f(T_{\text{ПТО}}),$$

где A – количество транспортных средств, проверенных на пункте технического осмотра, ед.; $T_{\text{ПТО}}$ – суммарное время, затраченное пунктом технического осмотра на обслуживание одного автомобиля.

Суммарное время, затраченное пунктом технического осмотра на обслуживание одного автомобиля, определяется как:

$$T_{\text{ПТО}} = T_{\text{об}} + T_{\text{п}}, \quad (2.1)$$

где $T_{\text{об}}$ – суммарное время обслуживания одного автомобиля; $T_{\text{п}}$ – суммарное время простоя оборудования.

Распишем по составляющим суммарное время обслуживания:

$$T_{\text{об}} = T_{\text{об}}^1 + T_{\text{об}}^2 + T_{\text{об}}^i \dots + T_{\text{об}}^n, \quad (2.2)$$

где $T_{\text{об}}^i$ – время обслуживания автомобиля на i -й фазе; n – количество фаз.

Время обслуживания в каждой фазе – есть функция длительности выполнения операций только в ней. Тогда время обслуживания в i -й фазе:

$$T_{\text{об}}^i = f_i(t_i),$$

где t_i – время, затраченное на выполнение операций в i -й фазе.

Таким образом, (2.2) можно записать в следующем виде:

$$T_{\text{об}} = f_1(t_1) + f_2(t_2) + \dots + f_n(t_n) = \sum_{i=1}^n f_i(t_i). \quad (2.3)$$

Время простоя фазы в ожидании автомобиля (время простоя обслуживающих аппаратов) определяется как

$$T_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{п}}^i = T_{\text{п}}^1 + T_{\text{п}}^2 + \dots + T_{\text{п}}^i, \quad (2.4)$$

где $T_{\text{п}}^i$ – время простоя на i -й фазе.

Время простоя оборудования на первой фазе зависит от изменения интенсивности входящего потока λ_1 , а остальных – от интенсивности обслуживания на предыдущей фазе μ .

Время простоя оборудования на 1-й фазе:

$$T_{\text{п}}^1 = \varphi_1(\lambda_1);$$

на 2-й фазе:

$$T_{\text{п}}^2 = \varphi_2(\lambda_1, \mu_1),$$

но $\mu_1 = \lambda_2$, $\mu_2 = \lambda_3$, ..., $\mu_{n-1} = \lambda_n$, тогда время простоя оборудования на i -й фазе:

$$T_{\text{п}}^i = \varphi_i(\lambda_1, \dots, \lambda_i).$$

Суммарное время простоя оборудования пункта (2.4) можно записать:

$$T_{\text{п}} = \varphi_1(\lambda_1) + \varphi_2(\lambda_1, \lambda_2) + \dots + \varphi_n(\lambda_1, \dots, \lambda_n) = \sum_{i=1}^n \varphi_i(\lambda_1, \dots, \lambda_n). \quad (2.5)$$

Используя (2.3) и (2.5) время пребывания автомобиля в системе (2.1), можно записать:

$$T_{\text{ПТО}} = \sum_{i=1}^n f_i(t_i) + \sum_{i=1}^n \varphi_i(\lambda_i).$$

С изменением интенсивности входящего потока λ_1 и интенсивности обслуживания μ_1 изменится и время пребывания автомобиля в системе. Тогда время нахождения ТС на ПТО:

$$T_{\text{ПТО}} = \varphi_1[\lambda_1; f_1(t_1)] + \varphi_2[\lambda_2; f_2(t_2)] + \dots + \varphi_n[\lambda_n; f_n(t_n)] = \sum_{i=1}^n \varphi_i[\lambda_i; f_i(t_i)].$$

Ниже приведен алгоритм нахождения решения данной математической модели. На рис. 2.9 представлена его укрупненная блок-схема. Для упрощения процесса моделирования принято, что на первом посту проводится идентификация и визуальный осмотр ТС. На втором – инструментальный контроль (диагностирование). На третьем – оформление результатов.

В блоке 1 предусмотрен ввод исходных данных: интенсивности входящего потока; продолжительности обслуживания в фазе; объем обслуживаемых ТС; время на маневрирование с поста на пост; ограничения на длину очереди в первой фазе.

В блоке 2 проводится установка начальных значений оперативных ячеек.

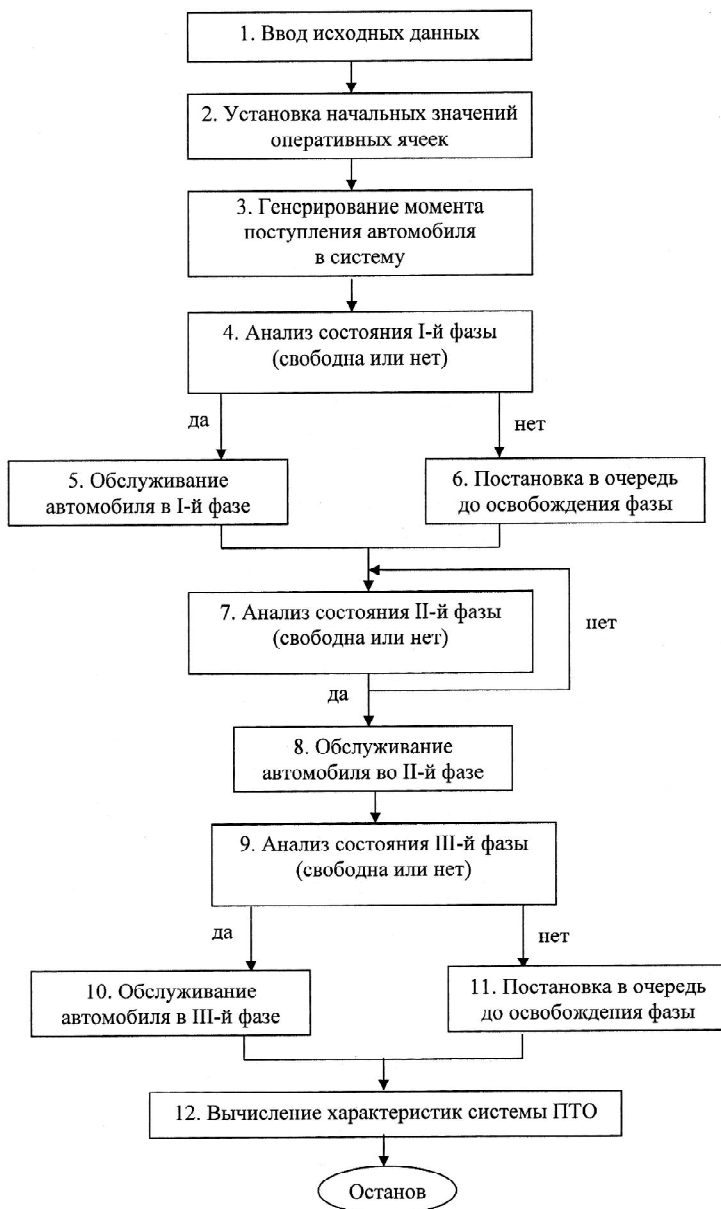


Рис. 2.9. Укрупненная схема алгоритма моделирования работы трехпостового ПТО.

Генерирование момента поступления ТС в систему происходит в блоке 3, для чего осуществляется моделирование случайных величин.

Поступление ТС на первый пост определяется ограничениями, накладываемыми на длину очереди перед фазой (блок 4).

Независимо от ограничений на длину очереди, если в фазе нет обслуживаемых ТС, то поступившие обязательно начинают обслуживаться (блок 5). Одновременно происходит учет времени простоя оборудования между обслуживаниями.

Когда длина очереди не ограничена, то в случае занятости фазы ТС становится в очередь и будет обслужено (блок 6). При этом ведется учет времени простоя в ожидании обслуживания. При ограничении длины очереди поступление ТС зависит от наличия свободных мест в очереди.

В блоке 7 происходит анализ состояния второго поста.

Если пост свободен, то ТС обслуживается (блок 8).

Как оговаривалось выше, система ПТО характеризуется сильной производственной зависимостью. В данном случае подразумевается, что очередь между постами не допускается. Поэтому, если второй пост занят, то ТС остается на предыдущем.

Анализ состояния третьего поста происходит в блоке 9.

На данный пост ограничения не накладываются, т.е. при наличии свободного места происходит обслуживание (блок 10), в ином случае ТС ставится в очередь неограниченной длины (блок 11). Работа ПТО на посту зависит только от возможностей сотрудников ГИБДД.

После проведения заданного числа реализаций в блоке 12 вычисляются основные вероятностные характеристики ПТО.

Приведенная выше блок-схема позволяет проводить моделирование работы ПТО с учетом различных ограничений.

Как было сказано ранее, процесс управления технической эксплуатацией транспортных средств носит многогранный характер. Выбор того или иного метода управления зависит от целей и возможностей технической службы предприятий и организаций, эксплуатирующих автомобильный транспорт.

В настоящее время перспективным является направление, в котором управление техническим состоянием транспортных средств осуществляется посредством проведения государственных технических осмотров с диагностированием.

Глава 3

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ Организации проверки технического состояния АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕГИОНЕ

3.1. Роль диагностической информации при организации проверки технического состояния автотранспортных средств в регионе

Работоспособность автотранспортных средств зависит от организации технической службы предприятий автомобильного транспорта, качества гаражного оборудования, надежности автомобильной техники и т.п. Особая роль отводится контролю технического состояния транспортных средств.

Одним из видов контроля является диагностирование автомобиля. Диагностирование позволяет определить (без разборки) внутреннее техническое состояние элементов автомобиля внешними и встроенными средствами технического диагностирования.

Технологический и управленческий аспекты диагностирования позволяют не только конкретизировать место неисправности или отказа и объективно оценить качество выполненных работ при техническом воздействии, но и правильно организовать технологический процесс, рационально распределить материальные и трудовые ресурсы, исключить большие объемы разборочно-сборочных и демонтажно-монтажных работ по агрегатам и автомобилю в целом, которые наблюдаются при отыскании причин отказа.

Снижение затрат на обслуживание транспортных средств с применением диагностирования происходит не за счет уменьшения объема работ (исключения части операций по агрегатам, выходные параметры которых находятся в пределах нормы), а за счет качественного выполнения всего комплекса крепежных, смазочных и особенно регулировочных работ, что в целом повышает эксплуатационную надежность автомобиля, снижает число заявок на ремонт и его трудоемкость. Снижение трудоемкости нельзя рассматривать в отрыве от времени простоя автомобиля в ремонте. Оно будет уменьшаться, а это создает условия для увеличения времени пребывания автомобиля на линии, т.е. возрастает производительность. При использовании средств диагностики расход

оборотных агрегатов и запасных частей будет иметь тенденцию к уменьшению до определенного предела, который впоследствии стабилизируется и останется постоянным.

Особо необходимо отметить социальный и экологический эффекты от применения диагностирования. Социальный эффект состоит в том, что более полно и своевременно удовлетворяются потребности в перевозках населения и материальных ценностей с высокой сохранностью и уверенностью в безопасности движения.

Экологический эффект диагностирования проявляется в том, что требования по охране окружающей среды не могут быть выполнены без средств измерения наиболее опасных для природы компонентов в отработавших газах автомобильных двигателей. Только с помощью диагностических средств оказывается возможным не только контролировать параметры функционирования систем питания, зажигания и газораспределения двигателей внутреннего сгорания, но и приводить их обычными приемами регулировок в пределы норм, обеспечивающих безопасность окружающего мира.

Чрезвычайно важным аспектом диагностирования является проблема снижения и бережного расходования топливных и энергетических ресурсов страны [16]. Для автомобильного транспорта – одного из основных потребителей топлива – эта проблема особенно актуальна, а средства диагностирования способствуют ее решению.

Опыт освоения и использования средств диагностики в практике работы автотранспортных предприятий позволил установить следующие среднестатистические данные эффективности диагностики: сокращаются трудовые затраты на 5%, расход запасных частей и материалов – на 10, шин – на 2. Кроме того, снижаются простои автомобилей в ТО и ремонте, уменьшается число дорожно-транспортных происшествий, снижается вредное влияние отработавших газов на природу и т.д. [38].

Отдельное внимание необходимо уделить мероприятиям, направленным на экономию топлива. Как показано в работе [38], процент экономии топлива достигает 8-25 за счет индивидуально-подхода в регулировках двигателя. Например, проверка и регулировка систем питания, зажигания, состава выхлопных газов при комплексной оценке мощностных качеств двигателя в режиме холостого хода позволяет установить оптимальные значения параметров этих систем и тем самым сэкономить от 3 до 9.5% топлива при движении автомобиля на загородных маршрутах и до 25% в условиях городского движения (с остановками перед перекрестками и последующим разгоном).

В настоящее время эффективность применения диагностирования в сфере автомобильного транспорта остается недостаточной, что приводит к вынужденной эксплуатации не вполне исправных автомобилей со скрытыми дефектами. Следствием является сравнительно высокий уровень потерь от аварийных дорожных отказов, дорожно-транспортные происшествия по причине несоответствия технического состояния действующим нормативам (до 2.5% от всех ДТП) [27].

В процессе проведения диагностирования решаются задачи проверки исправности (или работоспособности), поиска неисправностей и прогнозирования остаточного ресурса автомобиля и его агрегатов.

Техническое состояние автомобиля и его элементов оценивается путем определенной последовательности в выполнении проверок, входящих в программу диагностирования. Проверка представляет собой совокупность операций, проводимых над объектом диагностики с целью получения результата, по которому можно судить о состоянии того или иного элемента.

Действующий Федеральный закон № 196 «О безопасности дорожного движения» [84] предписывает необходимость поддержания безопасного состояния транспортных средств, что обеспечивается своевременным и в полном объеме проведением технического обслуживания и ремонта. Важное место в обеспечении безопасности занимает диагностирование. Необходимо отметить отсутствие нормативно-правовых актов, закрепляющих обязательное проведение диагностирования при ТО или ремонте.

В настоящее время процесс диагностирования, включенный в общий технологический процесс, проводится на крупных автотранспортных предприятиях, станциях технического обслуживания и специализированных сервисных центрах. Обязательное диагностирование транспортных средств осуществляется во время проведения государственного технического осмотра.

Ниже приведена функциональная схема технологического процесса на АТП, показывающая, что диагностирование непосредственно связано с организацией процессов технического обслуживания и ремонта (рис. 3.1).

Диагностирование на АТП (формы Д-1 и Д-2) может проводиться: непосредственно на линии, при выпуске (возврате) автомобиля на линию, при ТО-1, ТО-2 и текущем ремонте (ТР).

Диагностирование Д-1 предназначено для выявления неисправностей механизмов и систем, определяющих безопасность эксплуатации автомобилей, а также соединений в узлах и агрегатах машин, имеющих малую наработку на отказ или регулировку. Это диагностирование проводится с целью заключительного контроля качества технического обслуживания.

Основной целью Д-2 является поиск неисправностей, устранение которых требует выполнения ремонтных работ большой трудоёмкости, но их нецелесообразно совмещать с работами ТО-2. В соответствии с требованиями рациональной технологии эти неисправности подлежат устранению на участке текущего ремонта до начала ТО-2.

При Д-2 производится поэлементная проверка таких систем, влияющих на безопасность движения, как усилители рулевого управления, шкворневые соединения, карданные передачи и т.п. Результаты диагностирования Д-2 являются исходной информацией для планирования работ по управлению производством технического обслуживания и текущего ремонта.

Экономия средств при внедрении поста диагностирования на автотранспортном предприятии складывается из следующих элементов:

1. От экономии всеми автомобилями предприятия за счёт точной индивидуальной регулировки приборов системы питания и зажигания;
2. От невыполнения целого ряда операций за счёт принудительного контроля автомобилей перед ТО и ремонтом и определения необходимого объёма работ экономия в среднем на 10% от нормативной стоимости ТО-2;
3. От сокращения простоев во время ТО и на линии за счёт уменьшения трудоёмкости ТО и количества неисправностей по техническим причинам экономия в среднем на 10%.

В результате сокращения расходов на топливо, техническое обслуживание, текущий ремонт и шины снижается себестоимость перевозок.

В настоящее время все большее развитие получают предприятия автомобильного сервиса. Содержание собственной производственно-технической базы, качественного гаражного оборудования, высококвалифицированного персонала, как правило, затруднитель-

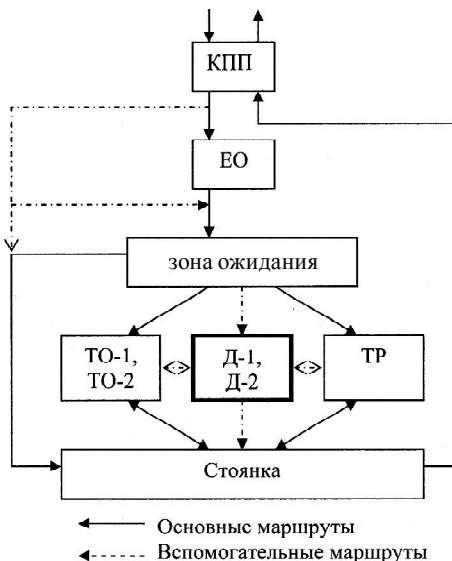


Рис. 3.1. Схема технологического процесса с диагностированием автотранспортного предприятия.

но для большинства частных предпринимателей, небольших фирм и организаций. Это предопределяет необходимость обращения на универсальные или специализированные предприятия автомобильного сервиса для поддержания необходимого уровня работоспособности автотранспортных средств.

Наиболее распространенным типом являются станции технического обслуживания (СТО) [54, 55], которые в зависимости от мощности и назначения выполняют: обслуживание транспортных средств в течение гарантийного и послегарантийного периода эксплуатации, ремонт отдельных узлов и агрегатов и т.п. Неотъемлемой частью СТО должны быть зоны (участки) диагностирования (рис. 3.2).

Обслуживание транспортных средств во время эксплуатации может осуществляться по талонам сервисных книжек с периодичностью, установленной предприятием-изготовителем, а в случае их отсутствия с периодичностью ЕО, ТО-1, ТО-2, сезонного обслуживания по плано-предупредительной системе [60].

В отличие от автотранспортных предприятий, на предприятиях автосервиса владелец имеет право по собственному усмотрению выбрать отдельные работы из ТО-1 или ТО-2.

Диагностирование транспортных средств на СТО осуществляется:

– *при поступлении*. Выявленные неисправности устраняются по согласованию с заказчиком, кроме тех, которые могут повлиять на безопасность движения;

– *в процессе технического обслуживания или ремонта*. Для углубленного поиска неисправностей в этом случае может применяться специализированное оборудование;

– *перед выдачей транспортного средства*. Диагностика проводится для проверки качества обслуживания;

– *по заявкам*. Предоставляется заказчиком как самостоятельный вид услуг.

Большинство диагностических работ, выполняемых на СТО, направлено на выявление неисправностей узлов

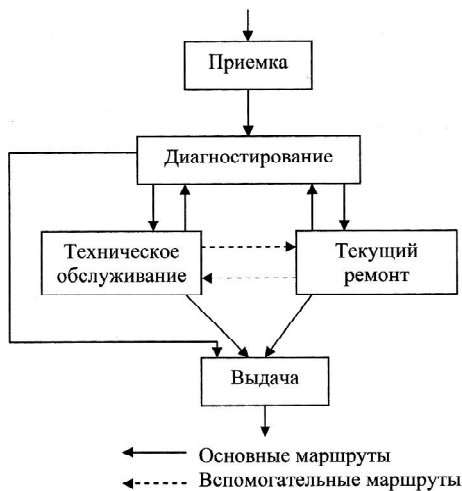


Рис. 3.2. Место диагностирования в технологическом процессе СТО.

и агрегатов, определяющих затраты на эксплуатацию автомобиля, связанные с износом шин и топливной экономичностью.

Проводимые непосредственно во время обслуживания автомобиля диагностические работы, выполняются, как правило, с применением переносного оборудования. Стационарное оборудование устанавливается на постах, проводящих приемку-выпуск автомобилей, а также работы по заявкам владельцев автомобилей.

Как отмечалось ранее, важное место занимает процесс диагностирования, проводимый при государственном техническом осмотре.

В соответствии с директивными документами [64, 66, 84] транспортное средство, зарегистрированное в Государственной инспекции безопасности дорожного движения, обязано при государственном техническом осмотре пройти диагностирование основных узлов и агрегатов, отвечающих за безопасность движения.

