

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»  
КАФЕДРА «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Утверждаю:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Ю.В. Родионов  
(подпись, инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_ число \_\_\_\_\_ месяц \_\_\_\_\_ год

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

Совершенствование диагностирования трансмиссии автомобилей

Автор ВКР \_\_\_\_\_

*подпись*

\_\_\_\_\_ В.Н. Боровков \_\_\_\_\_

*инициалы, фамилия*

Направление подготовки 23.04.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
*(наименование)*

Группа ЭТМК-21М

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

*подпись*

\_\_\_\_\_ дата

\_\_\_\_\_ В.В. Лянденбурский \_\_\_\_\_

*инициалы, фамилия*

Пенза, 2017 г.

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

Согласовано:  
Декан АДИ

\_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы, фамилия) **Ю.В. Родионов**

\_\_\_\_\_  
число

\_\_\_\_\_  
месяц

\_\_\_\_\_  
год

Утверждаю:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы, фамилия) **Ю.В. Родионов**

\_\_\_\_\_  
число

\_\_\_\_\_  
месяц

\_\_\_\_\_  
год

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ  
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Студенту гр. ЭТМК-21М Боровкову Вячеславу Николаевичу

Тема ВКР: Совершенствование диагностирования трансмиссии автомобилей

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
утверждена приказом по ПГУАС № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2016 г.  
число месяц год

ВКР представляется к защите \_\_\_\_\_ июня 2017 года  
число месяц год

Научный руководитель ВКР \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_  
дата

**Лянденбургский В.В.**

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению Вячеслав Николаевич Боровков  
(Ф.И.О. студента)

# Содержание

<b>Аннотация</b> .....	4
<b>Введение</b> .....	5
<b>1. Анализ методов диагностирования главных передач</b> .....	7
1.1. Влияние диагностирования на повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей.....	7
1.2 Совершенствование методов оценки технического состояния	
1.7 Встроенная система диагностирования главной передачи грузовых автомобилей.....	62
1.8 Методика экспериментальных исследований отказов трансмиссий автомобилей.....	71
<b>2. Анализ неисправностей</b> .....	75
2.1 Анализ неисправностей главной передачи автомобилей КАМАЗ.....	75
<b>4. Экологичность и безопасность проекта</b> .....	89
4.1 Основные решения по охране труда при совершенствовании ВСД.....	89
4.2. Влияние ВСД на экологические параметры автомобиля.....	97
<b>5. Экономический раздел</b> .....	101
5.1 Оценка экономической эффективности внедрения системы диагностирования автомобильных дизелей.....	101
<b>Заключение</b> .....	106
<b>Список использованной литературы</b> .....	109

## **Аннотация**

Для ВСД был разработан алгоритм программы, при работе которого происходит опрос всех датчиков и сравнение параметров. Данная встроенная система работает на встроенном вероятностно логическом методе. Если есть неисправность то она выводится на экран, если неисправность не определяется датчиком, то неисправность определяется с помощью опросной части и она выводится на монитор ВСД.

Интерфейс и управление ВСД прост и не требует специальных навыков и обучения для её эксплуатации.

При поиске неисправностей, в процессе эксплуатации водитель или оператор могут вносить изменения в программу. Вся информация вводится в пользовательский интерфейс и попадают в базу данных.

Для ВСД составлена схема технологического процесса, включающая все элементы автомобиля: двигатель, трансмиссия, электрооборудование, рулевое оборудование, ходовая часть.

Для установки ВСД в автомобиль была составлена технологическая карта монтажа, в которой определённой последовательности указаны поочерёдные операции для выполнения установки.

Проведён расчёт экономической эффективности, которая показывает, что использование встроенной системы диагностирования позволяет существенно экономить материальные и временные затраты на данном АТП.

## Введение

Повышение эффективности функционирования подвижного состава автотранспортного предприятия обеспечивается своевременным техническим обслуживанием и ремонтом на основе диагностирования автомобилей. Однако не все предприятия обладают современным оборудованием для оценки технического состояния автомобилей, кроме того, периодичность контроля такова, что имеется возможность эксплуатации автомобилей с состоянием, требующим технического обслуживания (ТО) или текущего ремонта.

Для оперативного ежедневного контроля над состоянием подвижного состава автотранспортного предприятия (АТП) предлагается внедрить диагностический прибор, устанавливаемый в автомобиле, работа которого основана на фиксации и анализе показателей автомобиля при использовании диагностирования.

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Объединить маршрутный компьютер и диагностический тестер в одно устройство, технически возможно и экономически целесообразно, но и такое объединение не позволяет выявить все возможные неисправности автомобилей, поэтому нами предлагается кроме объединения маршрутного компьютера и диагностического тестера ввести в программу бортового компьютера опросную часть. Такое устройство должно устанавливаться в

салоне автомобиля на штатное место, предусмотренное для маршрутного компьютера.

Встроенная система диагностирования дизельных двигателей по сравнению со своими аналогами и предшественниками превосходит по многим техническим характеристикам: диапазоном рабочих температур, удобным интерфейсом, простым и легко обучаемым управлением функций, быстрота поиска неисправностей, маленькие габариты, большой дисплей и простота установки ВСД. Происходит постоянный контроль (технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом) основных элементов и позволяет выявить все возможные неисправности автомобиля, в следствии чего формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО). Система анализирует полученную информацию и формирует гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам и с использованием инструментальных средств диагностирования, что не было представлено в предыдущих, аналогичных, системах диагностирования.

Применение самодиагностирования позволяет увеличить уровень эксплуатационной надежности автомобильного парка, снизить материальные и трудовые затраты на проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей, уменьшить потребность в технологическом оборудовании и производственно-складских помещениях.

# **1 Анализ методов поиска неисправностей главных передач**

## **1.1 Влияние диагностирования на повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей**

Проблема повышения эффективности использования подвижного состава автомобильного транспорта, можно решить путем совершенствования управления техническим состоянием автомобилей, используя наиболее полно его индивидуальные возможности в процессе эксплуатации.

Анализ публикаций [1, 2] показывает, что сущность проблемы заключается в том, что из-за высокой разновидности ресурсов агрегатов и механизмов автомобилей (для системы питания дизелей, например, коэффициент вариации ресурса, составляет 0,26...0,78) их индивидуальные свойства при планово-предупредительной системе реализуются частично. В результате данного факта имеют место значительные потери трудовых и материальных ресурсов из-за несвоевременного контроля отказов, преждевременной профилактики и низкого уровня организации производства, из-за недостаточной индивидуальной информации о состоянии каждого автомобиля. Так, объем текущего ремонта автомобилей, заключающийся, в устранении отказов из-за ненадлежащего обнаружения неисправностей, составляет более 48% от общего объема трудовых затрат на техническое обслуживание автомобилей. Техническое состояние автомобиля в основном обнаруживается с помощью технического диагностирование.

Наиболее действенная стратегия по поддержанию автомобиля в исправном состоянии – техническое обслуживание и текущий ремонт по состоянию показателей диагностирования. При поиске дефектов методы диагностирования позволяют выявить вид и причину дефекта. По диагностическим параметрам все методы делят на три группы: [2]

- по параметрам рабочих процессов, которые позволяют проверить выходные показатели. Точность данных измерений высока, так как осуществляется прямое измерение контролируемой величины.

- по параметрам сопутствующих процессов менее достоверна, но все же позволяет нам косвенно определять параметры рабочих процессов (вибрация, нагрев, шум)

- по структурным параметрам, которые опираются на измерение износов деталей (корпуса ГНВД, прецизионных пар, кулачкового вала и т.д.).

Стоит отметить, что каждый метод предназначен для контроля определенного физического процесса. Поэтому техническое обслуживание и ремонт автомобиля в современных условиях нерационален без контрольно-диагностических работ, доля которых уже превысила 30% от трудоемкости ТО и Р [3]. Анализируя указанное, понимаем, что большое значение имеет проблема уменьшения трудовых затрат при выполнении диагностирования. По нашему мнению, решение этой проблемы будем осуществлять в двух направлениях:

- повышение эффективности внешнего стационарного диагностирования путем улучшения его методов и средств, в сочетании с внедрением автоматизированных систем управления производством ТО и Р;

- повышением контроля над пригодностью автомобилей и разработкой средств встроенного диагностирования, позволяющих осуществлять и анализировать непрерывный контроль за техническим состоянием автомобиля при минимальных затратах.