Необходимость получения диагностической информации обуславливается влиянием технического состояния транспортных средств на безопасность дорожного движения, что определяется количеством дорожно-транспортных происшествий, происходящих из-за неудовлетворительного технического состояния автомобилей.

Согласно статистике ГИБДД МВД России, неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств служит причиной сравнительно небольшой доли ДТП в Российской Федерации. В 2007 г. из-за неудовлетворительного технического состояния транспортных средств произошло 2221 ДТП (1% от общего числа), в которых погибли 424 и ранены 2 912 чел. Анализ российской и зарубежной статистики, а также научно-исследовательских работ в этой области показывает многократное занижение роли технического состояния как причины аварийности [53, 69, 73]. Результаты зарубежных исследований 1980-1991 гг. [79] дают оценку уровня аварийности по причине неудовлетворительного технического состояния величину, равную 13.3%. При этом на долю США приходится 15-20%, Германии – 10-20, Франции – 20, Дании – 11-12, Венгрии – 18-20% всех ДТП.

Важность получения достоверной информации о состоянии транспортного средства объясняется также значительной тяжестью происшествий данной категории. Так, если в среднем по России на 100 ДТП в 2007 г. приходилось 14 погибших, то в ДТП из-за неудовлетворительного технического состояния – около 20 чел.

Согласно статистике [87], «основное количество дорожно-транспортных происшествий из-за технической неисправности транспорта вызвано отказами в рабочей тормозной системе (32.5%), внешних световых приборов (26.5%), ходовой части или износом шин (19.4%), рулевого управления (12.6%)».

Для указанных выше узлов и агрегатов транспортных средств разработаны методы, модели, средства и алгоритмы диагностирования. Включение элементов диагностирования в состав операций государственного технического осмотра позволяет определять их состояние на уровне «годен-негоден». Один из вариантов включения диагностирования в процесс государственного технического осмотра показан на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Схема проведения государственного технического осмотра с диагностированием.

Применение на постах технического осмотра диагностического оборудования (тормозного стенда, газоанализатора, люфтомера и т.п.) позволяет выявить, по меньшей мере, втрое больше неисправностей, чем на необорудованных постах [53].

3.2. Информационное обеспечение при организации проверки технического состояния автотранспортных средств в регионе

Одним из важных подсистем управления техническим состоянием АТС в регионе является информационное обеспечение, под которым понимается организация целенаправленных массивов информации и информационных потоков, а также система сбора, хранения, обновления, переработки и передачи информации в целях анализа полученных данных, подготовки, и принятия решений органами управления автотранспортным производством.

В силу специфики автотранспортного производства информационное обеспечение на предприятиях и в организациях автотранспорта строится по двум основным направлениям. Первое связано с организацией управления перевозочным процессом, второе – с организацией управления технической эксплуатации подвижного состава, в том числе управлением техническим состоянием автотранспортных средств.

В процессе управления техническим состоянием автотранспортных средств особое значение имеет первичная ежедневная информация, которая является основой последующей систематизации и анализа. Для создания информационной базы на каждом предприятии или в организации, эксплуатирующих автомобильный транспорт, должен быть соответствующий документооборот, т.е. совокупность форм документов учета, отчетности, анализа и планирования с соответствующей схемой их движения и использования.

Регистрация, накопление и анализ информации, необходимой для принятия обоснованных решений на *автотранспортных предприятиях*, проводится с помощью следующих документов [80]: листок учета ТО и ремонта автомобиля; лицевая карточка автомобиля; диагностическая карта автомобиля; план производства ТО и ремонта; сводка о состоянии подвижного состава.

Листок учета ТО и ремонта автомобиля является первичным документом и оформляется при поступлении автомобиля на ТО и ремонт. Информация должна отражать все технические воздействия, выполненные по автомобилю за время, прошедшее с момента поступления его на ТО или ремонт до момента окончания работ, записанных в данной листке учета. В нем также фиксируются трудовые и материальные затраты (расход запасных частей, ремонтных материалов и затраты рабочего времени персонала) на конкретный автомобиль (прицеп).

Лицевая карточка автомобиля ведется на каждую единицу подвижного состава (автомобиль, прицеп) в течение года с последующим накоплением карточек за весь срок эксплуатации. Документ предназначен для планирования ТО, учета и анализа выполнения ТО и ремонта с учетом фактического пробега и целодневных простоев.

На основании лицевой карточки выполняется ежедневное планирование ТО-1 и ТО-2.

Диагностическая карта автомобиля оформляется механиком-диагностом на каждый факт проведения диагностики. Перечень диагностических параметров по системам, агрегатам и их нормативные значения по критериям безопасности для конкретных типов автотранспортных средств устанавливает ГОСТ Р 51709-2001.

По данным диагностической карты уточняются содержание и характер работ, записанных в заявке на ремонт или перечень регламентных работ, проводимых совместно с ТО. По ним же уточняются требуемые для производства запасные части и материалы.

План производства ТО и ремонта является основным документом для планирования, контроля и регулирования производства технического обслуживания и ремонта подвижного состава в течение суток и смены.

Сводка о состоянии подвижного состава предназначена для анализа причин простоя подвижного состава и воздействия на факторы или конкретные службы и работников предприятия. Сводка составляется на основе первичных учетных документов ежедневно к установленному времени и используется на оперативных совещаниях для планирования транспортной работы на очередной период.

Приведенные выше документы планирования и учета используются при анализе деятельности технической службы и разработке мероприятий по ее улучшению для:

- принятия обоснованных решений при планировании и управлении производством;
- выявления причин, вызывающих отклонения в технологических процессах, и разработки средств и методов их устранения;
- прогнозирования поведения технической службы и ее отдельных звеньев;
- эффективного распределения и использования материальных и трудовых ресурсов;
- совершенствования и реализации методов экономического стимулирования персонала.

На станциях технического обслуживания перечень документов, связанных с технической эксплуатацией автомобилей, меньше, чем на автотранспортных предприятиях. Это связано в основном с особенностями работы станций. Еще одной особенностью, присущей станциям технического обслуживания, является то, что в процессе своей деятельности осуществляются не только производственные, но и торговые функции.

Одной из функций предприятий автосервисных услуг является организация документального оформления и оперативного учета принятых заказов, контроля за их движением и сохранностью, расчетов с заказчиками.

Заявка на выполнение услуг подается владельцем автотранспорта в письменном виде. На основании заявки исполнитель назначает заказчику дату и время его прибытия. При невозможности принятия автотранспортного средства на техническое обслужи-

вание и ремонт в заявке должна быть указана причина отказа, удостоверенная подписью ответственного лица.

Оформление заказов производится при предъявлении документа, удостоверяющего личность потребителя, технического паспорта на автотранспортное средство. Заказчик, не являющийся собственником автотранспортного средства, предъявляет заверенную в установленном порядке доверенность на право распоряжения ТС.

Заказчик, имеющий право на внеочередное пользование услугами, предъявляет соответствующие документы и технический паспорт на автотранспортное средство. При этом право на внеочередное обслуживание сохраняется за ним и в тех случаях, когда он пользуется ТС по доверенности.

Договор на техническое обслуживание и ремонт может оформляться в виде заказа-наряда или другого документа установленной формы.

Все заказы, принятые на сервисное обслуживание, регистрируются в журнале учета заказов, записи в котором осуществляет мастер или диспетчер.

Прием на гарантийный ремонт проводится рекламационным актом. Договор может оформляться также путем выдачи квитанций, жетона, талона, кассового чека.

Оказание сервисным предприятием в присутствии заказчика таких услуг, как подкачка шин, диагностические работы, некоторые работы технического обслуживания и ремонта, мойка и другие, может производиться без заполнения заявки и приемо-сдаточного акта. При этом оформляется номерной талон, левая часть которого после окончания работ выдается потребителю. Допускается применение чеков кассовых аппаратов при оформлении и оплате работ.

Проведение работ *государственного технического осмотра* связано с обязательным документированием результатов проверки по критериям безопасности.

Опыт работы организаций, осуществляющих технический осмотр транспортных средств за рубежом, показывает значимость документирования как основного элемента системы информационного обеспечения данных работ [53]. Результаты документирования после обработки и анализа могут использоваться при решении проблем в области безопасности дорожного движения и экологической безопасности на региональном и федеральном уровнях, а также для решения внутренних задач отдельных пунктов технического осмотра.

Системы информационного обеспечения технического осмотра должны создаваться и функционировать на разных уровнях управления.

На *местном уровне*, представленном отдельными пунктами технического осмотра, должны решаться следующие задачи, требующие информационного обеспечения:

- организация документирования результатов проверок и объемов выполненных работ;
- анализ качества проверок по каждому контролеру;
- повышение равномерности нагрузки за счет ее перераспределения по месяцам, дням недели и часам работы;
- использование имеющихся ресурсов и поиск резервов для повышения производительности работ;
- развитие производственно-технической базы;
- проведение повторных проверок;
- ведение бухгалтерского учета.

На *региональном уровне* существует необходимость создания единого информационного центра, основными задачами которого являются:

- сбор данных о результатах проверок от отдельных пунктов технического осмотра;
- ведение баз данных;
- организация статистического анализа и синтеза основных показателей работы предприятий ГТО.

Обобщение на региональном уровне данных по частоте выявления неисправностей транспортных средств позволяет отслеживать динамику состояния автомобильного парка и качество выполнения его проверки в регионе, уровень подготовленности персонала пунктов технического осмотра и состояние их производственно-технической базы, облегчает работу с жалобами владельцев транспортных средств на качество и организацию выполнения проверок.

Информация о техническом состоянии ТС с регионального уровня служит базой при сравнительном анализе данных по частоте неисправностей узлов и систем, сопоставимых между собой транспортных средств конкурирующих предприятий-изготовителей.

Обработка и анализ информации, формирование заключений о техническом состоянии автотранспортных средств, основываются на правильном и грамотном документировании результатов осмотра, базирующемся на применении единообразных форм регистрации данных на бумажных или машинных носителях.

Основным документом, оформляемым по результатам осмотра на ПТО, форма которого утверждена МВД РФ [65], является диагностическая карта (приложение 2).

Форма диагностической карты содержит три блока:

– идентификационные данные о месте проведения и объекте проверки (транспортном средстве, собственнике, регистрационных документах);

– технические результаты проверки, фиксирующие несоответствие установленным требованиям частей и показателей технического состояния транспортного средства путем отметок в фиксированном перечне из 65 позиций и, по усмотрению контролера технического состояния, дублирующей и уточняющей их записью по произвольной форме на отведенном для этого участке диагностической карты;

– резюмирующее заключение инспектора и контролера с датой проведения проверки, подписями и указанием периода представления транспортного средства на повторную проверку до установленной даты. Последние пять позиций в указанном перечне отведены под обобщающие обозначения пяти групп дополнительных требований, предъявляемых к транспортным средствам, в конструкцию которых внесены изменения, предназначенным для перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов, опасных грузов, к специализированным и специальным транспортным средствам соответственно.

Диагностическая карта оформляется вне зависимости от результатов проверки или наличия компьютерного документирования в трех экземплярах. Один экземпляр передается владельцу транспортного средства, второй направляется в местный орган ГИБДД, а третий остается в ПТО.

Оформленные диагностические карты подписывают проводившие проверку контролер и государственный инспектор безопасности дорожного движения и скрепляют их своими личными печатями.

Кроме обязательного применения диагностических карт, отдельные пункты технического осмотра могут использовать и другие источники, и носители информации.

Для повышения качества обслуживания на ПТО может выдаваться инструкция владельцу транспортного средства при прохождении ГТО – «Памятка водителю». В «Памятке...» указывается режим работы ПТО, документы, необходимые для прохождения ГТО, а также мероприятия по подготовке транспортного средства к техническому осмотру (например, убедиться в работоспособности и хорошем состоянии кузова, узлов и агрегатов, системы световой и звуковой сигнализации, остеклении и т.п.) (приложение 3).

При проведении органолептических проверок возможно применение контролером постовых технологических карт (приложение 4), в которых указан перечень проверяемых параметров, со-

гласно позициям в диагностической карте. Перечень составляется таким образом, чтобы контролер, последовательно выполняя указанные в карте операции, проводил осмотр с наименьшими затратами времени.

Степень соответствия проверяемых параметров транспортного средства нормативным значениям указывается в отдельной строке технологической карты.

Кроме диагностических и технологических карт в документообороте ПТО фигурируют отчеты по выполненным проверкам за отчетный период (месяц, год), предназначенные как для внутреннего использования, так и для местного органа ГИБДД.

На ПТО применяются различные форматы представления данных, что затрудняет образование единой базы данных. Таким образом, имеющиеся сведения о качественном составе прошедших технический осмотр транспортных средств разрозненны и используются отдельными ПТО для решения собственных задач.

В настоящее время на региональном уровне только отделы и управления ГИБДД обладают обобщенной информацией о техническом состоянии транспортных средств региона. Следует отметить, что имеющейся информации, представляющей собой сведения о количестве состоящих на учете, представленных на осмотр и признанных технически исправными транспортных средств, недостаточно для выработки комплекса мер и предложений по повышению безопасности движения.

3.3. Программно-техническое обеспечение при организации проверки технического состояния автотранспортных средств в регионе

Одной из подсистем задач управления техническим состоянием автотранспортных средств является управление техническим обслуживанием и ремонтом автомобилей. Конечная цель данной подсистемы – распределение имеющихся в распоряжении технической службы автотранспортного предприятия ресурсов таким образом, чтобы качество обслуженных единиц АТС было наивысшим, а их количество за определенный промежуток времени наибольшим.

Цели функционирования подсистемы ТО и ремонта ТС достигаются использованием в управлении современных средств сбора, передачи и обработки информации, обеспечением оперативного доступа к информации всех категорий работников, введением режима реального времени, обеспечением информации о состоянии производства, возможностью получения объективных данных для анализа, особенно в случаях отклонений в процессе производства

от запланированных работ. Подобные задачи решаются посредством систем обработки информации и управления, представляющих собой локальную вычислительную сеть.

Среди организационных структур автотранспортных предприятий выделяются три кольцевые структуры, связанные локальной сетью: кольцо, образуемое отношениями подразделений эксплуатационной службы; кольцо, образуемое отношениями подразделений технической службы; кольцо, образуемое отношениями подразделений экономических служб.

Необходимо программное обеспечение информационных систем, которое должно быть достаточно гибким и универсальным, например, обеспечивать гибкую настройку алгоритмов расчета расхода любых ресурсов за счет возможности ввода формул самим пользователем.

В общем случае все программы автоматизированной обработки документации имеют следующие функциональные возможности:

- диспетчерский контроль за выпуском автомобилей на линию, выходом водительского состава, выполнением сменных заданий;

- оперативную обработку путевой и товарно-транспортной документации;

- ведение табеля работы водителей и подвижного состава;

- учет фактического и нормативного расхода топлива по водителям, гаражным номерам, бригадам (суточный и с начала месяца);

- расчет комплекса технико-экономических показателей использования автотранспорта по маркам машин, гаражным номерам, видам перевозок и др.;

- анализ выполнения сменно-суточных заданий водителей, планов перевозки по бригадам, автоколоннам, АТП, по клиентуре и т.д.;

- формирование оперативных справок о работе водителей, бригад, выполнении клиентурного плана.

В отличие от крупных предприятий автомобильного транспорта, на пунктах технического осмотра нет необходимости создавать дорогостоящую АСУ, необходимо только внедрить отдельные ее элементы.

Как рассмотрено в предыдущей главе, передача информации на ПТО может осуществляться при помощи бумажных носителей и по локальной сети.

Анализ работы действующих ПТО показывает, что для обеспечения технологического процесса и вспомогательных служб наиболее подходит топология локальной сети типа «звезда» (рис 3.4).

Это обуславливается ее относительной простотой, а также низкой стоимостью монтажа и обслуживания.

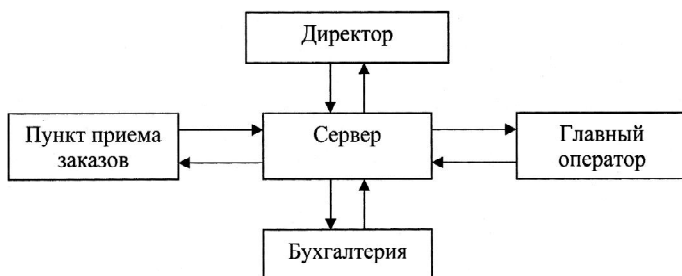


Рис. 3.4. Схема обмена информацией на ПТО.

Недостатки, присущие указанной топологии, связанные с уменьшением интенсивности потока данных, компенсируются небольшим объемом передаваемой информации.

При прохождении государственного технического осмотра схема передачи информации на ПТО будет проходить следующим образом.

На посту приема заказов сведения о транспортном средстве и его владельце поступают оператору, оформляющему заказ, а после обработки по локальной сети заносятся в общую базу данных (сервер) пункта технического осмотра.

На рис. 3.5. показана схема процесса ГТО, разработанная для четырехпостовой поточной линии ПТО ООО «Автоконтроль» г. Сыктывкара.

При прохождении транспортным средством поста органолептического осмотра (пост I), контролер отражает результаты в по-

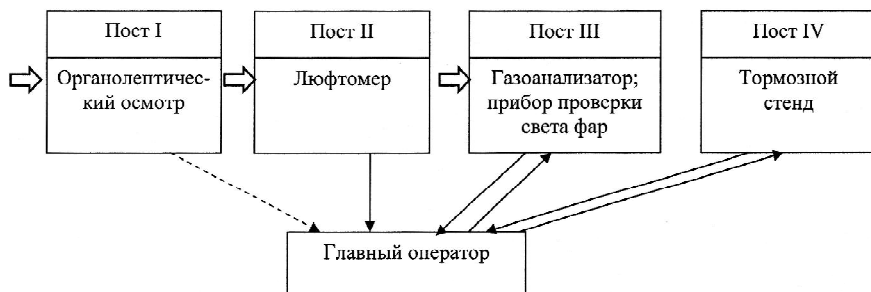


Рис. 3.5. Схема производственного процесса на ПТО ООО «Автоконтроль» г. Сыктывкара.

стовой карте, передает ее главному оператору, который заносит полученную информацию в базу данных.

При прохождении постов инструментального контроля (посты II-IV) информация с диагностического оборудования передается на ЭВМ для обработки данных, а затем по локальной сети – в общую базу данных главному оператору.

Со второго поста приходит только информация о результатах проверок при помощи люфтомера.

На постах III и IV поток информации двухсторонний. Для идентификации транспортных средств к диагностическому оборудованию поступают данные о государственном номере. Таким образом, результаты проверок «присваиваются» конкретному автомобилю и высвечиваются на дисплее ЭВМ главного оператора. По окончании проверки данные выводятся на печать.

При проектировании двух и более поточных линий ГТО необходимо предусмотреть маршрутизатор данных для обеспечения соответствия результатов проверок.

В качестве технических средств обеспечения необходимо иметь ЭВМ на базе процессора Intel Pentium IV со встроенными сетевыми картами, принтеры для распечатки технологических карт, а также сканер на пункте приема заказов для сканирования документов.

Особенностью процесса ГТО является использование технического и программного обеспечения как отечественных (ГАРО, Мета), так и иностранных (Muller Vem (Франция), МАХА (Германия)) фирм-изготовителей.

Общим для них является возможность обработки результатов измерений на диагностическом оборудовании, генерации на их основании отчетов (в виде диагностических карт) и ведение баз данных.

Основной недостаток программного обеспечения – его неуниверсальность. Введение новых операций в процесс ГТО вынуждает пользователей обращаться к разработчикам для обновления. Различные языки программирования, используемые для написания программ и создания баз данных, затрудняют создание единой региональной базы данных.

Ниже рассмотрен пример работы программы диагностирования (стенд «Bilanmatik» фирмы Muller Vem) ПТО ООО «Автоконтроль» г. Сыктывкара.

Программа состоит из подпрограммы «Техосмотр» (рис. 3.6), необходимой для обработки данных со стенда, и подпрограммы «Администратор» (рис. 3.7), предназначенной для учета транспортных средств платежных документов, результатов диагностического контроля.