Развитие этих направлений мы думаем, должно осуществляться на единой технологической основе, обеспечивающей наибольшую эффективность их применения.

Следует отметить, что правильно проведенное диагностирование, способствует снижению затрат на ТО и Р и позволяет существенно улучшить эффективные показатели автомобиля, такие как мощность, расход топлива, токсичность отработавших газов.

Экономический эффект применения диагностирования подтверждает опыт ее внедрения. Так при внедрении диагностирования в процесс поиска неисправностей автомобиля наблюдается снижение затрат на ТР на 9...11%, сокращение расхода запасных частей на 8...11% и расхода топлива на 2...4%.

Таким образом, немаловажные резервы эффективности технической эксплуатации подвижного состава не могут быть реализованы без развития внешнего и встроенного диагностирования, которое является средством персональной оперативной информации о техническом состоянии автомобилей и каждого узла в отдельности, что особенно необходимо для автомобилей, работающих в отрыве от производственных баз.

Планово-предупредительная система контроля автомобилей не оправдывает себя из-за повышенных затрат на последующий ремонт. Необходим учет индивидуальных параметров автомобиля с наименьшими затратами по его диагностике и проведения ремонта после неё. На наш взгляд, надо уменьшить трудоемкость диагностирования созданием наиболее приемлемого метода улучшения технической эксплуатации двигателей сочетающий в себе возможность взаимодействия с автоматизированными системами и непрерывностью контроля с наименьшими затратами и наибольшей полезностью. Для этого нам нужно проанализировать работы, проведенные по данной проблеме и найти решение в виде усовершенствованного метода диагностирования.

## **1.2 Совершенствование методов оценки технического состояния автомобилей.**

Чтобы правильно и быстро поставить диагноз при проверке сложного объекта с помощью отдельных средств диагностирования, необходимо располагать большим количеством данных о функциональных связях между возможными неисправностями и их симптомами, а также обладать достаточным опытом.

Если по какой-либо составной части известны лишь комбинации симптомов и их связи с соответствующими неисправностями, но неизвестны вероятности наиболее частого возникновения, характерных для данного симптома, то в этом случае поиск конкретной неисправности ведут, исходя из предположения, что при данном симптоме все связанные с ним неисправности равновероятны.

Для выявления причин таких неисправностей должна быть разработана целая система измерительных преобразователей, которые фиксировали бы как редко, так и часто встречающиеся неисправности. Теоретически, такой метод определения неисправностей осуществим, но практически чрезвычайно сложен и дорог [1].

Применение положений теории вероятности, в частности теории информации, позволяет значительно упростить процесс постановки диагноза.

Сущность вероятностного подхода к определению характера неисправности заключается в следующем. На основе статистических данных о закономерностях изменения параметров состояния в зависимости от наработки составной части или машины в целом, о возможных комбинациях симптомов и их связях с неисправностями для каждой неисправности устанавливают вероятность её возникновения и вероятность появления каждого симптома. По полученным материалам разрабатывают программу поиска данной неисправности, который ведут в порядке убывания

вероятности возникновения различных отказов, характерных для данного симптома [2].

В целях ещё большего снижения затрат времени и средств на поиски неисправности при разработке программ - поисков следует принимать во внимание не только вероятность возникновения неисправности, но и время, затрачиваемое на выявление каждой из них при диагностировании. Поиск неисправностей по таким критериям получил название метода время-вероятность.

В этом случае последовательность проверки устанавливают, исходя из отношения времени  $t$ , необходимого на выявление неисправности, к вероятности  $p$  появления этой неисправности.

Поиск неисправности начинают с составных частей, для которых указанное отношение получается минимальным.