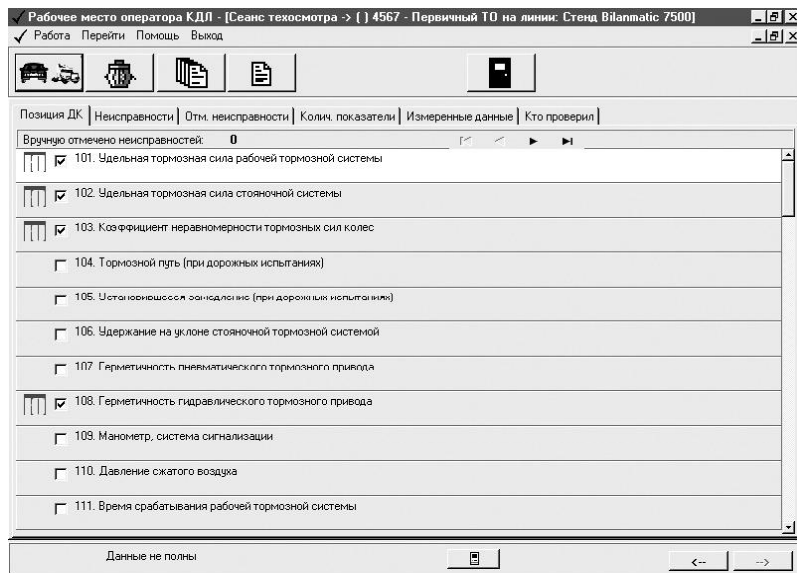


Рис. 3.6. Подпрограмма «Техосмотр». Рабочая среда главного оператора.

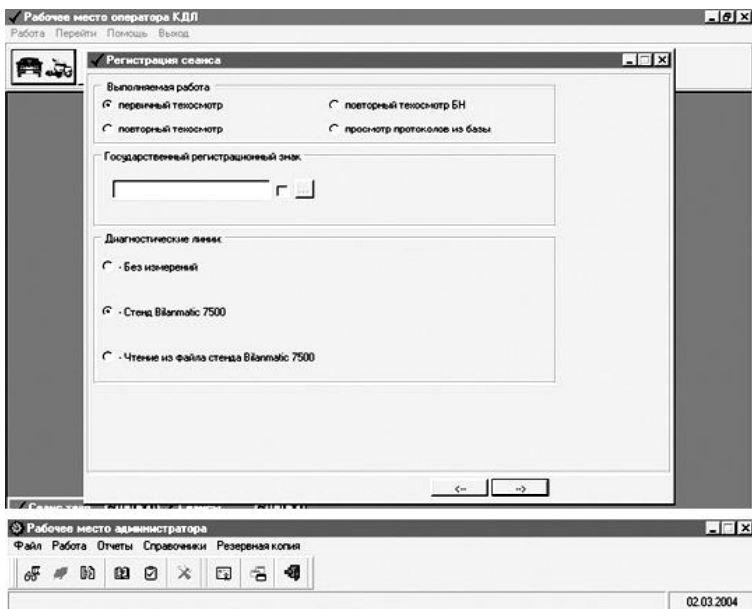


Рис. 3.7. Подпрограмма «Администратор».

На посту приема заказов оператор вводит данные о транспортном средстве и его владельце в компьютер, после чего осуществляется переход к следующему окну путем нажатия клавиши «Далее».

Задача главного оператора состоит в переводе информации с бумажного носителя (технологическая постовая карта) в электронный вид. Информация заносится согласно стандартной диагностической карте.

В случае несоответствия параметров технического состояния нормативным значениям главный оператор ставит метку в поле, напротив проверяемого параметра. В противном случае, поле остается чистым. Описание неисправностей может быть введено вручную или использована вкладка «Неисправности».

Для просмотра данных с диагностических средств, подключенных к локальной сети стенда, главный оператор использует вкладку «Измеренные данные», где отражены количественные значения показателей.

Главный оператор во вкладке «Кто проверил» имеет возможность вносить и изменять фамилии контролеров технического состояния.

По окончании процесса государственного технического осмотра вся количественная и качественная информация о техническом состоянии транспортного средства поступает инспектору ГИБДД в виде диагностической карты, на обороте которой отмечены количественные значения диагностических параметров (рис. 3.8, 3.9).

По завершении осмотра инспектор ГИБДД принимает окончательное заключение о допуске транспортного средства к эксплуатации и в случае положительного решения выдает владельцу талон о прохождении ГТО.

Независимо от результатов осмотра, владелец получает диагностическую карту. При несоответствии проверяемых параметров нормативным значениям, на оборотной стороне карты отображаются результаты проверки.

По окончании осмотра полученные результаты органолептического и инструментального осмотров сохраняются в отдельном файле, имя которого соответствует государственному номеру ТС (рис. 3.10).

П.А. Малащук разработана программа для перевода результатов прохождения ГТО в электронные таблицы MS EXCEL и обработки их средствами Visual Basic for Application (приложение 6). Программа позволяет проводить сортировку по: времени поступления на осмотр; марке автотранспортного средства; году выпуска; категории автотранспортного средства; а также по соответствию проверяемого параметра нормативным значениям (У – соответствует, Н – не соответствует, О – проверка не проводилась) (рис. 3.11).

Глава 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ПУНКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА

4.1. Показатели оценки организации работы пунктов технического осмотра

Для оценки организации работы ПТО непригодна система показателей, установленная для автотранспортных предприятий, которая базируется на удельных показателях, рассчитываемых на единицу подвижного состава АТП, а не на обслуженных технической службой транспортных средств [55].

Эффективность работы предприятий, занимающихся проведением ГТО, можно оценить с помощью показателей, применяемых для оценки проектных решений станций технического обслуживания легковых автомобилей, таких как:

- число транспортных средств, проверенных за установленный период времени в расчете на один автомобиль;
- полезная площадь здания в расчете на один рабочий пост.

В то же время и эти показатели не в полной мере оценивают эффективность работы предприятий, проводящих ГТО, так как разработаны для СТО и применимы для однотипных рабочих постов с одним и тем же составом выполняемых работ, и не учитывают их специализации.

Производительность ПТО легковых и грузовых автомобилей может отличаться в пять-шесть раз при различных формах организации технологического процесса (на поточных линиях или отдельных постах), а трудоемкости проверки при этом различаются соответственно на 70-80% [53].

Размер платы за проведение ГТО назначается и фиксируется в пределах субъекта РФ и не зависит от способа организации технологического процесса, состава производственно-технической базы, применяемого оборудования и т.п.

В размер платы включена цена талона о прохождении ГТО с учетом расходов на транспортировку, хранение, оформление и выдачу, а также стоимости работ по проверке технического состояния транспортных средств с учетом их трудоемкости и стоимости человеко-часа.

Размер платы за проведение ГТО дифференцирован по следующим видам транспортных средств:

- легковые автомобили;
- грузовые автомобили;
- автобусы;
- мототранспортные средства;
- прицепы (полуприцепы);
- транспортные средства для перевозки опасных грузов;
- транспортные средства для перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов;
- специальные и специализированные транспортные средства.

В соответствии с нормативными актами предприятие, занимающееся проведением ГТО, не может самостоятельно изменять стоимость оказываемых им услуг, следовательно, повысить получаемую прибыль можно либо увеличивая количество обслуживаемых транспортных средств, либо уменьшая затраты предприятия.

В работе [53] предложены следующие показатели эффективности работы предприятий, занимающихся проведением ГТО:

- удельная величина доходов ПТО (СГТО) за год от выполнения работ по проверке транспортных средств каждого вида в расчете на один рабочий пост;
- удельная величина основных фондов ПТО (СГТО) в расчете на один рабочий пост;
- удельная величина основных фондов ПТО (СГТО) в расчете на рубль доходов от выполнения работ по проверке транспортных средств за год.

В данной работе предлагается оценка эффективности работы по расходам (затратам) предприятий, занимающихся проведением ГТО. Для этого используем показатель *удельных затрат на проверку одного ТС*:

$$\beta = \frac{S + S_{\text{кап}} \cdot E}{A},$$

где β – удельные затраты на проверку одного ТС, руб./ед.; S – расходы, понесенные предприятием за установленный период времени, руб.; $S_{\text{кап}}$ – капитальные вложения в организацию ПТО, руб.; E – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; A – количество проверенных ТС за установленный период, ед.

Данный показатель принимает наименьшие значения при минимальном количестве используемого технологического и диагностического оборудования и простых методах организации производственного процесса. При этом число проверяемых ТС будет наименьшим.

Также для оценки *покрытия ПТО спроса* на выполняемые работы используем такой показатель, как *удельный потерянный доход*:

$$\gamma = \frac{Z}{A},$$

где γ – удельный потерянный доход, руб./ед.; Z – потерянный доход ПТО, руб.; A – количество проверенных ТС за установленный период, ед.

При оптимальной схеме производственного процесса ПТО значения показателя γ будут минимальны, а в идеальном случае равны нулю.

Вышеприведенные показатели характеризуют эффективность выбора схемы технологического процесса на ПТО.

Для оценки эффективности применяемой схемы производственного процесса в дальнейшем будем использовать *обобщенный показатель*:

$$\alpha = \beta + \gamma,$$

где α – обобщенный показатель, руб./ед.; β – удельные затраты на проверку одного ТС, руб./ед.; γ – удельный потерянный доход, руб./ед.

Среди ограничений, накладываемых на выбор критериев оценки эффективности работы ПТО, необходимо учитывать уровень рентабельности предприятия, который не должен быть более 20% [62, 63].

Рентабельность определяется:

$$R = \frac{G - S}{S} \cdot 100,$$

где R – рентабельность, %; G – доход, полученный ПТО при проведении проверок ТС, за установленный период времени, руб.; S – расходы, понесенные предприятием за установленный период времени, руб.

Задачу оптимизации производственного процесса ПТО в общем виде представим в следующем виде:

$$\begin{cases} \alpha \rightarrow \min; \\ 0 < R \leq R_n, \end{cases}$$

где α – обобщенный показатель, руб./ед.; R – рентабельность ПТО, %; R_n – предельно допустимая рентабельность ПТО (20%).

Для расчета приведенных показателей используем методику оценки организации работы ПТО, разработке которой посвящен следующий параграф.

4.2. Методика оценки организации работы ПТО

Разрабатываемая методика представляет собой систему уравнений, связывающую различные решения по организации работ ГТО с показателями эффективности организации работы ПТО.

Методика состоит из двух этапов – моделирование производственного и экономического процессов.

На первом этапе происходит имитационное моделирование работы ПТО при возможных схемах производственного процесса и различной интенсивности поступления транспортных средств на осмотр. Основной задачей ПТО является обслуживание наибольшего количества поступающих ТС при минимальном времени нахождения в системе, что достигается выбором оптимальной схемы организации производственного процесса.

Подробное описание математической модели работы ПТО приведено в разделе 2.4.

Суммарное время, затраченное пунктом технического осмотра, при организации ГТО поточным методом определяется как

$$T_{\text{ПТО}} = T_{\text{об}} + T_{\text{п}},$$

где $T_{\text{об}}$ – суммарное время обслуживания одного автомобиля; $T_{\text{п}}$ – суммарное время простоя оборудования.

Учитывая то, что время обслуживания на каждом i -м посту – есть функция длительности выполнения операций только на данном посту $f_i(t_i)$, а время простоя оборудования зависит от изменения интенсивности входящего потока автомобилей $\varphi_i(\lambda_i)$, тогда время пребывания на ПТО определяется как:

$$T_{\text{ПТО}} = \varphi_1[\lambda_1; f_1(t_1)] + \varphi_2[\lambda_2; f_2(t_2)] + \dots + \varphi_n[\lambda_n; f_n(t_n)] = \sum_{i=1}^n \varphi_i[\lambda_i; f_i(t_i)],$$

где i – номер поста на поточной линии, n – количество постов на линии.

Таким образом, пропускная способность ПТО зависит от интенсивности поступления заявок на осмотр и количества постов на линии. Чем больше постов содержит линия, тем меньше времени автомобиль находится на каждом посту.

Ограничениями в данном случае служат количество ТС, поступивших на осмотр, а также время нахождения на отдельном посту, зависящее от трудоемкости проверки.

Поток заявок на осмотр определяется количеством ТС, зарегистрированных в городе (районе). Для Республики Коми данное число имеет большую вариацию, что необходимо учитывать в процессе моделирования. Так, в крупных городах РК (Сыктывкар, Ухта, Воркута) на конец 2004 г. было зарегистрировано соответ-

венно 55 484, 30 369 и 18 040 единиц ТС, в то время как в районах (Усть-Цилемский, Койгородский, Корткеросский) эти числа составили соответственно 1505, 1826 и 3351 единиц.

Трудоёмкость работ по проверке технического состояния ТС при ГТО заметно отличается в зависимости от типа проверяемого ТС (табл. 4.1). В зависимости от «возраста» автомобилей и конструктивного устройства проверяемого ТС приведенные базовые нормативы подлежат корректированию.

При организации процесса ГТО поточным методом трудоёмкость работ, выполняемых на отдельном посту, уменьшается, соответственно увеличивается пропускная способность поста (см. табл. 4.2).

Задачей технологической части моделирования работы ПТО является определение количества ТС, прошедших ГТО из общего количества поступивших на осмотр, при различных схемах орга-

Таблица 4.1

Базовые нормативы трудоёмкости транспортных средств

Виды транспортных средств	Трудоёмкость проверки транспортных средств, чел.·мин		
	с двигателями, работающими на бензине	с дизельными двигателями	газобаллонных
Легковые автомобили	41.4	45.4	45.4
Автобусы максимальной разрешенной массы до 5 т	54.1	58.1	58.5
Автобусы максимальной разрешенной массы более 5 т	65.0	69.0	70.0
Грузовые автомобили максимальной разрешенной массы до 3.5 т	47.1	51.1	51.1
Грузовые автомобили максимальной разрешенной массы от 3.5 до 12 т	63.4	67.4	68.4
Грузовые автомобили максимальной разрешенной массы более 12 т	67.8	71.8	72.8
Полуприцепы		43.9	
Прицепы максимальной разрешенной массы до 0.75 т		15.6	
Прицепы максимальной разрешенной массы от 0.75 до 3.5 т		28.0	
Прицепы максимальной разрешенной массы более 3.5 т		35.0	
Мототроллеры и мотоциклы		19.3	
Мотоциклы с коляской		21.3	

Таблица 4.2

Схемы организации производственного процесса на ПТО

Схема организации	Распределение проверок по постам		
	Пост	Проверяемые элементы	Средняя трудоемкость проверки, чел.·мин.
Однопостовая	I	Колеса и шины, внешние световые приборы, тормозная система, рулевое управление, двигатель и его системы, стеклоочистители и стеклоомыватели ветрового стекла, прочие элементы конструкции	41.4
Двухпостовая	I	Колеса и шины, световые приборы, стеклоочистители и стеклоомыватели ветрового стекла, двигатель и его системы, прочие элементы конструкции	19.2
	II	Тормозная система, рулевое управление, внешние световые приборы	22.2
Трехпостовая	I	Двигатель и его системы, прочие элементы конструкции	14.8
	II	Рулевое управление, внешние световые приборы, стеклоочистители и стеклоомыватели ветрового стекла	13.6
Четырехпостовая	III	Тормозная система, колеса и шины	13
	I	Стеклоомыватели ветрового стекла, прочие элементы конструкции	9.8
	II	Двигатель и его системы, колеса и шины	9.4
	III	Рулевое управление, внешние световые приборы	13
	IV	Тормозная система	9.2

низации проверки и возможных вариантах интенсивности поступления ТС.

Моделирование проведено для ПТО легковых автомобилей, так как они составляют большую часть транспортных средств, поступающих на действующие ПТО (рис. 4.1).

В качестве периода моделирования был выбран один год. При неравномерном поступлении автомобилей на осмотр в модели предусмотрена зона ожидания на шесть постов. Моделирование проводилось при различных схемах организации производственного процесса, при этом предполагалось, что суммарная трудоемкость работ на постах была приблизительно одинакова (табл. 4.2). Алгоритм решения и программное обеспечение модели рассмотрены в разделе 4.3.

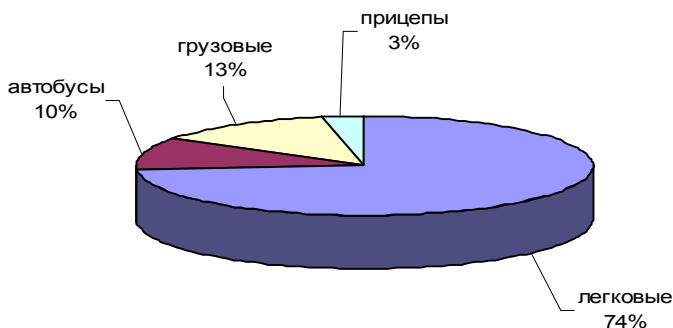


Рис. 4.1. Доли автотранспортных средств, поступивших на ПТО ООО «Автоконтроль» г. Сыктывкара в 2007 г.

На втором этапе проводится моделирование экономической эффективности работы ПТО, для чего рассчитываются значения показателей удельных затрат на проверку одного ТС, потерянному дохода и обобщенного показателя при различных схемах организации производственного процесса.

Капитальные затраты ПТО определяются следующим образом:

$$S_{\text{кап}} = n \cdot f \cdot C_f + C_{\text{об}},$$

где $S_{\text{кап}}$ – капитальные затраты, руб.; n – число постов обслуживания, шт.; f – площадь, приходящаяся на рабочий пост, м²; C_f – стоимость 1 м² помещения ПТО, руб.; $C_{\text{об}}$ – стоимость оборудования, руб.

Расходы предприятия складываются из следующих составляющих:

$$S = C_{\text{з.п.}} + C_{\text{об}} + C_{\text{накл.р.}} + C_{\text{налог}},$$

где S – расходы предприятия, руб.; $C_{\text{з.п.}}$ – расходы, связанные с выплатой заработной платы контролерам, административному и вспомогательному персоналу, руб.; $C_{\text{об}}$ – затраты на эксплуатацию, обслуживание и ремонт оборудования, руб.; $C_{\text{накл.р.}}$ – накладные расходы, связанные с обеспечением процессов производства и не связанные непосредственно с производственным процессом, руб.; $C_{\text{налог}}$ – налоговые выплаты предприятия, руб.

Общие годовые затраты, связанные с выплатой заработной платы, определяются следующим образом:

$$C_{\text{з.п.}} = C_{\text{конт}} + C_{\text{всп}} + C_{\text{адм}},$$

где $C_{\text{конт}}$ – расходы, связанные с выплатой заработной платы контролерам, руб.; $C_{\text{всп}}$ – расходы, связанные с выплатой заработной платы вспомогательному персоналу, руб.; $C_{\text{адм}}$ – расходы, связанные с выплатой заработной платы административному персоналу, руб.

Согласно сложившейся практике, заработную плату контролерам, административному и вспомогательному персоналу назначает руководитель ПТО.

Действительный размер заработной платы является коммерческой тайной, поэтому для данной модели условно принята месячная заработная плата контролера – 8 тыс. руб.; административного персонала – 12 тыс. руб.; обслуживающего персонала – 4 тыс. руб.

$$C_{\text{кон}} = N_{\text{к}} \cdot Z_{\text{к}} \cdot 12,$$

где $N_{\text{к}}$ – количество контролеров на ПТО, чел.; $Z_{\text{к}}$ – заработная плата контролера, руб.

Число контролеров определяем по формуле:

$$N_{\text{к}} = \frac{T_{\text{г}}}{60 \cdot \Phi_{\text{с}}},$$

где $T_{\text{г}}$ – годовой объем работ, выполняемый ПТО за установленный период времени, чел.·мин.; $\Phi_{\text{с}}$ – фактический суммарный годовой фонд рабочего времени ПТО, ч.

Расчетный годовой фонд рабочего времени ($\Phi_{\text{р}}$) ПТО при односменной работе, 8-часовой рабочей смене 5-дневной рабочей недели составляет:

$$\Phi_{\text{р}} = 8 \cdot 249 = 1992 \text{ час.}$$

С учетом нестабильности подачи транспортных средств на ГТО по часам рабочей смены, дням недели и месяцам фактический суммарный годовой фонд рабочего времени ПТО, даже при полной его загрузке, оказывается меньше потенциально возможного расчетного, как минимум, на 15% [53].

$$\Phi_{\text{с}} = 0.85 \cdot \Phi_{\text{р}}.$$

Годовой объем работ ПТО определяем следующим образом:

$$T_{\text{г}} = \sum_{i=1}^n (A_i \cdot t_i \cdot k + A_{\text{ин}} \cdot t_{\text{ин}}),$$

где n – количество технологически совместимых групп ТС; A_i – количество проверенных за установленный период ТС i -й технологически совместимой группы, ед.; t_i – трудоемкость проведения проверки для i -й технологически совместимой группы ТС, чел.·мин.; k – коэффициент повторяемости ($k = 2$ для автобусов; $k = 1$ для остальных ТС); $A_{\text{ин}}$ – количество повторно проверенных ТС за установленный период, ед.; $t_{\text{ин}}$ – средняя трудоемкость проведения повторных проверок для i -й технологически совместимой группы ТС, чел.·мин.

Средняя трудоемкость проверки технического состояния для i -й технологически совместимой группы определяется:

$$t_i = L_1 \cdot t_1 + L_2 \cdot t_2 + L_3 \cdot t_3,$$

где L_1, L_2, L_3 – доля ТС, изготовленных более десяти лет назад, от пяти до десяти лет назад и ранее пяти лет соответственно; t_1, t_2, t_3 – средние нормативные трудоемкости проверки ТС, изготовленных более десяти лет назад, от пяти до десяти лет назад и ранее пяти лет соответственно, при этом нормативы трудоемкостей проверок ТС, изготовленных от пяти до десяти лет назад и ранее пяти лет, составляют соответственно [82]:

$$t_2 = 0.8 \cdot t_1 \text{ и } t_3 = 0.6 \cdot t_1.$$

Под технологической совместимостью понимаем конструктивную общность транспортных средств, обеспечивающую возможность проведения проверки их технического состояния в одних и тех же производственно-технологических условиях (одними и теми же исполнителями, на одних и тех же рабочих постах с использованием того же оборудования).

Расходы, связанные с заработной платой вспомогательного и административного персонала, определяем следующим образом:

$$\begin{aligned} C_{\text{всп}} &= N_{\text{всп}} \cdot Z_{\text{всп}} \cdot 12; \\ C_{\text{админ}} &= N_{\text{адм}} \cdot Z_{\text{адм}} \cdot 12, \end{aligned}$$

где $N_{\text{всп}}, N_{\text{адм}}$ – соответственно количество вспомогательного и административного персонала, как функция технологического решения; $Z_{\text{всп}}, Z_{\text{адм}}$ – соответственно заработная плата вспомогательного и административного персонала.

Количество вспомогательного $N_{\text{всп}}$ и административного $N_{\text{адм}}$ персонала рассчитываем по формулам:

$$\begin{aligned} N_{\text{всп}}(T) &= 0.2 \cdot N_{\text{к}}, \\ N_{\text{адм}}(T) &= 0.4 \cdot N_{\text{к}}. \end{aligned}$$

Затраты на обслуживание и ремонт оборудования во время эксплуатации определяются:

$$C_{\text{об}} = C_{\text{обсл}} + C_{\text{метр}},$$

где $C_{\text{обсл}}$ – стоимость обслуживания и ремонта оборудования, руб.; $C_{\text{метр}}$ – затраты на ежегодную метрологическую поверку оборудования, руб.

Затраты, связанные с обслуживанием оборудования во время работы, принимаем равными 2.5% от его стоимости.

Накладные расходы будут складываться из расходов на коммунальные услуги (табл. 4.3) по формуле:

$$C_{\text{накл.р.}} = \kappa_{\text{накл.р.}} [W \cdot C_{\text{эл}} + 12 \cdot N_{\text{общ}} \cdot (V_{\text{вод}} \cdot C_{\text{вод}} + V_{\text{в.отв.}} \cdot C_{\text{в.отв.}}) + F_{\text{теп}} \cdot q_{\text{теп}} \cdot C_{\text{теп}}],$$

где $\kappa_{\text{накл.р.}}$ – коэффициент, учитывающий прочие расходы (затраты на малоценные и быстроизнашивающиеся предметы, канцелярские расходы и т.д.); W – годовое потребление электроэнергии, кВт; $C_{\text{эл}}$ – стоимость одной единицы расходуемой электроэнергии, руб.; $C_{\text{вод}}$ – стоимость одной единицы потребленной воды, руб.; $C_{\text{в.отв.}}$ – стоимость одной единицы отведенной воды, руб.; $C_{\text{теп}}$ – стоимость одной единицы расходуемой тепловой энергии, руб.; $N_{\text{общ}}$ – общее число работающих на предприятии, чел.; $V_{\text{вод}}$ – месячный объем потребленной воды, м³; $V_{\text{в.отв.}}$ – месячный объем канализационных стоков, м³; $F_{\text{теп}}$ – площадь отапливаемых помещений, м²; $q_{\text{теп}}$ – среднемесячное потребление тепла на единицу площади, Гкал/м².

Расход электроэнергии в год можно определить по формуле:

$$W = D_{\text{р.г.}} \cdot [T_{\text{см}} \cdot (\sum_{i=1}^k P_i + \sum_{j=1}^l P_j + \sum_{r=1}^s P_r) + T_p \sum_{r=1}^s P_r],$$

где P_i – мощность, потребляемая i -м оборудованием в режиме ожидания, кВт·ч; P_j – мощность, потребляемая j -м общим оборудованием (лампы, оргтехника и т.п.) в режиме работы, кВт·ч; P_r – мощность, потребляемая r -м оборудованием в режиме работы, кВт·ч; κ – количество оборудования, потребляющего электроэнергию в режиме ожидания; l – количество общего оборудования, потребляющего электроэнергию в режиме работы; s – количество оборудования, потребляющего электроэнергию в режиме работы; $D_{\text{р.г.}}$ – число дней работы в году; $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, ч; T_p – продолжительность работы оборудования во время проведения проверок в течение смены, ч.

В настоящее время предприятия, занимающиеся проведением ГТО, уплачивают налоги по упрощенной системе налогообложения в виде единого налога на вмененный доход.

Таблица 4.3

Тарифы и нормы расхода коммунальных услуг

Коммунальные услуги	Единицы измерения	Стоимость за единицу, руб.
Электроснабжение	кВт	1.4
Теплоснабжение	Гкал./м ²	874.67
Водоснабжение	м ³ /чел.	20.99
Водоотведение	м ³ /чел.	20.87

Согласно ст. 346.27 Налогового кодекса РФ, налоговой базой для исчисления суммы единого налога признается величина вмененного дохода, рассчитываемая как произведение базовой доходности по определенному виду предпринимательской деятельности, исчисленной за налоговый период, и величины физического показателя, характеризующего данный вид деятельности.

При оказании услуг по ремонту, техническому обслуживанию и мойке автотранспортных средств базовая доходность принимается 12 тыс. руб. в месяц, физическим показателем является количество работников, включая индивидуального предпринимателя.

Величина базовой доходности корректируется двумя коэффициентами, учитывающими изменение потребительских цен на услуги в предшествующем периоде ($K_1 = 1.081$), а также особенности работы предприятия (сезонность, режим работы и т.п.) ($K_2 = 0.9$).

Доход ПТО определяется по формуле:

$$G = \sum_{i=1}^n A_i \cdot C_i,$$

где A_i – количество i -х ТС, прошедших проверку технического состояния на ПТО, ед.; C – установленная стоимость проведения работ для i -й группы ТС, руб.; n – количество технологически совместимых групп ТС.

В качестве примера в табл. 4.4. показана стоимость прохождения ГТО различными типами ТС в г.Сыктывкаре по данным на 1 января 2008 г.

Потерянный доход ПТО определяется:

$$Z = \sum_{i=1}^n C_i \cdot (A_{\text{общ}} - A_i),$$

где $A_{\text{общ}}$ – общее количество ТС, поступивших на ПТО, ед.

Поступление заявок на проведение ГТО, следовательно, и число проверенных АТС, имеет не только сезонный характер, но и неравномерность в течение суток. Одним из способов определения эффективности работы ПТО является моделирование его работы, с учетом особенностей предприятий такого типа.

В результате моделирования получены численные значения величин, которые характеризуют организацию работы ПТО в зависимости от схемы производственного процесса и режима работы предприятия. Характеристики работы ПТО при 5-дневной рабочей неделе показаны в табл. 4.5. Результаты моделирования для 6- и 7-дневной работы предприятия представлены в приложении 6.

Таблица 4.4

Стоимость прохождения ГТО на ООО «Автоконтроль»

Наименование типа транспортного средства	Предельный тариф, руб.
Легковые автомобили	694
Грузовые автомобили, специальные и специализированные средства, смонтированные на их базе, полной массой:	
– до 3.5 т	791
– от 3.5 до 12 т	1116
– свыше 12 т	1187
Автобусы:	
– малого класса до 6 м	756
– среднего класса до 10 м	904
– большого класса до 13 м	1141
– особо большого класса	1418
Специальные и специализированные транспортные средства для перевозки:	
– крупногабаритных, тяжеловесных грузов	2195
– опасных грузов:	
– до 3.5 т	1261
– от 3.5 до 12 т	1791
– свыше 12 т	1906
Полуприцепы грузовые, специальные и специализированные средства, смонтированные на их базе	737
Прицепы грузовые, специальные и специализированные средства, смонтированные на их базе	484
Мототранспортные средства	343
Прицепы к легковым автомобилям	222

Таблица 4.5

Характеристики работы ПТО при 5-дневной рабочей неделе

Поступило на ПТО, ед./год	Обслужено на ПТО, ед./год	Среднее количество автомобилей в очереди, ед.	Среднее время ожидания осмотра, ч	Среднее время пребывания на ПТО, ч
Однопостовая схема				
1000	999	0.17	0.11	0.78
2000	1935	0.94	0.63	1.30
3000	2560	2.18	1.46	2.13
4000	2826	3.16	2.12	2.79

Продолжение табл. 4.5

Поступило на ПТО, ед./год	Обслужено на ПТО, ед./год	Среднее количество автомобилей в очереди, ед.	Среднее время ожидания осмотра, ч	Среднее время пребывания на ПТО, ч
5000	2918	3.74	2.51	3.18
6000	2951	4.08	2.73	3.40
7000	2963	4.28	2.87	3.54
8000	2968	4.42	2.96	3.63
9000	2971	4.51	3.02	3.69
10000	2972	4.58	3.07	3.74
11000	2972	4.63	3.10	3.77
12000	2973	4.67	3.13	3.80
13000	2973	4.70	3.15	3.82
14000	2973	4.73	3.17	3.84
15000	2973	4.75	3.18	3.85
16000	2973	4.77	3.20	3.87
17000	2973	4.79	3.21	3.88
18000	2973	4.80	3.22	3.89
19000	2973	4.81	3.23	3.90
20000	2973	4.83	3.23	3.90
Двухпостовая схема				
1000	1000	0.03	0.01	0.67
2000	1998	0.16	0.05	0.71
3000	2977	0.44	0.15	0.81
4000	3879	0.91	0.30	0.96
5000	4621	1.50	0.50	1.16
6000	5158	2.12	0.70	1.36
7000	5507	2.67	0.88	1.54
8000	5719	3.11	1.03	1.69
9000	5844	3.45	1.14	1.80
10000	5917	3.71	1.22	1.88
11000	5961	3.90	1.29	1.95
12000	5987	4.05	1.34	2.00
13000	6004	4.17	1.38	2.04
14000	6014	4.27	1.41	2.07
15000	6021	4.34	1.43	2.09
16000	6026	4.40	1.45	2.11
17000	6029	4.46	1.47	2.13
18000	6031	4.50	1.48	2.14
19000	6032	4.54	1.50	2.16
20000	6033	4.57	1.51	2.17
Трехпостовая схема				
1000	1000	0.02	0.00	0.75
2000	2000	0.08	0.02	0.77
3000	2995	0.22	0.06	0.81
4000	3968	0.45	0.11	0.86
5000	4882	0.79	0.20	0.95
6000	5687	1.22	0.31	1.06

Окончание табл. 4.5

Поступило на ПТО, ед./год	Обслужено на ПТО, ед./год	Среднее количество автомобилей в очереди, ед.	Среднее время ожидания осмотра, ч	Среднее время пребывания на ПТО, ч
7000	6344	1.69	0.42	1.17
8000	6843	2.16	0.54	1.29
9000	7201	2.58	0.64	1.39
10000	7448	2.94	0.73	1.48
12000	7725	3.48	0.87	1.62
13000	7799	3.67	0.92	1.67
14000	7849	3.83	0.96	1.71
15000	7883	3.96	0.99	1.74
16000	7907	4.07	1.02	1.77
17000	7923	4.16	1.04	1.79
18000	7934	4.23	1.06	1.81
19000	7943	4.30	1.07	1.82
20000	7949	4.35	1.09	1.84
Четырехпостовая схема				
1000	1000	0.01	0.00	0.68
2000	2000	0.04	0.01	0.69
3000	2999	0.09	0.01	0.69
4000	3996	0.17	0.03	0.71
5000	4983	0.30	0.05	0.73
6000	5947	0.48	0.08	0.76
7000	6868	0.70	0.12	0.80
8000	7724	0.97	0.17	0.85
9000	8491	1.28	0.22	0.90
10000	9155	1.60	0.27	0.95
11000	9710	1.92	0.33	1.01
12000	10161	2.23	0.38	1.06
13000	10518	2.51	0.43	1.11
14000	10796	2.77	0.47	1.15
15000	11009	3.00	0.51	1.19
16000	11172	3.20	0.54	1.22
17000	11296	3.38	0.57	1.25
18000	11390	3.53	0.60	1.28
19000	11462	3.66	0.62	1.30
20000	11517	3.77	0.64	1.32

4.3. Алгоритм и программное обеспечение оптимизации производственного процесса ПТО

Для моделирования влияния внешних факторов на выходные характеристики ПТО разработан соответствующий алгоритм моделирования, обобщенная схема которого представлена в разделе 2.3. Алгоритм работы составлен с учетом возможности его реализации на ЭВМ в диалоговом режиме.

П.А. Малащук разработано программное обеспечение модели (приложение 7) на языке Fortran в среде Microsoft Developer Studio.

Для имитации работы ПТО при различных вариантах организации производственного процесса использовались четыре алгоритма, соответствующих работе одно-, двух-, трех- или четырехпостовой схем проведения ГТО.

В качестве примера рассмотрен алгоритм работы двухпостовой схемы ПТО (рис. 4.2). Моделирование трех- и четырехпостовой схем проводится аналогично. При этом работа третьего и четвертого постов подобна работе второго поста двухпостовой схемы.

В блоке ввода исходных данных задаются переменные и их массивы, присваиваются значения переменным.

Формирование потока заявок может проводиться как на основании теоретических зависимостей, как показано в разделе 2.3, так и с учетом закономерностей, полученных при исследовании работы ПТО.

В монографии использованы данные о функционировании ПТО ООО «Автоконтроль» г. Сыктывкара (приложение 8). При формировании потока заявок был также учтен вторичный поток, формируемый из автомобилей, не прошедших ГТО из-за выявленных неисправностей (рис. 4.3).

На следующем этапе моделируется поступление автомобиля на первый пост. Первый автомобиль, поступивший в ПТО, направляется сразу на осмотр, а для последующих время поступления определяется продолжительностью обслуживания на данном посту и наличием свободных мест в зоне ожидания. Продолжительность обслуживания определяется трудоемкостью работ на данном посту (табл. 4.2) и временем, затрачиваемым для установки автомобиля на пост.

В случае занятости поста автомобиль поступает в зону ожидания. Он считается не обслуженным, если все места ожидания заняты. В программе предусмотрен отдельный счетчик для подсчета не обслуженных автомобилей.

После окончания обслуживания на посту I проводится анализ состояния поста II. Если пост свободен автомобиль поступает на осмотр, а если занят – ожидает на предыдущем посту.

Время поступления на пост II обуславливается продолжительностью обслуживания на предыдущем посту и временем на маневрирование. Время окончания обслуживания автомобиля на ПТО рассчитывается продолжительностью работ (т.е. трудоемкостью) на посту II.

По окончании цикла проводится подсчет числа всего поступивших автомобилей, из них обслуженных и не обслуженных. За цикл принята работа ПТО в одну смену 8 час.

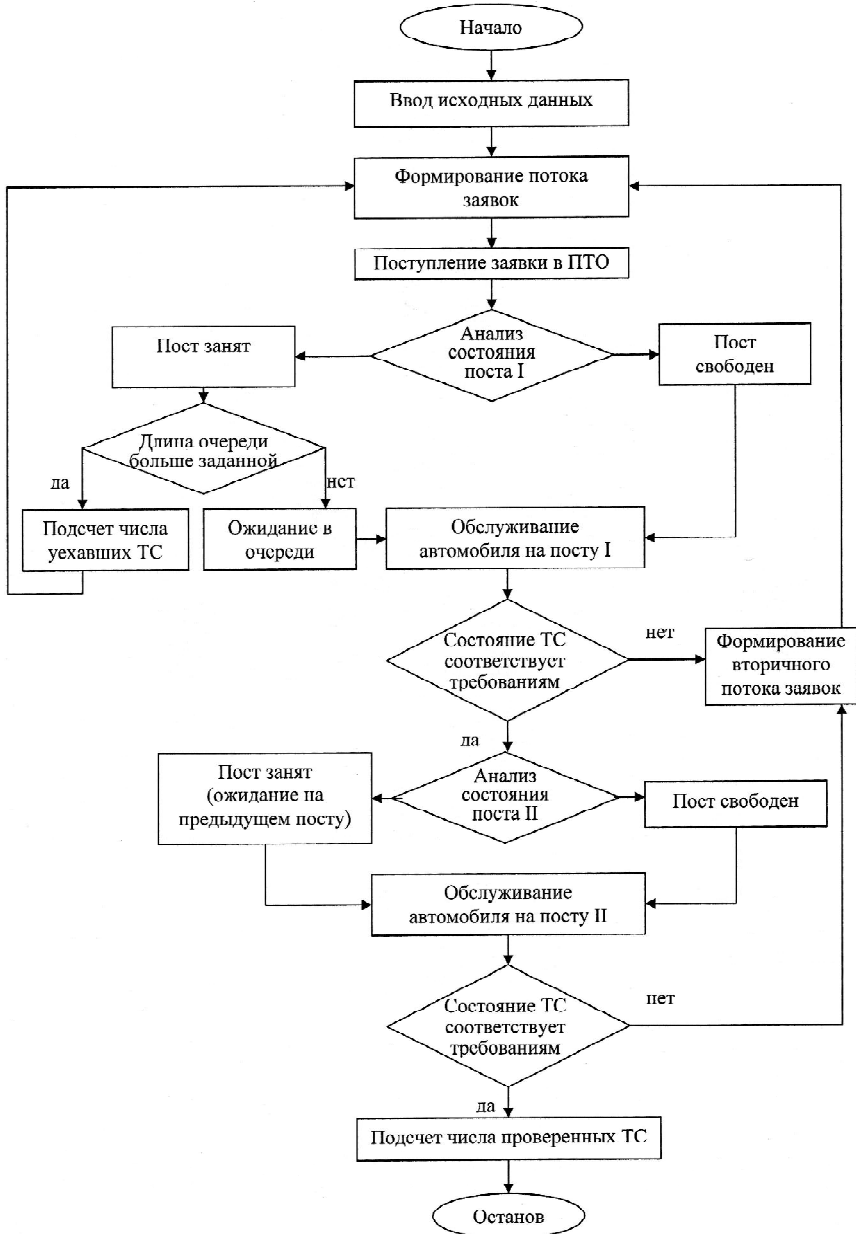


Рис. 4.2. Укрупненный алгоритм моделирования работы двухпостового ПТО.

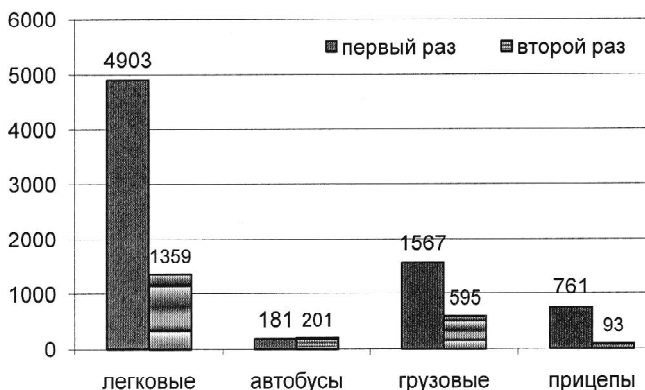


Рис. 4.3. Результаты прохождения ГТО на ПТО ООО «Автоконтроль» г. Сыктывкара в 2007 г. По вертикали – количество ТС.