Наиболее часто встречается ослабление ремня вентилятора, а время, требуемое на проверку его натяжения, является минимальным. Отсюда следует, что поиск причины указанной неисправности нужно начинать с проверки натяжения ремня вентилятора.

При одинаковой вероятности возникновения двух или более неисправностей, характерных для какого-либо симптома, поиск осуществляют, исходя из минимального времени, затрачиваемого на проверку. Если отношение одинаково для поиска неисправностей с одинаковыми внешними признаками, то в этом случае поиск по методу «время-вероятность» неэффективен, т.к. он приводит к неопределённости, т.е. к случайному выбору последовательности поиска возникшей неисправности.

Важный критерий при выборе оптимальной последовательности поиска неисправностей – минимальная величина средней стоимости проверки. При использовании этого критерия стремятся к тому, чтобы максимальная стоимость поиска отказавшего элемента была наименьшей по сравнению с

затратами, получаемыми при других методах проверки. Такой метод поиска получил название метода минимакса [3].

Важнейшая проблема в области технической диагностики автомобилей – установление симптомов в зависимости от наработки составных частей или автомобиля в целом, а также выявление зависимостей между этими симптомами и соответствующим им параметрам технического состояния машин. Знание этих закономерностей и зависимостей при известных предельных значениях параметров технического состояния позволяет своевременно предупреждать неисправности и отказы.

Если имеются неисправности и отказы, сначала устанавливают возможные причины их возникновения по характерным признакам. Затем, исходя из предполагаемой причины возникновения неисправности, подбирают соответствующие диагностические средства, с помощью которых дают заключение (ставят диагноз) о характере и сущности неисправности.

Метод логического поиска с последовательным исключением не требует применения дополнительного диагностического оборудования, обладает невысокой трудоёмкостью, не требует от проводящего диагностирование высокой квалификации и специальных знаний, но обладает высокой зависимостью от человеческого фактора, т.е. диагностирование ведётся на основании показаний водителя. Для снижения влияния человеческого фактора нами предлагается использование вероятностного и логического методов поиска неисправностей, который обладает преимуществами проанализированных методов. Для реализации предлагаемого метода необходимо установить на автомобиль систему встроенного диагностирования для элементов наиболее часто выходящих из строя. Для дизельного двигателя такой системой является топливная система высокого давления. Это объясняется в основном качеством используемого топлива.

– С теоретической точки зрения топливная система представляет

собой совокупность последовательно соединенных элементов, отказ одного из которых способен привести к неисправности или полному отказу всей системы.

При отказе одного или нескольких элементов приводит к нарушению работы всей системы с заданными характеристиками и параметрами. При этом автомобиль может сохранить способность к движению при нарушенных параметрах топливной экономичности, экологичности, мощности и других, что равносильно отказу всей системы.

Из перечисленных элементов наиболее подвержены неисправностям форсунки и ТНВД. Наиболее эффективным на данный момент средством для самодиагностирования является накладной датчик, информация от которого обрабатывается и поступает на дисплей прибора. По частоте вращения и ее снижению можно судить о мощности двигателя и общем его состоянии. Обработка информации с датчиков систем смазки, охлаждения и топливной, позволит выявить с помощью логического метода предельные состояния двигателя и своевременно провести профилактические работы.

Правильность диагноза требует большого количества информации, поэтому методы, используемые в настоящее время по отдельности неэффективны. Предложенный нами вероятностно-логический метод основывается на взаимосвязанности неисправностей и позволяет нам диагностировать систему с помощью минимально необходимого количества датчиков для получения достоверной информации. Данный метод позволяет использовать совокупность недорогих, но эффективных мероприятий для качественной диагностики при минимальных затратах как трудовых, так и в плане технологического оснащения, что в настоящее время требуется для малых АТП, эксплуатирующих автомобили с дизельным двигателем.