Поток заявок на ПТО зависит от интенсивности поступлений (1000 – 20 тыс. автомобилей в год с шагом 1000) и режимом работы предприятия (5-, 6- или 7-дневная рабочая неделя). При этом соответственно менялась суточная производственная программа.

Далее проводилось моделирование экономической составляющей работы ПТО и расчет удельных показателей согласно модели, приведенной в разделе 4.2. Процесс моделирования осуществлялся при использовании программы Microsoft Excel в среде Microsoft Office [19].

В процессе моделирования использовались постоянные, условно-постоянные и переменные величины.

К постоянным относятся величины, используемые в расчетах и не изменяющие свои значения в процессе моделирования (табл. 4.6).

К условно-постоянным значениям относятся величины, используемые при расчетах, и изменяющие свои значения при различных схемах организации производственного процесса ПТО. К таким величинам относят трудоемкость проверки на одном посту и площадь отапливаемых помещений, зависящие от числа постов на поточной линии.

Среди значений, получаемых на этапе моделирования производственного процесса, используются: общее число ТС, поступивших на ПТО; число ТС, прошедших ГТО; число постов на линии, представляющее схему организации производства. Эти данные считаются переменными.

При моделировании первоначально вносятся значения постоянных и условно-постоянных величин, затем переменных.

Таблица 4.6

Значения постоянных величин, используемых при моделировании

Название величины	Обозначение	Значение
Коэффициент эффективности капвложений	E	0,15
Стоимость 1 м ² поста, руб.	C _{ПТО}	10000
Площадь одного рабочего поста, м ²	f	45
Стоимость оборудования, руб.	C _{об}	1000000
Число рабочих дней в году, дн.	D _{р.г.}	249
Продолжительность смены, ч	T _{см}	8
Стоимость проверки ТС на ПТО, руб.	C	575.50
Стоимость метрологической проверки, руб.	C _{МЕТР}	45000
Доходная ставка налога, руб.	B	12000
1-й коэффициент корректировки	K ₁	1.081
2-й коэффициент корректировки	K ₂	0.9
Зароботная плата контролера, руб.	C _{конт}	8000
Зароботная плата административного персонала, руб.	C _{адм}	12000
Зароботная плата вспомогательного персонала, руб.	C _{всп}	4000
Трудоемкость повторной проверки, чел.·мин.	t _п	8

Формулы для расчета показателей, оценивающих работу ПТО, водятся в соответствующие ячейки листа MS Excel (рис. 4.4). В дальнейшем, изменяя значения переменных параметров, определяются

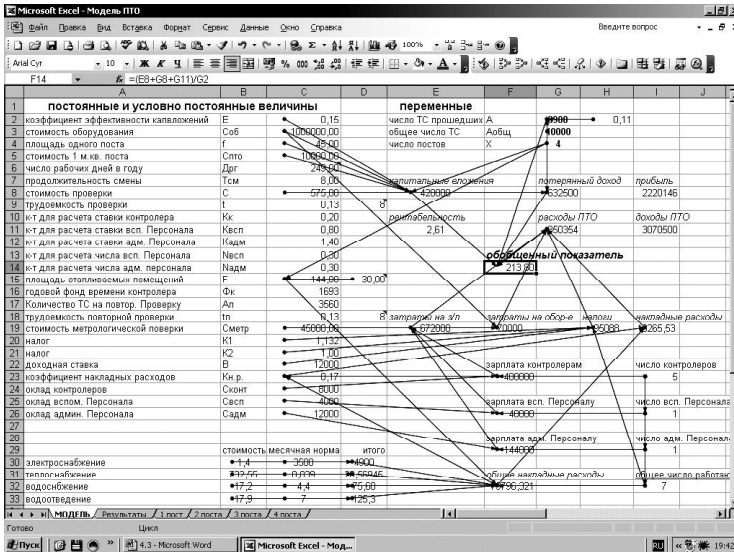


Рис. 4.4. Определение значений обобщенного показателя.

значения показателей при различных схемах организации производственного процесса, возможной интенсивности поступления автомобилей на осмотр и режимах работы предприятия.

Полученные значения показателей, характеризующих организацию работы ПТО при 5-дневной рабочей неделе, приведены в табл. 4.7, а при 6- и 7-дневной – в приложении 9. Оптимальные значения обобщенного показателя при различных схемах организации производственного процесса, интенсивности поступления автотранспортных средств на осмотр и режимах работы предприятия выделены жирным шрифтом.

Применение двух различных программных сред делает данную модель более гибкой и универсальной. Программа на языке Fortran хорошо показала себя при работе с большими массивами данных и проведении значительного числа однородных вычислений. В то время как Microsoft Excel удобен при расчете зависимых и независимых формул.

Таблица 4.7

Значения показателей, оценивающих организацию работы ПТО при 5-дневной рабочей неделе

Поступило на ПТО, ед./год	Обобщенный показатель, руб./ед.	Удельные затраты, руб./ед.	Удельный потерянный доход, руб./ед.
Однопостовая схема			
1000	969.1	968.5	0.6
2000	519.3	500	19.3
3000	476.7	377.9	98.8
4000	581.3	342.4	238.9
5000	741.9	331.6	410.3
6000	922.0	327.9	594.1
7000	1109.9	326.5	783.4
8000	1300.9	326	974.9
9000	1492.4	325.6	1166.8
10000	1685.2	325.5	1359.7
11000	1878.7	325.5	1553.2
12000	2071.3	325.4	1745.9
13000	2264.7	325.4	1939.3
14000	2458.1	325.4	2132.7
15000	2651.5	325.4	2326.1
16000	2844.9	325.4	2519.5
17000	3038.3	325.4	2712.9
18000	3231.7	325.4	2906.3
19000	3425.1	325.4	3099.7
20000	3618.5	325.4	3293.1
Двухпостовая схема			
1000	1200.4	1200.4	0
2000	601.4	600.8	0.6

Продолжение табл. 4.7

Поступило на ПТО, ед./год	Обобщенный показатель, руб./ед.	Удельные затраты, руб./ед.	Удельный потерянный доход, руб./ед.
3000	407.6	403.2	4.4
4000	327.4	309.5	17.9
5000	307.0	259.8	47.2
6000	326.6	232.7	93.9
7000	373.9	218	155.9
8000	439.2	209.9	229.3
9000	515.9	205.4	310.5
10000	599.7	202.9	396.8
11000	687.5	201.4	486.1
12000	778.0	200.5	577.5
13000	869.9	199.9	670
14000	963.1	199.6	763.5
15000	1056.9	199.4	857.5
16000	1150.9	199.2	951.7
17000	1245.4	199.1	1046.3
18000	1340.1	199	1141.1
19000	1435.2	199	1236.2
20000	1530.2	199	1331.2
Трехпостовая схема			
1000	1574.6	1574.6	0
2000	787.3	787.3	0
3000	526.8	525.8	1
4000	401.4	396.8	4.6
5000	336.4	322.5	13.9
6000	308.5	276.9	31.6
7000	307.7	248.2	59.5
8000	327.3	230.1	97.2
9000	362.4	218.7	143.7
10000	408.4	211.4	197
11000	462.5	206.8	255.7
12000	522.0	203.8	318.2
13000	585.4	201.9	383.5
14000	651.2	200.6	450.6
15000	718.9	199.8	519.1
16000	787.6	199.1	588.5
17000	857.4	198.7	658.7
18000	928.0	198.5	729.5
19000	998.6	198.2	800.4
20000	1069.8	198.1	871.7
Четырехпостовая схема			
1000	1807.6	1807.6	0
2000	903.8	903.8	0
3000	602.9	602.7	0.2
4000	452.9	452.3	0.6

Окончание табл. 4.7

Поступило на ПТО, ед./год	Обобщенный показатель, руб./ед.	Удельные затраты, руб./ед.	Удельный потерянный доход, руб./ед.
5000	364.7	362.7	2
6000	309.0	303.9	5.1
7000	274.3	263.2	11.1
8000	254.5	234	20.5
9000	247.4	212.9	34.5
10000	250.5	197.4	53.1
11000	262.6	186.2	76.4
12000	282.0	177.9	104.1
13000	307.6	171.9	135.7
14000	338.0	167.4	170.6
15000	372.6	164.2	208.4
16000	410.3	161.8	248.5
17000	450.4	160	290.4
18000	492.4	158.7	333.7
19000	535.8	157.7	378.1
20000	580.4	156.9	423.5

4.4. Анализ результатов моделирования

В результате моделирования получены зависимости обобщенного показателя, а также показателей работы ПТО от числа поступающих ТС и схемы организации производственного ГТО, определяемой количеством постов на поточной линии.

Оценку полученных результатов и проверку адекватности полученных моделей провели на основе регрессионного анализа. Обработка данных производилась методом наименьших квадратов в программе STATISTICA v6.0 [14, 15]. При оценке моделей использовались показатели, широко применяемые в настоящее время в дисперсионном и регрессионном анализах [3, 29].

Основными соотношениями в дисперсионном и регрессионном анализах, на основании которого делается большинство выводов, являются следующие:

$$R_{\Sigma} = R_o + R_p,$$

$$R_{\Sigma} = (Y_1 - \bar{Y})^2 + (Y_2 - \bar{Y})^2 + \dots + (Y_n - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - n(\bar{Y})^2,$$

$$R_o = \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_i^*)^2,$$

$$R_p = \sum_{i=1}^n (Y_i^* - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i^*)^2 - n(\bar{Y})^2,$$

где Y_i – наблюдаемое значение; \bar{Y} – среднее всех наблюдений; Y_i^* – предсказанные значения в точках X_i по уравнению регрессии; n – общее количество опытов; R_{Σ} – общая сумма квадратов, скорректированная на среднее, характеризует общую изменчивость регрессионной модели; R_p – сумма квадратов, обусловленных регрессией, скорректированная на среднее, характеризует изменчивость, объясняемую регрессионной моделью; R_o – сумма квадратов (остатков), обусловленная ошибкой, скорректированная на среднее, характеризует изменчивость, объясняемую ошибкой регрессионной модели.

Общую изменчивость данных, характеризуемую общей скорректированной суммой квадратов R_{Σ} , разбиваем на сумму квадратов отклонений средних по опытам от общего среднего R_p и сумму квадратов отклонений наблюдений при каждом опыте от своего среднего R_o . При этом отклонения средних по опытам от общего среднего характеризуют различия между опытами, в то время как отклонения наблюдений внутри опыта от своего среднего могут быть обусловлены только случайной ошибкой.

Для оценки степени точности описания имеющихся данных уравнением регрессии используем множественный коэффициент детерминации, который показывает долю разброса наблюдений около среднего значения, объясняемого регрессией.

$$R^2 = \frac{R_p}{R_{\Sigma}},$$

где R^2 – множественный коэффициент детерминации.

Проверку гипотезы о незначимости регрессии при проверке адекватности модели многомерной регрессии проводим на основании F -критерия Фишера, определяемого следующим соотношением:

$$F = (n - m - 1) \frac{R_p}{R_o m}$$

а область принятия – интервал:

$$[0; F^{-1}(1 - \alpha, m, n - m - 1)],$$

где α – уровень значимости, $F^{-1}(1 - \alpha, m, n - m - 1)$ – квантиль F -распределения с m и $n - m - 1$ степенями свободы, отвечающими вероятности $1 - \alpha$, n – число наблюдений, m – число предикторных переменных в регрессионной модели [3].

Если рассчитанное значение критерия не попадает в область принятия, то гипотеза о незначимости регрессии отвергается.

Полученные уравнения регрессии по показателям работы ПТО и их статистические оценки приведены ниже.

Модель многомерной линейной регрессии, характеризующая зависимость обобщенного показателя α от производственной схемы (числа постов) и количества поступающих автотранспортных средств, выглядит следующим образом:

$$\alpha = 977.275 - 230.785X + 0.023A,$$

где X – число постов; A – количества поступающих автотранспортных средств на государственный технический осмотр.

Анализ адекватности полученной модели проведен на основе программы STATISTICA v6.0 (рис. 4.5).

Результаты составной регрессии: обобщ. пок-ль.ста							
Результаты составной регрессии							
подчиненный	обобщ. пок-ль (Умножение R	,71486606	F =	40,23750		
		R ² =	,51103348	df =	2,77		
Число случаев:	80	adjusted R ² =	,49833305	p =	,000000		
		Standard error of estimate:	289,32851443				
Разрыв:	977,27514577	Std. Error:	98,73158	t(77) =	9,8983	p =	,0000
поступило (X)		beta=	,327	посты (Y)		beta=	-,64

Рис. 4.5. Результаты регрессионного анализа.

Для данной модели получен достаточно высокий коэффициент детерминации $R^2 = 0.7148$, который показывает, что обобщенный показатель линейно зависит от предикторных переменных.

Фактическое значение критерия Фишера $F = 40.2375$ превышает его критическое значение $F_{кр} = 2.7265$, определенное с использованием вероятностного калькулятора программы STATISTICA v6.0 (рис. 4.6). В связи с тем, что значение критерия не попадает в область принятия решения, то гипотеза о незначимости регрессии отклоняется. Критический уровень значимости p равен нулю, что говорит о высокой ее регрессионной зависимости. Выделенные красным цветом предикторные переменные указывают на их значимость.

Полученные модели линейной регрессии для остальных показателей, а также их статистические оценки представлены в табл. 4.8.

Ниже приведен анализ результатов моделирования организации работы ПТО при 5-дневной рабочей неделе.



Рис. 4.6. Расчет критического значения критерия Фишера.

Таблица 4.8

Результаты моделирования

Показатель	Модель	R^2	F	p
Обобщенный показатель	$977.275 - 230X + 0.023A$	0.7148	40.2375	0.0000
Удельные затраты на обслуживание	$303 + 15.0650X - 0.0170A$	0.6417	26.9638	0.0000
Удельный потерянный доход	$534.991 - 251.221X + 0.048A$	0.9067	177.9709	0.0000
Число прошедших автотранспортных средств	$-1639.60 + 1523.28X + 0.38A$	0.9205	213.7177	0.0002
Удельная прибыль	$295.818 - 14.15X + 0.0157A$	0.6402	26.7448	0.0000
Рентабельность	$0.8798 + 0.0429X + 0.0003A$	0.9069	178.4802	0.0040

Как видно из рис. 4.7, увеличение числа поступающих ТС сопровождается уменьшением значений обобщенного показателя эффективности работы ПТО до определенного значения, а затем к его росту.

В разделе 4.1. отмечается, что минимальные значения данного показателя соответствуют оптимальной схеме организации технологического процесса.

Однопостовая схема организации работ имеет более высокие значения интегрального показателя, несмотря на меньшие удельные затраты (рис. 4.8). Объясняется это более высокими значениями показателя удельного потерянного дохода на одно проверенное ТС (рис. 4.9).

Наиболее ярко это проявляется с увеличением числа заявок, поскольку достигается предел пропускной способности ПТО.

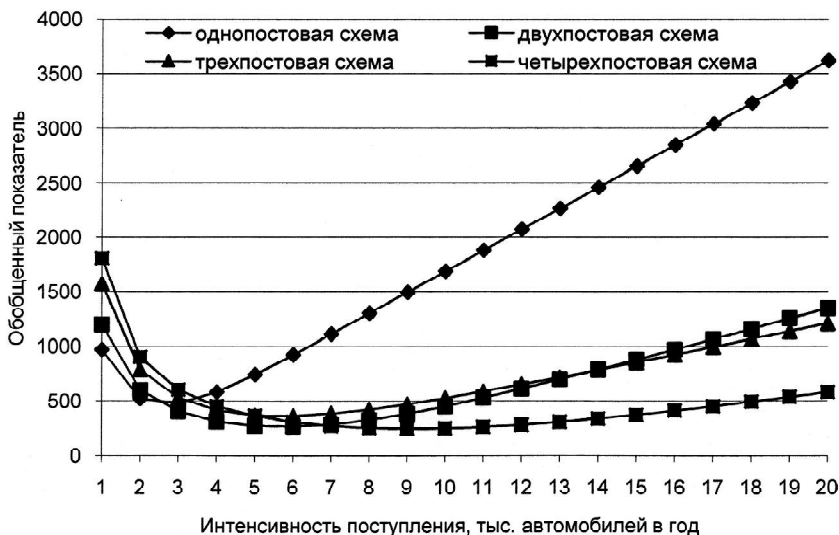


Рис. 4.7. Влияние интенсивности поступления автомобилей и схемы организации на обобщенный показатель при 5-дневной рабочей неделе ПТО.

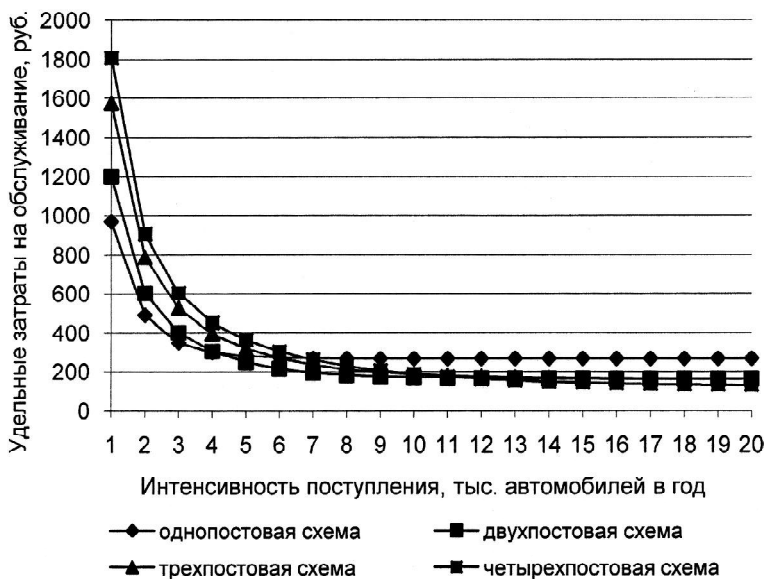


Рис. 4.8. Влияние интенсивности поступления автомобилей и схемы организации на удельные затраты на обслуживание.

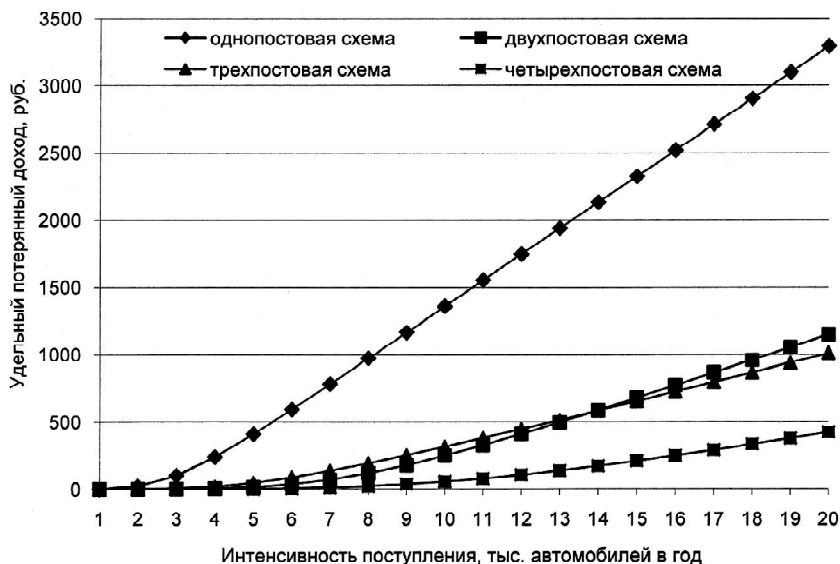


Рис. 4.9. Влияние интенсивности поступления автомобилей и схемы организации на удельный потерянный доход.

На выбор оптимальной схемы организации производственного процесса ПТО оказывает влияние не только интенсивность поступления ТС на осмотр, но и режим работы предприятия (табл. 4.9). С увеличением числа рабочих дней в году оптимальные значения обобщенного показателя уменьшаются, а его пик смещается в сторону большей интенсивности поступлений автомобилей.