## **2. Конструкторский раздел**

### **2.1. Встроенная система диагностирования главной передачи грузовых автомобилей.**

Одним из наиболее важных элементов автомобиля является трансмиссия, на которую приходится значительная доля работ по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование для диагностирования систем и механизмов трансмиссии, как и других элементов автомобиля, должно быть надежным и точным в работе. Перспективой является применение систем встроенного диагностирования, преимущество которых является то, что система быстро указывает водителю место, где возникла неисправность и какие работы необходимо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) либо устранить мелкие неисправности самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства диагностирования (ВСД) подразделяются на систему датчиков и контрольных точек, обеспечивающие вывод сигналов на внешние средства диагностирования, а также встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами.

Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контролирования работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурсов и наработок узлов, корректирования режимов ТО.

Автомобильные ВСД имеют бортовую сеть встроенных в конструкцию автомобилей датчиков и контрольных точек системы электрооборудования, подключаемую при диагностировании к внешней вторичной диагностической аппаратуре.

Наибольшее распространение получили встроенные системы с микропроцессорной обработкой, накоплением и выдачей информации водителю, в бортовой накопитель и на штекерный разъем, несущие функции всех двух указанных разновидностей.

Бортовой компьютер выдает водителю различную информацию о состоянии автомобиля, управляет средствами связи автомобиля с внешним миром, навигационной системой и т.д. Обычно бортовой компьютер выдает информацию на цифровой дисплей, управляется с пульта управления на приборном щитке автомобиля. Кроме того, выпускаются портативные коммуникаторы и органайзеры, которые можно подключать к шине данных автомобиля. Соответствующее программное обеспечение делает их частью автомобильной информационной системы. Все услуги связи, реализуемые в стационарном офисе, сегодня доступны и для автомобилей: факсимильная связь, автоответчик и т.д. Компьютер в автомобиле может быть подключен к сети Internet, при этом электронная почта становится доступной для

водителя, автомобиль превращается в офис на колесах. Однако для выявления неисправностей необходимо диагностирование на станциях технического обслуживания автомобилей с помощью диагностических тестеров.

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния трансмиссии (рис. 38). Имеется возможность определить неисправность в трансмиссии с помощью датчика температуры масла.

Блок обработки информации позволяет наряду с контактным датчиком температуры обеспечить бесконтактный съем информации в труднодоступных местах.

Введение датчика температуры масла в трансмиссии позволит следить за ее состоянием не покидая кабины водителя. Датчик будет устанавливаться в корпус коробки передач и главной передачи. Датчик будет показывать изменение температуры, что будет свидетельствовать о нагрузках на трансмиссию. Средняя рабочая температура масла в картере главной передачи составляет 80-95 °С, в жаркую погоду при городском цикле движения она может подниматься до 150 °С. Конструкция главной передачи такова, что если с двигателя снимается мощность большая, чем нужно для преодоления дорожного сопротивления, ее избыток расходуется на внутреннее трение масла и оно еще более нагревается. Высокие скорости движения потоков масла и температура вызывают интенсивную аэрацию, приводящую к вспениванию, что создает благоприятные условия, во-первых, для окисления масла, во-вторых, для коррозии металлов.

Разработанный макетный образец (рис. 2.1) системы технического диагностирования главной передачи состоит из трех основных блоков: набора датчиков; интерфейса и программного обеспечения.

Программа встроенной системы диагностирования включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведения о



работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются расчетно-анализирующим блоком. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятий решений по проведению профилактических работ для трансмиссии автомобиля.