Таблица 4.9

Влияние схемы организации производственного процесса и режима работы ПТО на оптимальные значения обобщенного показателя

Количество постов на линии ПТО	Минимальные значения обобщенного показателя (руб./ед.)/ Интенсивность поступления на ПТО (ед./год)		
	Режим работы ПТО		
	5-дневная рабочая неделя	6-дневная рабочая неделя	7-дневная рабочая неделя
Один	476.7/3000	394.0/3000	2341.2/4000
Два	307.0/5000	258.3/6000	222.0/7000
Три	307.7/7000	257.1/8000	220.9/9000
Четыре	247.4/9000	208.1/11000	164.8/12000

Таким образом, предлагаемая модель функционирования работы ПТО при различных внешних условиях, имеющая математическое описание, разработанные алгоритм и программное обеспечение, позволяет не только оценивать работу ПТО на этапе проектирования, но и формировать рекомендации по схемам организации производственного процесса при размещении ПТО в различных городах и районах РК.

В районах с количеством зарегистрированных ТС 1500-5000 ед., таких как Усть-Цилемский, Ижемский и т.п., наиболее рациональна одно- или двухпостовая схема производства. В больших городах, имеющих 30000-50000 ед. ТС (Сыктывкар, Ухта), предпочтительнее применять трех-четырепостовую схему при организации в городе нескольких ПТО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильные транспортные средства [Текст] / Под ред. Д.П. Великанова. – М.: Транспорт, 1977. – 323 с.
2. Александров, Л.А. Организация управления на автомобильном транспорте [Текст] / Л.А. Александров, Р.К. Козлов. – М.: Транспорт, 1985, – 264 с.
3. Андронов, А.М. Прогнозирование развития транспортной системы региона [Текст] /А.М. Андронов, А.Н. Киселенко, Е.В. Мостивенко. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. – 178 с.
4. Анисимов, А.П. Организация и планирование автотранспортных предприятий [Текст] / А.П. Анисимов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. – 269 с.
5. Аринин, И.Н. Повышение эффективности управления технической готовностью автомобилей [Текст] / И.Н. Аринин. – Владимир: ВПИ, 1987. – 178 с.
6. Аринин, И.Н. Техническая диагностика на предприятиях автомобильного транспорта [Текст] / И.Н. Аринин. – Ярославль: Верхн.-Волж. кн. изд-во, 1974. – 144 с.
7. Аринин, И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженев. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 320 с.
8. Баер, В.Г. Совершенствование управления внутрисменными процессами [Текст] / В.Г. Баер, А.А. Искяндаров // Опыт повышения качества ремонта и надежности работы транспортных средств. – Л.: 1982. С.14 – 18.
9. Барзилович, Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем [Текст] / Е.Ю. Барзилович. – М.: Высш. школа, 1982. – 231 с.
10. Бедняк, М.Н. Моделирование процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей [Текст] / М.Н. Бедняк. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 131 с.
11. Беляков, В.В. Многокритериальная оптимизация в задачах оценки подвижности, конкурентоспособности автотракторной техники и диагностики сложных технических систем [Текст] / В.В. Беляков, М.Е. Бушуева, В.И.Сагунов. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2001. – 271 с.

12. Бешелев, С.Д., Гуревич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок [Текст] / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гуревич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
13. Биргер, И.А. Техническая диагностика [Текст] / И.А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
14. Боровиков В.П. Популярное введение в программу STATISTICA [Текст] / В.П. Боровиков – М.: КомпьютерПресс, 1998. – 276 с.
15. Боровиков, В. П. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов [Текст] / В.П. Боровиков. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
16. Великанов, Д.П. Эффективность автомобильных транспортных средств и транспортной энергетики [Текст]: избранные труды / Д.П. Великанов. – М.: Наука, 1989. – 199 с.
17. Вентцель, Е.С. Исследование операций [Текст] / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. радио, 1972. – 551 с.
18. Галушко, В.Г. Случайные процессы и их применение на автотранспорте [Текст] / В.Г. Галушко. – Киев: Вища школа, 1980. – 271 с.
19. Гарнаев, А.Ю. Microsoft Excel 2000: разработка приложений [Текст] / А.Ю. Гарнаев. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2000. – 576 с.
20. Герцбах, И. Б. Модели профилактики [Текст] / И.Б. Герцбах. – М.: Сов. радио, 1969. – 216 с.
21. Герцбах, И. Б. Теория надежности с приложениями к профилактическому обслуживанию [Текст]: монография / И.Б. Герцбах; под ред. В.В.Рыкова; пер. с англ. М.Г.Сухарева. – М.: Нефть и газ, 2003. – 263 с.
22. Гнеденко, Б.В. Математические методы в теории надежности [Текст] / Б.В. Гнеденко, Б.К. Беляев, А.Д. Соколов. – М.: Наука, 1966. – 524 с.
23. Говорущенко, Н.Я. Основы эксплуатационной диагностики автомобилей [Текст] / Н.Я. Говорущенко. – Харьков: Изд-во Харьковского ун-та, 1967. – 132 с.
24. ГОСТ Р 51709-2001 Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки [Текст]. – Введ. 2001-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 48 с.
25. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Коми в 2001 году [Текст] : доклад, тезисы доклада / М-во природных ресурсов и охраны окружающей природной среды РК, Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды М-ва природных ресурсов Рос. Федерации по Республике Коми. – Сыктывкар, 2002. – 112 с.

26. Государственный доклад по безопасности дорожного движения за 2000 [Текст]: доклад, тезисы доклада // Стоп-газета. – 2001. – 19 сент. №9 (53). – С. 1-23.
27. Громов, Н.Н. Управление на транспорте [Текст] / Н.Н. Громов, В.А. Персианов. – М.: Транспорт, 1990. – 336 с.
28. Диллон, Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем [Текст] / Б. Диллон, Ч. Сингх ; пер. с англ. Е. Г. Коваленко; под ред. Е. К. Масловского. – М.: Мир, 1984. – 318 с.
29. Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ [Текст] / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М.: Статистика, 1973. – 392 с.
30. Дунаев, А.П. Организация диагностирования при обслуживании автомобилей [Текст] / А.П. Дунаев. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.
31. Калихман, И.Л. Динамическое программирование в примерах и задачах [Текст] / И.Л. Калихман, М.А. Войтенко. – М.: Высш. шк., 1975. – 125 с.
32. Киселенко, А.Н. Модели эксплуатации регионального транспорта [Текст] / А.Н. Киселенко. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2004. – 124 с.
33. Киселенко, А.Н., Сундуков, Е.Ю. Логистический подход в управлении транспортом региона [Текст] / А.Н. Киселенко, Е.Ю. Сундуков. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2007. – 164 с.
34. Киселенко, А.Н. Основные тенденции развития транспортного комплекса северного региона (на примере Республики Коми) [Текст] / А.Н. Киселенко, Е.Ю. Сундуков, П.А. Малащук // Научный вестник МГТУ ГА. Серия: Менеджмент, экономика, финансы. – 2006. – № 4. – С. 32-38.
35. Клейнер, Б.С. Внутрипроизводственное планирование и управление [Текст] / Б.С. Клейнер. – М.: Наука, 1978. – 158 с.
36. Клейнер, Б.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Организация и управление [Текст] / Б.С. Клейнер, В.В. Тарасов. – М.: Транспорт, 1986. – 237 с.
37. Коллакот, Р. Диагностика повреждений [Текст] / Р. Коллакот. Пер. с англ. Под ред. П.Г. Бабаевского. – М.: Мир, 1989. – 516 с.
38. Королев, Н.К. Обеспечение эксплуатационной надежности автотранспортных средств [Текст] / Н.К. Королев. – Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1988. – 233 с.
39. Крамаренко, Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / Г.В. Крамаренко. – М.: Машиностроение, 1962. – 123 с.
40. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей в США [Текст] / Е.С. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1992. – 350 с.
41. Кузнецов, Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей [Текст] / Е.С. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.

42. Кузьмин, В.П. Кузнецов Е.С. Методика выявления резервов повышения надежности и эффективности технической эксплуатации автомобилей на основе применения математических моделей [Текст] / В.П. Кузьмин, Е.С. Кузнецов. – Алма-Ата, 1977. – 121 с.

43. Куратова, Э.С. Повышение эффективности транспорта Коми АССР [Текст] / Э.С. Куратова. – Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1970. – 72 с.

44. Куратова, Э.С. Проблемы функционирования транспортного комплекса Республики Коми в переходный период [Текст] / Э.С. Куратова, С.В. Рабкин // Экономика Республики Коми в переходный период. – Сыктывкар, 1994. – С. 142-148.

45. Лохов, А.Н. Организация управления на автомобильном транспорте: Опыт. Проблемы. Перспективы [Текст] / А.Н. Лохов. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.

46. Максимей, И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ [Текст] / И.В. Максимей. – М.: Радио и связь, 1988. – 232 с.

47. Малащук П.А. Применение имитационного моделирования при управлении нормативами технической эксплуатации [Текст] / П.А. Малащук // Вопросы теории и практики эксплуатации транспорта региона. – Сыктывкар, 2007. – С. 42-53. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 181).

48. Малащук П.А. Реформирование системы государственного технического осмотра как метод повышения безопасности автомобильного транспорта [Текст] / П.А. Малащук // Вопросы теории и практики эксплуатации транспорта региона. – Сыктывкар, 2007. – С. 67-79. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 181).

49. Менон, Р. Имитационное моделирование систем. Искусство и наука [Текст] / Р. Менон. – М.: Мир, 1978. – 417 с.

50. Мозгалевский, А.В. Техническая диагностика [Текст] / А.В. Мозгалевский, Д.В. Гаскаров. – М.: Высшая школа, 1975. – 215 с.

51. Мозгалевский, А.В. Автоматизация процессов диагностирования при технической эксплуатации автомобилей [Текст] / А.В. Мозгалевский, В.И. Тарасенко, Г.Г. Костанди. – Хабаровск: ХАПИ, 1982. – 191 с.

52. Мороз, С. М. Контроль и диагностика автомобиля [Текст] / С. М. Мороз. – М.: Знание, 1987. – 64 с.

53. Мороз, С.М. Диагностирование при государственном техническом осмотре и диагностировании [Текст] / С.М. Мороз. – М.-Н. Новгород: НГТУ, 2002. – 330 с.

54. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания [Текст] / Г.М. Напольский. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

55. ОНТП–01-91 (РД 3107938-0176-91). Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта [Текст] / Концерн Росавтотранс – Гипроавтотранс: с 01.01.1991: Утверждены протоколом концерна «Росавтотранс» от 07.08.1991. – М.: Росавтотранс, 1991. – 97 с.

56. Осис, Я.Я. Диагностирование на граф-моделях: На примерах авиационной и автомобильной техники [Текст] / Я.Я. Осис, Я.А. Гельфандбейн, З.П. Маркович и др. – М.: Транспорт, 1991. – 244 с.

57. Основные вопросы теории и практики надежности [Текст]: Сб. трудов / Под ред. А.И. Берга. – М.: Изд-во Сов. радио, 1971. – 432 с.

58. Пархоменко, П.П. Основы технической диагностики: оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратурные средства [Текст] / П.П. Пархоменко, Е.С. Согомонян / Под ред. П.П. Пархоменко. – М.: Энергия, 1981. – 320 с.

59. Положение о проведении конкурса среди юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на участие в проверке технического состояния транспортных средств с использованием средств технического диагностирования при государственном техническом осмотре [Текст]: Постановление Правительства РФ: [утверждено Постановлением Правительства РФ 31 июля 1998 г. № 880: в ред. Постановления Правительства РФ от 31.12.2005 № 862] // Государственный технический осмотр в нормативных правовых актах: Требования к организации работ по проверке технического состояния транспортных средств. – М., 2005. – С. 32-35.

60. Положение о техническом обслуживании и ремонте автомобилей, принадлежащих гражданам [Текст] / Минавтопром СССР. – М.: НАМИ, 1987. – 58 с.

61. Попов, Е.Ю. Организационно-экономические методы управления безопасностью движения на автомобильном транспорте (на примере Республики Коми) [Текст]: Автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Сыктывкар, 2002. – 18 с.

62. Порядок взимания и распределения средств, получаемых в виде платы за проведение государственного технического осмотра транспортных средств [Текст] : приложение 2 к Приказу МВД России, Минфина России, Минтранса России от 03.08.2001, № 708/61Н/126, зарегистрированному 19.09.2001, №2940 // Государственный технический осмотр в нормативных и правовых актах: Требования к организации работ по проверке технического состояния транспортных средств. – М.-Н. Новгород, 2004. – Вып. 3. – С. 77-78.

63. Порядок установления размеров оплаты за проведение государственного технического осмотра транспортных средств [Текст]: приложение 1 к Приказу МВД России, Минфина России, Минтранса России от 03.08.2001, № 708/61Н/126, зарегистрированному 19.09.2001, № 2940 // Государственный технический осмотр в нормативных и правовых актах: Требования к организации работ по проверке технического состояния транспортных средств. – М.-Н. Новгород, 2004. – Вып. 3. – С. 74-76.

64. «О порядке проведения государственного технического осмотра транспортных средств, зарегистрированных в Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации» [Текст]: Постановление Правительства РФ от 31 июля 1998 г. № 880 // Государственный технический осмотр в нормативных правовых актах: Требования к организации работ по проверке технического состояния транспортных средств. – М.-Н. Новгород, 2001. – Вып. 1. – С. 26-28.

65. Правила проведения государственного технического осмотра автомототранспортных средств и прицепов к ним Государственной инспекцией безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации [Текст]: приложение 1 к Приказу МВД России №190 от 15 марта 1999 г. // Правила дорожного движения Российской Федерации. – М., 2000. С. 39.

66. Об организации и проведении государственного технического осмотра транспортных средств [Текст]: Приказ МВД РФ от 15 марта 1999 г. № 190.

67. Прудовский, Б. Д. Управление технической эксплуатацией автомобилей по нормативным показателям [Текст] / Б.Д. Прудовский, В.Б. Ухарский. – М: Транспорт, 1990. – 239 с.

68. Резер, С.М. Управление транспортным комплексом [Текст] / С.М. Резер. – М.: Наука, 1988. – 328 с.

69. Ройтман, Б.А. Безопасность автомобиля в эксплуатации [Текст] / Б.А. Ройтман, Ю.Б. Суворов, В.И. Суковицын. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.

70. Российская автотранспортная энциклопедия: практические рекомендации и нормативная база [Текст]: справ. и науч.-практ. пособие для спец. отрасли «Автомобильный транспорт» в 3-х томах / Гл. науч. ред. В.Н. Луканин; М-во автомоб. транспорта России, Междунар. центр труда. – М., 1998-2000. – Т. 1. – 1998. – 560 с.; Т. 2. – 1998. – 590 с.; Т. 3. – 2000. – 456 с.

71. Ротенберг, Р.В. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда [Текст] / Р.В. Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1986. – 216 с.

72. Ротенберг, Р.В. Системный подход к проблемам надежности и вопросы ее обеспечения [Текст] / Р.В. Ротенберг. – М.: Знание, 1981. – 106 с.

73. Рунэ, Эльвик. Справочник по безопасности дорожного движения [Текст] / Эльвик Рунэ, Мюсен Боргер Аннэ, Ваа Трулс; Пер. с норв.; Под ред. проф. В.В. Сильянова. – М.: МАДИ, 2001. – 754 с.
74. Саати, Т. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения [Текст] / Т. Саати; Пер. с англ. – М.: Сов. радио, 1965. – 396 с.
75. Саати, Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем [Текст] / Т. Саати, К. Кернс. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
76. Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия [Текст] / Г.В. Савицкая. – 5-е изд. – Минск: Новое знание, 2001. – 336 с.
77. Сарбаев, В.И. Исследование влияния условий деятельности АТП на техническую готовность автомобильного парка [Текст] / В.И. Сарбаев. – М., НИИАТ, 1980. – 180 с.
78. Сергеев, А. Г. Точность и достоверность диагностики автомобилей [Текст] / А.Г. Сергеев. – М.: Транспорт, 1980. – 191 с.
79. Суковицин, В.И. Технический осмотр транспортных средств [Текст] : обзорная информация / В.И. Суковицын. – М.: НИЦ ГАИ МВД России, 1996. – Вып. 1. – 36 с.
80. Тарасов, В.В., Сарбаев, В.И. Техническая эксплуатация автотранспортных средств. Выбор стратегии организации и управления [Текст] / В.В. Тарасов, В.И. Сарбаев; под общ. ред. В.В. Тарасова. – М.: Автополис-плюс, 2004. – 208 с.
81. Таха, Х. Введение в исследование операций [Текст] / Х. Таха; пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – Кн. 2. – 496 с.
82. Требования к технологии работ по проверке транспортных средств при государственном техническом осмотре с использованием средств технического диагностирования [Текст]: утвержденный зам. министра внутренних дел РФ 19.05.1999 // Государственный технический осмотр в нормативных правовых актах: Требования к организации работ по проверке технического состояния транспортных средств. – М.-Н. Новгород, 2001. – Вып. 2. – С. 92-134
83. Ухарский, В.Б Техническое обслуживание и ремонт автобусов. Управление качеством и эффективность [Текст] / В.Б. Ухарский. – М.: Транспорт, 1986. – 208 с.
84. Федеральный закон от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ О безопасности дорожного движения [Текст] : [федер. закон № 196-ФЗ]: [принят Гос. Думой 10 декабря 1995г.] // Российская газета, 1995. – 26 дек. (№ 360). – С. 2-4.
85. Филиппов, В.В. Об одной экстремальной задаче в теории массового обслуживания [Текст] / В.В. Филиппов // Основные воп-

росы теории и практики надежности. – М.: НИИАТ, 1980. – С. 78-80.

86. Хинчин, А.Я. Работы по математической теории массового обслуживания [Текст] / А.Я. Хинчин. – М.: Физматгиз, 1963. – 263 с.

87. Шабуров, В.Н. Оптимизация комплекта оборудования для предприятий, проводящих государственный технический осмотр автотранспорта с применением средств технического диагностирования [Электронный ресурс]: Дис. ... канд. техн. наук. Тюмень: РГБ, 2006.

88. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании [Текст] / Г.М. Добров, Е.И. Левин, Л.Н. Смирнов. – Киев: Наукова думка, 1974. – 160 с.

89. Якунин, Н.Н. Методические основы контроля и управления техническим состоянием автомобилей в эксплуатации [Электронный ресурс]: Дис. ... д-ра техн. наук. М.: РГБ, 2005.