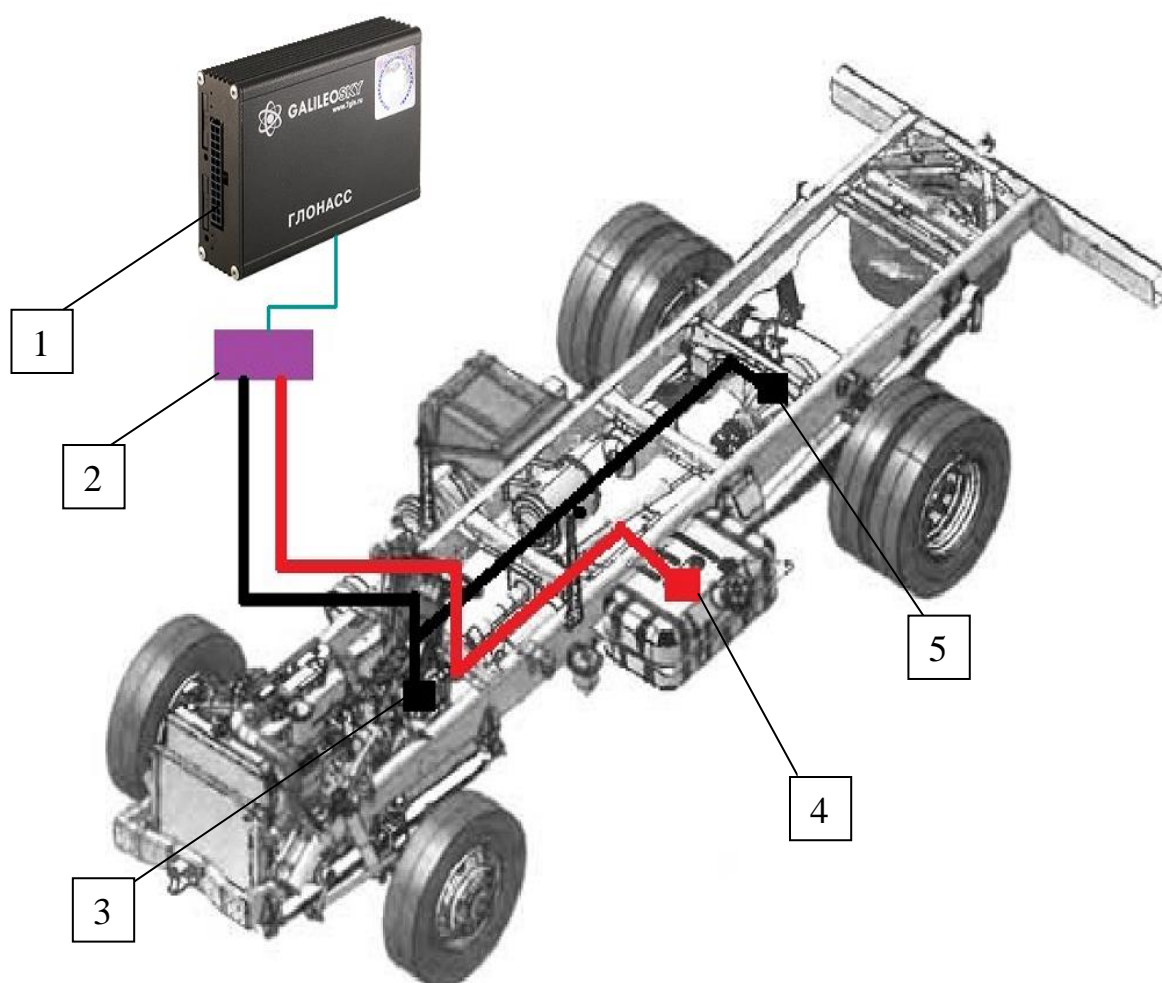


Рис. 2.1. Схема расположения датчиков

- 1- Передатчик GPS/ГЛОНАСС; 2 – встроенная система диагностирования; 3 – датчик температуры масла в коробке передач; 4 – датчик расхода топлива; 5 – датчик температуры масла в главной передаче