90. Aczel, A.D. Complete business statistics. 3rd ed. – Richard D. Irwing, 1996. – 869 p.

91. Lash M J, The complete Guide to Customer Service. — New York. John Wiley and Sons, 1996. – 75 p.

*Приложение 1***ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТО
ПО ДОПУСТИМОМУ УРОВНЮ БЕЗОТКАЗНОСТИ
НА ЯЗЫКЕ FORTRAN**

```
module TextTransfer
integer(4), parameter :: ncrests = 50
contains
function RuDosWin(string, dos_win)
character(ncresults):: RuDosWin
character(*), intent(in):: string
logical(4), intent(in):: dos_win
integer(2):: i, dos_win_code, dif
RuDosWin = string
do i=1,len_trim(RuDosWin)
dos_win_code = iachar(RuDosWin(i:i))
dif = 0
if(dos_win) then
select case(dos_win_code)
case(128:175)
dif =64
case(224:239)
dif =16
end select
else
select case(dos_win_code)
case(192:239)
dif =-64
case(240:255)
dif=-16
end select
end if
if(dif/=0) RuDosWin(i:i) = char(dos_win_code + dif)
end do
end function RuDosWin
end module TextTransfer

program opt
integer m,l,nt,no,lll
integer x(100)
real rd,otk(100),pz,rz,rdd,xoo(100),xk
real pi(100),ri(100),pii(100),rii(100),xo(100),xnt(100)
character(50)::fnd='danot.txt',fnv='vivod.txt'
```

```
call smoz
read *, l
l11=1
```

```
call smod
read *, m
call smor
read *, rd
open(2,file=fnd)
open(5,file=fnv)
no=0;nt=0;pz=0;rz=0
do k=1,m
read(2,*,iostat=ios)otk(k)
x(k)=otk(k)
pi(k)=0;ri(k)=0
enddo
```

```
k=1
do while (k<=m)
if (x(k)<=l11) then
no=no+1;pi(k)=no;pii(k)=pi(k)/m
if (pii(k)>0) then
pz=pii(k)
endif
else
nt=nt+1;ri(k)=nt;rii(k)=ri(k)/m
if (rii(k)>0) then
rz=rii(k)
endif
endif
k=k+1
!xoo=xo(m)
enddo
```

```
k=1
do while (k<=m)
if (x(k)<=l11.and.pii(k)>0) then
xo(k)=xo(k-1)+x(k);xnt(k)=xo(k)/pi(k)
else
xo(k)=xo(k-1)
end if
if (xnt(k)>0) then
xk=xnt(k)
endif
```

```
k=k+1
end do

if(rz>=rd.and.rz>pz) then
write(5,*), 'ishodnyu periodichnost',lll,' km prinimaem'
else
write(5,*), 'ishodnyu periodichnost',lll,' km ymenshaem'
endif

12 continue
k=1
write(5,*)
do while (k<=m)
write(5,'(i6,a,f8.2,a,f8.2,a,f8.2)'),x(k),' "pii(k)," "rii(k)," "!xnt(k)
k=k+1
enddo
write(5,'(a,f4.2,a,f4.2,a,f8.2)'), 'pz=',pz,' rz=',rz,' rd=',rd

if(rz>=rd.and.rz>pz) then
write(5,*), 'ishodnyu periodichnost',lll,' km prinimaem'
else
write(5,*), 'ishodnyu periodichnost',lll,' km ymenshaem'
endif

write(5,*), 'srednaua narabotka na otkaz',xk,' km'

end program opt

subroutine smoz
use TextTransfer
character(120)::string
print *, trim(RuDosWin("Введите искомую периодичность ТО",
.false.))
end subroutine smoz

subroutine smod
use TextTransfer
character(120)::string
print *, trim(RuDosWin("Введите количество итераций", .false.))
end subroutine smod

subroutine smor
use TextTransfer
character(120)::string
```



```
print *, trim(RuDosWin("Введите степень достоверности", .false.))  
end subroutine smor
```

```
subroutine smop(lll)  
use TextTransfer  
character(50)::string  
write(5,'(a,i4,a)')RuDosWin("ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТО УМЕНЬ-  
ШИТЬ", .true.),lll,' km'  
end subroutine smop
```

```
subroutine smoi(lll)  
use TextTransfer  
character(50)::string  
write(5,'(a,i4,a)')RuDosWin("ПРИНИМАЕМ ИСКОМУЮ ПЕРИО-  
ДИЧНОСТЬ ТО ", .true.),lll," km"  
end subroutine smoi
```

Пример полученных результатов

ishodnyu periodichnost 10000 km prinimaem

12215	0.00	0.10
14882	0.00	0.20
9813	0.10	0.00
9762	0.20	0.00
12957	0.00	0.30
11113	0.00	0.40
10301	0.00	0.50
9733	0.30	0.00
13748	0.00	0.60
12540	0.00	0.70
pz=0.30	rz=0.70	rd=0.70

Приложение 2

Диагностическая карта
транспортного средства

Место проведения проверки технического состояния ООО "Автоконтроль"
 Государственный регистрационный знак 63MC404690 Категория ТС по ГОСТ Р 51709 M1 Первичная проверка Повторная проверка
 Идент.номер, VIN X9L21230090264930 Марка, модель ШЕВРОЛЕ НИВА Год выпуска 2009
 Модель, № двигателя 2123-0276898 № кузова X9L21230090264930 На шасси, рамы -
 Собственник транспортного средства СУНДУКОВ ЕВГЕНИЙ ЮРЬЕВИЧ
 Представитель собственника транспортного средства -
 Регистрационный документ ПТС Серия 63MC Номер 404690
 Зарегистрирован в ГИБДД (подразделение) ГИБДД К. Сыктывкара

100. Тормозные системы	Эффективность работы тормозной системы	101	Устойчивость при торможении рабочей тормозной системой	102	Эффективность стояночной тормозной системы	103	Эффективность вспомогательной тормозной системы	104
Моторный замедлитель	Эффективность запальной тормозной системы	105	Герметичность тормозного привода	107	Давление сжатого воздуха Манометр	108	Система сигнализации и контроля	109
Фиксация органа управления стояночной тормозной системы	Регулятор тормозных сил	110	Антиблокировочная система	111	Инерционный тормоз прицепа	112	Элементы тормозной системы	114
200. Рулевое управление	Суммарный люфт	201	Параметризация деталей, люфты, фиксация резьбовых соединений	202	Усилитель рулевого управления	203	Элементы рулевого управления	204
300. Внешние световые приборы	Фары дальнего и ближнего света, дополнительные фары	301	Противотуманные фары, бачки противотуманной ффары	302	Сигналы торможения	303	Габаритные огни, Фонарь, освещающий регистрационный знак	304
Указатели поворота, аварийная сигнализация	Проблемные клапаны	305	Фланцы задних колд	307	Светоотражатели	308	Знак автопоезда	309
400. Стеклоочистители и стеклоомыватели	Стеклоочистители	401	Стеклоомыватели	402				
500. Колеса и шины	Износ протектора	501	Повреждения шин	502	Установка шин	503	Коррекция состояния дисков и обода колес	504
600. Двигатель и его системы	Спиральные СО и СН	601	Давность, дилетного двигателя	602	Система питания	603	Система выпуска Система вентиляции картера	604
700. Прочие элементы конструкции	Регистрационные знаки	701	Маркировка транспортного средства	702	Зеркала заднего вида	703	Звуковой сигнал	704
Опакость, светопропускание стекол. Устройство обогрева и мытья	Синдмометр, тахограф	706	Элементы подвески, карданной передачи	707	Сиденья, подголовники. Ремни, безопасности	708	Замки дверей, запоры Бортов, грузовых цистерн, топливных баков	709
Оборудование салона автобуса	Капелпадение электротехнических жидкостей	711	Противотонные устройства	712	Крепление АКБ, электрораспределе	713	39У, грязезащитные фартуки, брызговики, Бамперы	714
Сидельные устройства. Бусиконно, устройства.	Медицинская аптечка, аптечка, знак аварийной остановки	716	Противокатные упоры. Базовое колесо	717	Опорное устройство поперечника	718	Внесение изменений в конструкцию транспортного средства	719
800. Требования с учетом специализации ТС	Крутизнабразный и гравеловый груз	801	Опасный груз	802	Специализированное транспортное средство	803	Специальное транспортное средство	804

Примеры оформления результатов проверки:
 602 - соответствует требованиям 602 - не соответствует требованиям 602 - проверка не производилась
 Безопасности дорожного движения Безопасности дорожного движения

Замечания о выявленных в ходе проверки дефектах и дополнительная информация:
 Государственный регистрационный знак отсутствует

Проверка технического состояния транспортного средства проведена:
 Дата: 20.02.2009

Заключение государственного инспектора безопасности дорожного движения:
 транспортное средство исправно/неисправно
 (Инициалы, подпись) Иустиков М.В. Дата: 20.02.2009
 (Подпись сотрудника, левый номерной штамп)

Повторная проверка технического состояния транспортного средства должна быть выполнена до: Дата:
 При представлении транспортного средства после указанной даты повторная проверка проводится по всем контролируемым позициям

*Приложение 3***ПАМЯТКА-ИНСТРУКЦИЯ
ВОДИТЕЛЮ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА (АТС)
ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ГТО****Водитель при прохождении ГТО обязан:**

1. Прибыть для прохождения ГТО в указанное на квитанции время.

2. При себе иметь все необходимые документы (паспорт, водительское удостоверение, медицинскую справку, документ подтверждающий право владения или пользования и распоряжения транспортным средством, квитанция об уплате за прохождение технического осмотра, регистрационные документы с штампом ГИБДД на оборудование транспортного средства специальными сигналами и дополнительным оборудованием, договор рекламодателя с собственником, если на транспортное средство нанесена реклама).

3. Заранее подготовить АТС для прохождения ГТО, а именно:

- произвести уборочные работы салона и кузова АТС;
- обеспечить чистоту номерных знаков, а также чистоту мест нанесения идентификационных знаков (номер двигателя, шасси, кузова и т.д.);

– обеспечить свободный доступ контролеру к местам нанесения этих знаков.

4. Заранее убедиться в работоспособности и хорошем состоянии узлов и агрегатов АТС, системы световой и звуковой сигнализации, оперения и остекления АТС.

5. Иметь на борту АТС аптечку с полным комплектом медикаментов; огнетушитель; два противооткатных упора; знак аварийной остановки (подготовить в удобном для осмотра месте).

**Перечень документов,
необходимых для оформления заявки
на прохождение государственного технического осмотра**

1. Документ, удостоверяющий личность (паспорт).
2. Водительское удостоверение с разрешающими отметками в нем на право управления транспортным средством, представленным на осмотр.

3. Медицинскую справку установленной формы.

4. Свидетельство о регистрации транспортного средства или технический паспорт транспортного средства и (или) технический талон транспортного средства.

5. Страховой полис обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств.

Приложение 4

ПОСТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Технологическая карта поста идентификации

1	Государственный регистрационный знак	
2	Идентификационный номер VIN	
3	Марка, модель	
4	Год выпуска	
5	Модель, номер двигателя	
6	Номер кузова	
7	Номер шасси (рамы)	
8	Собственник транспортного средства	
9	Представитель собственника транспортного средства	
10	Регистрационный документ	
11	Серия	
12	Номер	
13	Зарегистрировано в ГИБДД	
703	Зеркало заднего вида	
704	Звуковой сигнал	
712	Противоугонное устройство	
714	ЗЗУ, Грязезащитные фарушки, брызговики	
715	Сцепное устройство	
716	Медицинская аптечка, огнетушитель, знак аварийной остановки	
717	Противооткатное устройство	
718	Ремни безопасности	
802	Крупногабаритный и тяжеловесный груз	
803	Опасный груз	
804	Специализированное транспортное средство	
805	Специальное транспортное средство	

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО О РЕГИСТРАЦИИ ТС
CERTIFICAT D'IMMATRICULATION


Регистрационный знак **A671TP11**
Идентификационный номер (VIN) **H/Y**
Марка, модель **УАЗ 469Б**
Тип ТС **ПРОЧИЕ ЛЕГКОВЫЕ**
Категория ТС (АВСО, прицеп) **В**
Год выпуска ТС **1977**
Двигатель, модель **4021**
Двигатель №Б/Н
Шасси (рама) № **H/Y**
Кузов (коляска) № **684**
Цвет **ХАКИ**
Мощность двигателя, кВт/л.с. **66/90**
Паспорт ТС серия **11ВА № 168512**
Разрешенная max масса, кг **H/Y**
Масса без нагрузки, кг **H/Y**

11 EX 751370
11 EX 751370

★★★★★ **RUS** ★★★★★

11 EX 751370

СОБСТВЕННИК
СЕМЕНЮК
SEMENYUK
ИВАН
IVAN
ПЕТРОВИЧ
Республика, край, область
РЕСПУБЛИКА КОМИ
Район **СЫКТЫВКАР**
Пас. пункт **СЫКТЫВКАР**
Улица **К. МАРКСА**
дом **172** кор. **кв. 21**
Область отметки ПТС **11ВА168512**



3 АВГУСТА 1999 г.

Проверил Исполнитель 1
Место штампа

Технологическая карта поста визуального контроля

№ поз.	Первый исполнитель	Вод. раб. с исп. №	№ позиции	Второй исполнитель
304	Исполнитель впереди, габаритные огни	1	501	Исполнитель внизу сзади. Износ протектора, повреждение шин задних колес
305	Указатели поворота, аварийная сигнализация	1	502	Установка шин задних колес
401	Стеклоочистители	1	714	ЗЗУ, грязезащитные фартуки, брызговики
402	Стеклоомыватели, - начало обхода ПС справа	1	603	Осмотр системы выпуска газов на утечку газов
705	Стекла, обзорность, прозрачность. Осмотр салона	1	604	Осмотр системы питания на подтекание
711	Аварийные выходы	1		
710	Привод управления дверьми	1		
			707	Элементы подвески, карданная передача
504	Состояние ободьев и крепление дисков колес	1		
304	Исполнитель сзади габаритные и задние противотуманные огни	1		
308	Световозвращатели	1	114	Состояние элементов тормозных систем в задней части
306	Фонарь освещения регистрационного знака	1		
305	Указатели поворотов, аварийная сигнализация	1	107	Герметичность системы пневматического привода тормозов
303	Сигналы торможения	1	108	Герметичность гидравлического привода тормозов
307	Огни заднего хода, начало обхода ТС слева	1	502	Установка шин передних колес
504	Состояние ободьев и крепление дисков колес	1-2		
109	Манометр, система сигнализации	1	501	Износ протектора, повреждение шин передних колес
110	Давление сжатого воздуха	1-2	114	Состояние элементов тормозных систем в передней части
203	Усилитель рулевого управления	1-2	203	Усилитель рулевого управления
204	Состояние элементов рулевого управления	1-2	202	Перемещение деталей, люфты, фиксация резьбовых соединений
706	Спидометр, тахограф	1		
713	Устройство обогрева и обдува стекол	1	707	Элементы подвески в передней части
712	Противоударные устройства	1		
709	Замки дверей, запоры бортов, горловины цистерн	1		
708	Механизм регулировки сидения водителя	1		
718	Ремень безопасности	1		

№(АТС)

Технологическая карта поста инструментального контроля

№ поз.	Первый контролер-оператор	№ поз.	Второй контролер
601	Содержание СО и СН (проводит измерения, руководит действиями водителя и 2-го исполнителя)	601	Устанавливает датчики газоанализатора, следит за состоянием вентиляции и вытяжки
602	Дымность дизельного двигателя (проводит измерения, руководит действиями водителя и 2-го исполнителя)	602	Устанавливает датчики газоанализатора, следит за состоянием вентиляции и вытяжки
101	Удельная тормозная сила рабочей тормозной системы (проводит непосредственные измерения, руководит действиями водителя и 2-го исполнителя)	101	Следит за состоянием вентиляции и вытяжки
102	Удельная тормозная сила стояночной тормозной системы (проводит непосредственные измерения, руководит действиями водителя и 2-го исполнителя)	102	Следит за состоянием вентиляции и вытяжки
103	Коэффициент неравномерности тормозных сил колес (проводит непосредственные измерения, руководит действиями водителя и 2-го исполнителя)	103	Следит за состоянием вентиляции и вытяжки
301	Контролирует работу стенда «Биланматик»	301	Фары дальнего и ближнего света; дополнительные фары (проводит измерения)
302	Контролирует работу стенда «Биланматик»	302	Противотуманные фары. Проводит измерения

Приложение 5

ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГТО В СРЕДЕ VBA

```
Sub ОткрытьДокумент()  
“  
“ ОткрытьДокумент Макрос  
“ Макрос записан 14.03.2008 (user)  
“  
  
Dim i As Long, n As Long  
lstFiles.Clear  
With Application.FileSearch  
.LookIn = «D:\»  
.SearchSubFolders = True  
.Filename = «*.rez»  
n = .FoundFiles.Count  
.Execute SortOrder:=msoSortOrderAscending  
If n > 0 Then  
For i = 1 To n  
lstFile.AddItem .FoundFiles(i)  
Next i  
Else  
MsgBox «Файлы не найдены»  
End If  
End With  
End Sub  
  
Private Sub cmdOpen_Click()  
If lstFiles.Text = Empty Then Exit Sub  
Workbooks.Open lstFiles.Text  
End Sub  
  
Sub Ввод_данных()  
Dim I1(70) As String  
Dim Запись(70) As String  
ИмяФайла = InputBox(«Введите имя файла», «Ввод имени файла  
для обработки данных ГТО»)  
k = 1  
Number = FreeFile  
«Open «d:\file1.txt» For Input As #Number  
Open ИмяФайла For Input As #Number  
Do Until EOF(Number)  
Line Input #Number, I1(k)  
k = k + 1
```

Loop

Запись(1) = Mid(I1(5), 7, 10)

Запись(2) = Mid(I1(6), 7, 5)

Запись(3) = Mid(I1(7), 6, 4)

Запись(4) = Mid(I1(8), 5, 3)

Запись(5) = Mid(I1(10), 7, 5)

Запись(6) = Mid(I1(11), 8, 4)

For i = 7 To 66

Запись(i) = Mid(I1(22), i, 1)

Next i

For i = 1 To 66

ActiveCell.Offset(rowoffset:=i, columnoffset:=0).FormulaLocal =
Запись(i)

Next i

End Sub

Приложение 6

РЕЗУЛЬТАТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПТО

Таблица 1

Характеристики работы ПТО при 6-дневной рабочей неделе

Поступило на ПТО, ед./год	Обслужено на ПТО, ед./год	Среднее количество автомобилей в очереди, ед.	Среднее время ожидания осмотра, ч	Среднее время пребывания на ПТО, ч
Однопостовая схема				
1000	1000	0.10	0.07	0.74
2000	1975	0.57	0.38	1.05
3000	2778	1.49	1.00	1.67
4000	3256	2.48	1.66	2.33
5000	3476	3.22	2.16	2.83
6000	3568	3.70	2.48	3.15
7000	3607	4.00	2.68	3.35
8000	3624	4.20	2.81	3.48
9000	3632	4.34	2.90	3.57
10000	3636	4.43	2.97	3.64
11000	3639	4.51	3.02	3.69
12000	3640	4.57	3.06	3.73
13000	3641	4.61	3.09	3.76
14000	3641	4.65	3.11	3.78
15000	3641	4.68	3.14	3.81
16000	3641	4.71	3.15	3.82
17000	3642	4.73	3.17	3.84
18000	3642	4.75	3.18	3.85
19000	3642	4.76	3.19	3.86
20000	3642	4.78	3.20	3.87
Двухпостовая схема				
1000	1000	0.02	0.01	0.67
2000	1999	0.10	0.03	0.69
3000	2992	0.27	0.09	0.75
4000	3953	0.55	0.18	0.84
5000	4834	0.95	0.31	0.97
6000	5580	1.44	0.47	1.13
7000	6157	1.95	0.64	1.30
8000	6570	2.42	0.80	1.46
9000	6851	2.84	0.94	1.60
10000	7036	3.17	1.05	1.71
11000	7156	3.44	1.14	1.80
12000	7233	3.66	1.21	1.87
13000	7284	3.83	1.27	1.93
14000	7317	3.97	1.31	1.97
15000	7340	4.09	1.35	2.01
16000	7355	4.18	1.38	2.04
17000	7366	4.25	1.40	2.06

Окончание табл. 1

Поступило на ПТО, ед./год	Обслужено на ПТО, ед./год	Среднее количество автомобилей в очереди, ед.	Среднее время ожидания осмотра, ч	Среднее время пребывания на ПТО, ч
18000	7373	4.32	1.43	2.09
19000	7378	4.37	1.44	2.10
20000	7382	4.42	1.46	2.12
Трехпостовая схема				
1000	1000	0.01	0.00	0.75
2000	2000	0.05	0.01	0.76
3000	2998	0.13	0.03	0.78
4000	3989	0.27	0.07	0.82
5000	4956	0.48	0.12	0.87
6000	5871	0.75	0.19	0.94
7000	6701	1.09	0.27	1.02
8000	7418	1.47	0.37	1.12
9000	8005	1.86	0.46	1.21
10000	8465	2.23	0.56	1.31
11000	8813	2.57	0.64	1.39
12000	9070	2.87	0.72	1.47
13000	9257	3.13	0.78	1.53
14000	9391	3.34	0.84	1.59
15000	9488	3.53	0.88	1.63
16000	9558	3.68	0.92	1.67
17000	9608	3.81	0.95	1.70
18000	9645	3.93	0.98	1.73
19000	9672	4.02	1.00	1.75
20000	9692	4.10	1.03	1.78
Четырехпостовая схема				
1000	1000	0.01	0.00	0.68
2000	2000	0.02	0.00	0.68
3000	3000	0.06	0.01	0.69
4000	3999	0.11	0.02	0.70
5000	4994	0.18	0.03	0.71
6000	5981	0.29	0.05	0.73
7000	6951	0.42	0.07	0.75
8000	7892	0.59	0.10	0.78
9000	8788	0.79	0.13	0.81
10000	9623	1.02	0.17	0.85
11000	10384	1.27	0.22	0.90
12000	11060	1.53	0.26	0.94
13000	11647	1.80	0.31	0.99
14000	12146	2.05	0.35	1.03
15000	12564	2.30	0.39	1.07
16000	12907	2.53	0.43	1.11
17000	13187	2.74	0.47	1.15
18000	13413	2.93	0.50	1.18
19000	13594	3.11	0.53	1.21
20000	13739	3.26	0.55	1.23

Таблица 2

Характеристики работы ПТО при 7-дневной рабочей неделе

Поступило на ПТО, ед./год	Обслужено на ПТО, ед./год	Среднее количество автомобилей в очереди, ед.	Среднее время ожидания осмотра, ч	Среднее время пребывания на ПТО, ч
Однопостовая схема				
1000	1000	0.07	0.05	0.72
2000	1990	0.36	0.24	0.91
3000	2893	0.99	0.66	1.33
4000	3565	1.84	1.23	1.90
5000	3961	2.63	1.76	2.43
6000	4162	3.23	2.16	2.83
7000	4259	3.64	2.44	3.11
8000	4306	3.92	2.62	3.29
9000	4329	4.11	2.75	3.42
10000	4341	4.25	2.85	3.52
11000	4348	4.36	2.92	3.59
12000	4352	4.44	2.97	3.64
13000	4354	4.50	3.01	3.68
14000	4355	4.55	3.05	3.72
15000	4356	4.59	3.08	3.75
16000	4357	4.63	3.10	3.77
17000	4357	4.66	3.12	3.79
18000	4358	4.68	3.14	3.81
19000	4358	4.70	3.15	3.82
20000	4358	4.72	3.16	3.83
Двухпостовая схема				
1000	1000	0.01	0.00	0.66
2000	2000	0.07	0.02	0.68
3000	2997	0.17	0.06	0.72
4000	3981	0.35	0.11	0.77
5000	4928	0.61	0.20	0.86
6000	5799	0.96	0.32	0.98
7000	6555	1.36	0.45	1.11
8000	7172	1.79	0.59	1.25
9000	7648	2.20	0.73	1.39
10000	7998	2.58	0.85	1.51
11000	8249	2.91	0.96	1.62
12000	8425	3.18	1.05	1.71
13000	8547	3.41	1.13	1.79
14000	8632	3.60	1.19	1.85
15000	8692	3.76	1.24	1.90
16000	8734	3.89	1.28	1.94
17000	8763	4.00	1.32	1.98
18000	8785	4.09	1.35	2.01
19000	8800	4.17	1.38	2.04
20000	8811	4.23	1.40	2.06
Трехпостовая схема				
1000	1000	0.01	0.00	0.75
2000	2000	0.04	0.01	0.76

Окончание табл. 2

Поступило на ПТО, ед./год	Обслужено на ПТО, ед./год	Среднее количество автомобилей в очереди, ед.	Среднее время ожидания осмотра, ч	Среднее время пребывания на ПТО, ч
3000	2999	0.09	0.02	0.77
4000	3996	0.17	0.04	0.79
5000	4982	0.30	0.08	0.83
6000	5946	0.48	0.12	0.87
7000	6866	0.71	0.18	0.93
8000	7720	0.98	0.25	1.00
9000	8485	1.29	0.32	1.07
10000	9145	1.61	0.40	1.15
11000	9697	1.93	0.48	1.23
12000	10144	2.24	0.56	1.31
13000	10497	2.53	0.63	1.38
14000	10772	2.78	0.70	1.45
15000	10983	3.01	0.75	1.50
16000	11143	3.21	0.80	1.55
17000	11266	3.39	0.85	1.60
18000	11358	3.54	0.88	1.63
19000	11429	3.67	0.92	1.67
20000	11483	3.78	0.94	1.69
Четырехпостовая схема				
1000	1000	0.00	0.00	0.68
2000	2000	0.02	0.00	0.68
3000	3000	0.04	0.01	0.69
4000	4000	0.07	0.01	0.69
5000	4998	0.12	0.02	0.70
6000	5993	0.18	0.03	0.71
7000	6981	0.27	0.05	0.73
8000	7956	0.38	0.06	0.74
9000	8910	0.51	0.09	0.77
10000	9834	0.66	0.11	0.79
11000	10715	0.83	0.14	0.82
12000	11542	1.03	0.17	0.85
13000	12307	1.24	0.21	0.89
14000	13003	1.45	0.25	0.93
15000	13624	1.67	0.28	0.96
16000	14171	1.89	0.32	1.00
17000	14646	2.11	0.36	1.04
18000	15054	2.31	0.39	1.07
19000	15400	2.50	0.43	1.11
20000	15692	2.68	0.46	1.14

Приложение 7

**ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ
ДВУХПОСТОВОГО ПТО НА ЯЗЫКЕ FORTRAN**

```
module TextTransfer
integer(4), parameter :: nresults = 50
contains
function RuDosWin(string, dos_win)
character(ncresults):: RuDosWin
character(*), intent(in):: string
logical(4), intent(in):: dos_win
integer(2):: i, dos_win_code, dif
RuDosWin = string
do i=1,len_trim(RuDosWin)
dos_win_code = iachar(RuDosWin(i:i))
dif = 0
if(dos_win) then
select case(dos_win_code)
case(128:175)
dif =64
case(224:239)
dif =16
end select
else
select case(dos_win_code)
case(192:239)
dif =-64
case(240:255)
dif=-16
end select
end if
if(dif/=0) RuDosWin(i:i) = char(dos_win_code + dif)
end do
end function RuDosWin
end module TextTransfer

program gto
integer n,qm
real x,hav(100)
real lam,qu,tm,ni(100),t1(100),t2(100),t3(100),t4(100)
real r1(100),r2(100),r3(100),r4(100),tp1(100),tp4(100)
real to1(100),to2(100),to3(100),to4(100),nu(100)
```

```
character(50)::fnv='vivod.txt'  
  
call smon  
read *, n  
nnn=n  
  
call smol  
read *, lam  
ll=lam  
  
call smoq  
read *, qu  
qq=qu  
  
call smot  
read *, tm  
ttm=qu  
  
call smom  
read *, qm  
qqq=qm  
  
!open(2,file=fnd)  
open(5,file=fnv)  
  
ni=0;t1=0;t2=0;t3=0;t4=0;r1=0;r2=0;r3=0;r4=0  
tp1=0;tp4=0;to1=0;to2=0;to3=0;to4=0  
  
10 continue  
do i=1,n  
ni(i)=ni(i)+1  
  
call random seed()  
call random number(x)  
call random number(hav)  
  
no=0;nt=0;pz=0;rz=0  
do k=1,m  
read(2,*,iostat=ios)otk(k)  
x(k)=otk(k)  
pi(k)=0;ri(k)=0  
enddo
```

```
k=1
do while (k<=m)
if (x(k)<=lll) then
no=no+1;pi(k)=no;pii(k)=pi(k)/m
if (pii(k)>0) then
pz=pii(k)
endif
else
nt=nt+1;ri(k)=nt;rii(k)=ri(k)/m
if (rii(k)>0) then
rz=rii(k)
endif
endif
k=k+1
xoo=xo(m)
enddo
```

```
k=1
do while (k<=m)
if (x(k)<=lll.and.pii(k)>0) then
xo(k)=xo(k-1)+x(k);xnt(k)=xo(k)/pi(k)
else
xo(k)=xo(k-1)
end if
if (xnt(k)>0) then
xk=xnt(k)
endif
k=k+1
end do
```

```
xoo=xo(m)
```

```
12 continue
```

```
k=1
write(5,*)
do while (k<=m)
write(5,'(i4,a,f8.2,a,f8.2,a,f8.2)',x(k),' ",pii(k)," ",rii(k)," ",xnt(k)
k=k+1
enddo
write(5,'(a,f4.2,a,f4.2,a,f4.2)',pz=',pz,' rz=',rz,' rd=',rd !,'
xk=',xk
end program opt
```

```
subroutine smon
use TextTransfer
character(120)::string
print *, trim(RuDosWin("Введите объем выборки", .false.))
end subroutine smon
```

```
subroutine smol
use TextTransfer
character(120)::string
print *, trim(RuDosWin("Введите интенсивность поступления требований", .false.))
end subroutine smol
```

```
subroutine smoq
use TextTransfer
character(120)::string
print *, trim(RuDosWin("Введите интенсивность обслуживания", .false.))
end subroutine smoq
```

```
subroutine smot
use TextTransfer
character(120)::string
print *, trim(RuDosWin("Введите время на маневрирование", .false.))
end subroutine smot
```

```
subroutine smom
use TextTransfer
character(120)::string
print *, trim(RuDosWin("Введите максимальную длину очереди", .false.))
end subroutine smom
```


Приложение 8

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОХОЖДЕНИЯ ГТО
НА ГОЛОВНОМ ОТДЕЛЕНИИ ООО «АВТОКОНТРОЛЬ»
ЗА 2007 год**

Категория ТС	Осмотр		Выявлено	
	первый	второй	исправный	неисправный
		Январь		
м1	78	23	90	11
м2	2	8	9	1
м3	8	4	9	3
п1	7	5	9	3
п2	5	1	4	2
п3	1	4	4	1
о1	1	1	2	0
о2	0	0	0	0
о3	0	0	0	0
о4	2	1	3	0
		Февраль		
м1	234	58	271	21
м2	12	11	20	3
м3	17	18	31	4
п1	10	4	14	0
п2	7	2	7	2
п3	4	1	3	2
о1	3	0	3	0
о2	0	0	0	0
о3	1	0	0	1
о4	3	1	4	0
		Март		
м1	352	132	442	42
м2	17	22	36	3
м3	37	26	62	1
п1	22	15	33	4
п2	22	8	25	5
п3	31	9	36	4
о1	10	0	10	0
о2	0	0	0	0
о3	6	0	6	0
о4	8	0	8	0
		Апрель		
м1	329	154	466	17
м2	17	21	37	1
м3	30	37	57	10
п1	17	17	32	2
п2	36	23	47	12
п3	56	12	58	10
о1	12	0	12	0
о2	0	0	0	0
о3	17	1	18	0
о4	10	2	10	2

Категория ТС	Осмотр		Выявлено	
	первый	второй	исправный	неисправный
Май				
м1	280	151	413	18
м2	9	6	13	2
м3	9	17	24	2
п1	18	16	32	2
п2	23	11	24	10
п3	11	11	19	3
о1	0	0	0	0
о2	0	0	0	0
о3	3	1	4	0
о4	3	0	2	1
Июнь				
м1	340	148	466	22
м2	1	9	9	1
м3	10	14	21	3
п1	15	12	27	0
п2	10	13	23	0
п3	8	9	16	1
о1	9	0	9	0
о2	0	0	0	0
о3	3	0	3	0
о4	4	1	5	0
Июль				
м1	371	179	523	27
м2	6	12	12	6
м3	12	1	8	5
п1	12	12	21	3
п2	12	9	20	1
п3	8	2	8	2
о1	24	0	24	0
о2	0	0	0	0
о3	4	0	4	0
о4	0	1	1	0
Август				
м1	294	200	451	43
м2	2	7	8	1
м3	11	8	15	4
п1	1	8	19	3
п2	10	6	14	2
п3	5	1	6	0
о1	17	0	17	0
о2	0	0	0	0
о3	2	0	2	0
о4	0	0	0	0

Категория ТС	Осмотр		Выявлено	
	первый	второй	исправный	неисправный
Сентябрь				
м1	242	150	360	32
м2	4	6	9	1
м3	21	23	43	1
п1	25	10	31	4
п2	9	8	14	3
п3	7	2	8	1
о1	8	0	8	0
о2	0	0	0	0
о3	3	1	4	0
о4	3	2	5	0
Октябрь				
м1	230	133	334	29
м2	9	12	19	2
м3	20	25	38	7
п1	14	8	21	1
п2	14	6	17	3
п3	7	4	11	0
о1	3	0	3	0
о2	0	0	0	0
о3	1	0	1	0
о4	2	1	3	0
Ноябрь				
м1	119	75	171	23
м2	6	7	11	2
м3	19	15	27	7
п1	21	7	26	2
п2	9	1	7	3
п3	7	1	7	1
о1	1	0	1	0
о2	0	0	0	0
о3	1	0	1	0
о4	4	0	4	0
Декабрь				
м1	28	4	30	2
м2	1	1	2	0
м3	3	1	3	1
п1	4	1	5	0
п2	2	0	1	1
п3	0	0	0	0
о1	0	0	0	0
о2	0	0	0	0
о3	1	0	1	0
о4	1	0	1	0

Приложение 9

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ,
ОЦЕНИВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЮ РАБОТЫ ПТО

Таблица 1

**Значения показателей, оценивающих организацию работы ПТО
при 6-дневной рабочей неделе**

Поступило на ПТО, ед./год	Обобщенный показатель, руб./ед.	Удельные затраты, руб./ед.	Удельный потерянный доход, руб./ед.
Однопостовая схема			
1000	968.0	968	0
2000	497.3	490	7.3
3000	394.0	348	46
4000	428.4	297	131.4
5000	530.1	278	252.1
6000	662.9	271	391.9
7000	808.9	268	540.9
8000	961.3	267	694.3
9000	1115.8	266	849.8
10000	1272.4	266	1006.4
11000	1429.1	266	1163.1
12000	1586.6	266	1320.6
13000	1744.0	266	1478
14000	1901.9	266	1635.9
15000	2059.9	266	1793.9
16000	2217.8	266	1951.8
17000	2375.0	266	2109
18000	2532.8	266	2266.8
19000	2690.7	266	2424.7
20000	2848.6	266	2582.6
Двухпостовая схема			
1000	1200.0	1200	0
2000	601.3	601	0.3
3000	402.5	401	1.5
4000	310.8	304	6.8
5000	267.7	248	19.7
6000	258.3	215	43.3
7000	273.7	195	78.7
8000	308.2	183	125.2
9000	355.4	175	180.4
10000	413.2	171	242.2
11000	476.9	168	308.9
12000	545.0	166	379
13000	616.2	165	451.2
14000	689.2	164	525.2
15000	764.1	164	600.1
16000	838.8	163	675.8
17000	915.0	163	752

Окончание табл. 1

Поступило на ПТО, ед./год	Обобщенный показатель, руб./ед.	Удельные затраты, руб./ед.	Удельный потерянный доход, руб./ед.
18000	991.8	163	828.8
19000	1068.8	163	905.8
20000	1145.8	163	982.8
Трехпостовая схема			
1000	1575.0	1575	0
2000	787.0	787	0
3000	525.4	525	0.4
4000	396.6	395	1.6
5000	323.1	318	5.1
6000	280.6	268	12.6
7000	260.7	235	25.7
8000	257.1	212	45.1
9000	268.5	197	71.5
10000	290.3	186	104.3
11000	321.7	179	142.7
12000	359.7	174	185.7
13000	402.5	170	232.5
14000	450.2	168	282.2
15000	500.0	166	334
16000	552.5	165	387.5
17000	606.4	164	442.4
18000	661.1	163	498.1
19000	717.5	163	554.5
20000	773.5	162	611.5
Четырехпостовая схема			
1000	1808.0	1808	0
2000	904.0	904	0
3000	603.0	603	0
4000	452.1	452	0.1
5000	362.7	362	0.7
6000	303.8	302	1.8
7000	264.1	260	4.1
8000	236.9	229	7.9
9000	219.9	206	13.9
10000	210.5	188	22.5
11000	208.1	174	34.1
12000	211.9	163	48.9
13000	221.8	155	66.8
14000	236.8	149	87.8
15000	255.5	144	111.5
16000	277.8	140	137.8
17000	303.3	137	166.3
18000	331.6	135	196.6
19000	361.7	133	228.7
20000	394.0	132	262

Таблица 2

**Значения показателей, оценивающих организацию работы ПТО
при 7-дневной рабочей неделе**

Поступило на ПТО, ед./год	Обобщенный показатель, руб./ед.	Удельные затраты, руб./ед.	Удельный потерянный доход, руб./ед.
Однопостовая схема			
1000	968.0	968	0
2000	488.9	486	2.9
3000	355.3	334	21.3
4000	341.2	271	70.2
5000	394.8	244	150.8
6000	485.9	232	253.9
7000	597.1	227	370.1
8000	718.3	225	493.3
9000	844.4	224	620.4
10000	972.6	223	749.6
11000	1102.7	223	879.7
12000	1232.5	222	1010.5
13000	1363.8	222	1141.8
14000	1495.5	222	1273.5
15000	1627.0	222	1405
16000	1758.5	222	1536.5
17000	1890.5	222	1668.5
18000	2021.9	222	1799.9
19000	2153.9	222	1931.9
20000	2285.8	222	2063.8
Двухпостовая схема			
1000	1035.0	1035	0
2000	600.0	600	0
3000	401.6	401	0.6
4000	304.7	302	2.7
5000	252.4	244	8.4
6000	226.9	207	19.9
7000	222.0	183	39
8000	233.4	167	66.4
9000	258.6	157	101.6
10000	293.9	150	143.9
11000	337.8	146	191.8
12000	386.0	142	244
13000	439.6	140	299.6
14000	496.6	139	357.6
15000	555.3	138	417.3
16000	615.4	137	478.4
17000	677.5	137	540.5
18000	740.1	137	603.1
19000	802.5	136	666.5
20000	866.2	136	730.2
Трехпостовая схема			
1000	1575.0	1575	0
2000	787.0	787	0

Окончание табл. 2

Поступило на ПТО, ед./год	Обобщенный показатель, руб./ед.	Удельные затраты, руб./ед.	Удельный потерянный доход, руб./ед.
3000	525.2	525	0.2
4000	394.6	394	0.6
5000	318.1	316	2.1
6000	270.2	265	5.2
7000	240.2	229	11.2
8000	224.9	204	20.9
9000	220.9	186	34.9
10000	225.8	172	53.8
11000	239.3	162	77.3
12000	260.2	155	105.2
13000	287.1	150	137.1
14000	318.3	146	172.3
15000	353.3	143	210.3
16000	391.6	141	250.6
17000	432.7	140	292.7
18000	475.3	139	336.3
19000	518.9	138	380.9
20000	563.5	137	426.5
Четырехпостовая схема			
1000	1642.0	1642	0
2000	821.0	821	0
3000	547.0	547	0
4000	411.0	411	0
5000	329.2	329	0.2
6000	274.7	274	0.7
7000	236.6	235	1.6
8000	209.2	206	3.2
9000	189.8	184	5.8
10000	176.7	167	9.7
11000	168.3	153	15.3
12000	164.8	142	22.8
13000	165.4	133	32.4
14000	170.1	126	44.1
15000	179.1	121	58.1
16000	190.2	116	74.2
17000	204.4	112	92.4
18000	221.5	109	112.5
19000	241.4	107	134.4
20000	262.9	105	157.9

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов	3
Глава 1. ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕГИОНЕ.....	4
1.1. Значение технической эксплуатации автомобилей в экономике региона	4
1.2. Анализ разработок по проблеме управления техническим состоянием автотранспортных средств в регионе	12
1.3. Основные направления управления техническим состоянием автотранспортных средств в регионе	15
Глава 2. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕГИОНЕ.....	20
2.1. Обзор методов и моделей управления техническим состоянием автотранспортных средств в регионе	20
2.2. Методы диагностирования при управлении техническим состоянием автотранспортных средств в регионе	24
2.3. Моделирование поддержания работоспособного технического состояния автотранспортных средств в регионе	30
2.4. Математическая модель процесса государственного технического осмотра автотранспортных средств в регионе	40
Глава 3. ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕГИОНЕ.....	47
3.1. Роль диагностической информации при организации проверки технического состояния автотранспортных средств в регионе	47
3.2. Информационное обеспечение при организации проверки технического состояния автотранспортных средств в регионе	53
3.3. Программно-техническое обеспечение при организации проверки технического состояния автотранспортных средств в регионе	59
Глава 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ПУНКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА.....	67
4.1. Показатели оценки организации работы пунктов технического осмотра	67
4.2. Методика оценки организации работы ПТО	70
4.3. Алгоритм и программное обеспечение оптимизации производственного процесса ПТО	80
4.4. Анализ результатов моделирования	87
ЛИТЕРАТУРА	94
ПРИЛОЖЕНИЯ	102

Научное издание

Анатолий Николаевич Киселенко
Петр Александрович Малащук

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕГИОНЕ

*Рекомендовано к печати ученым советом
Института биологии Коми научного центра УрО РАН*

Редактор Т.В. Цветкова
Оригинал-макет Е.А. Волкова
Художник О.П. Вележанинов

Лицензия № 0047 от 0.01.1999.

Подписано в печать 10.06.2010. Формат 60×90^{1/16}. Бум. офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 8.0. Уч.-изд. л. 8.0.
Тираж 150 экз. Заказ № 25.

Информационно-издательский отдел Коми НЦ УрО РАН.
167982, ГСП, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48