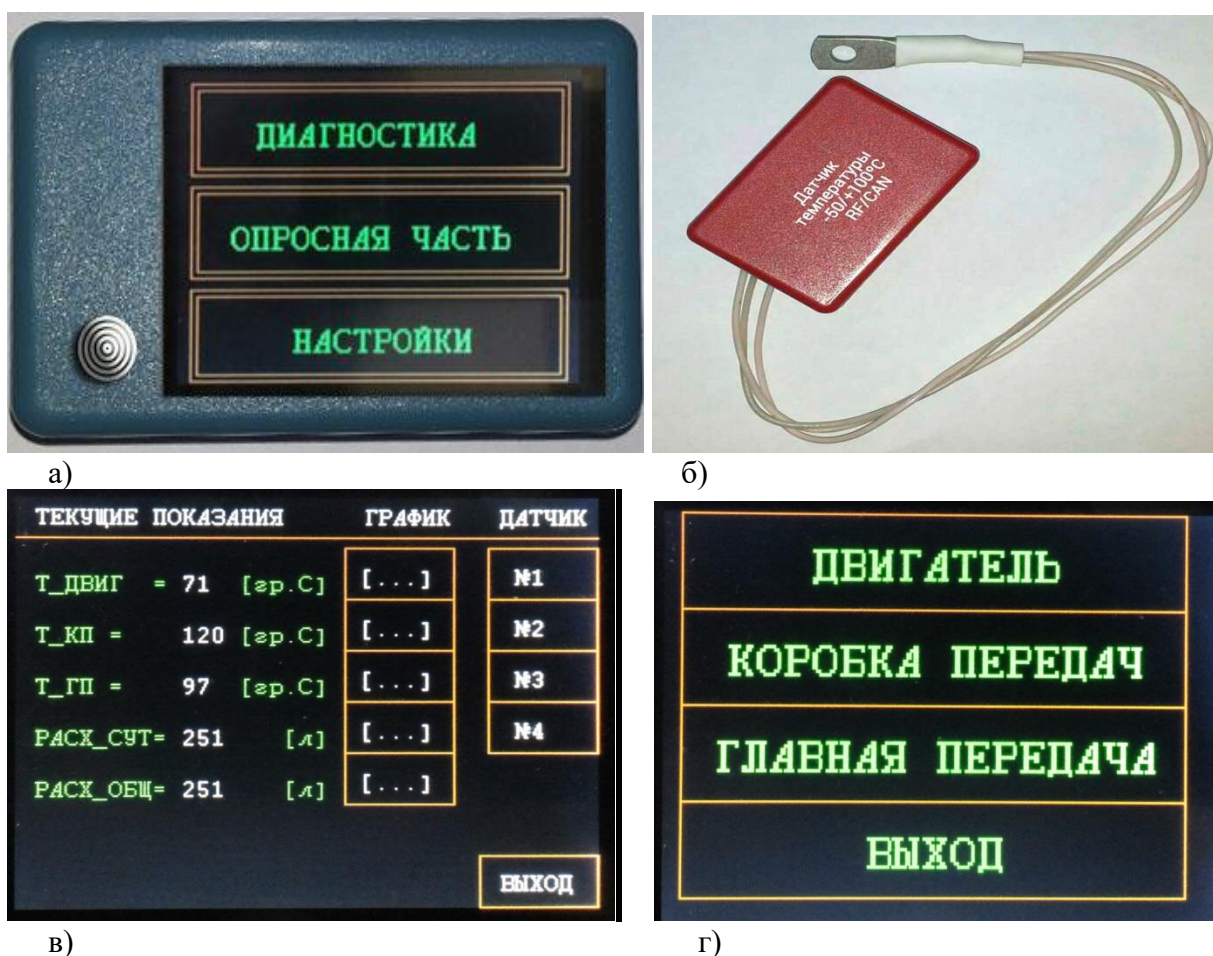


Рис. 2.2. Встроенная система диагностирования

а) – корпус встроенной системы диагностирования; б) – датчик температуры главной передачи; в) – текущие показания датчиков; г) – опросная часть встроенной системы диагностирования

Вторая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей в трансмиссии, третья часть опросная, рассчитана на остальные системы транспортного средства.

Если контакт с датчиком установлен, то в программу водителем вводятся начальные данные. Программа по показаниям датчика определяет превышение температуры и выводит на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в

главной передаче. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя. В конце процесса на экран выводиться неисправность.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какая наработка автомобиля, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов (рис. 2.3-2.7) системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов.

**ВЫБЕРИТЕ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫЕ  
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

**ГЛАВНОЕ МЕНЮ:**

- **ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА В СЦЕПЛЕНИИ**
- **ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА В КП**
- **ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА В ГП**

ДАЛЕЕ

Рис. 2.3. Главное меню

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом доступна инструкция о технологии проведения проверки. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности двигателя.

Разработанное оборудование для диагностирования главной передачи являются составными частями системы технического диагностирования автомобиля.

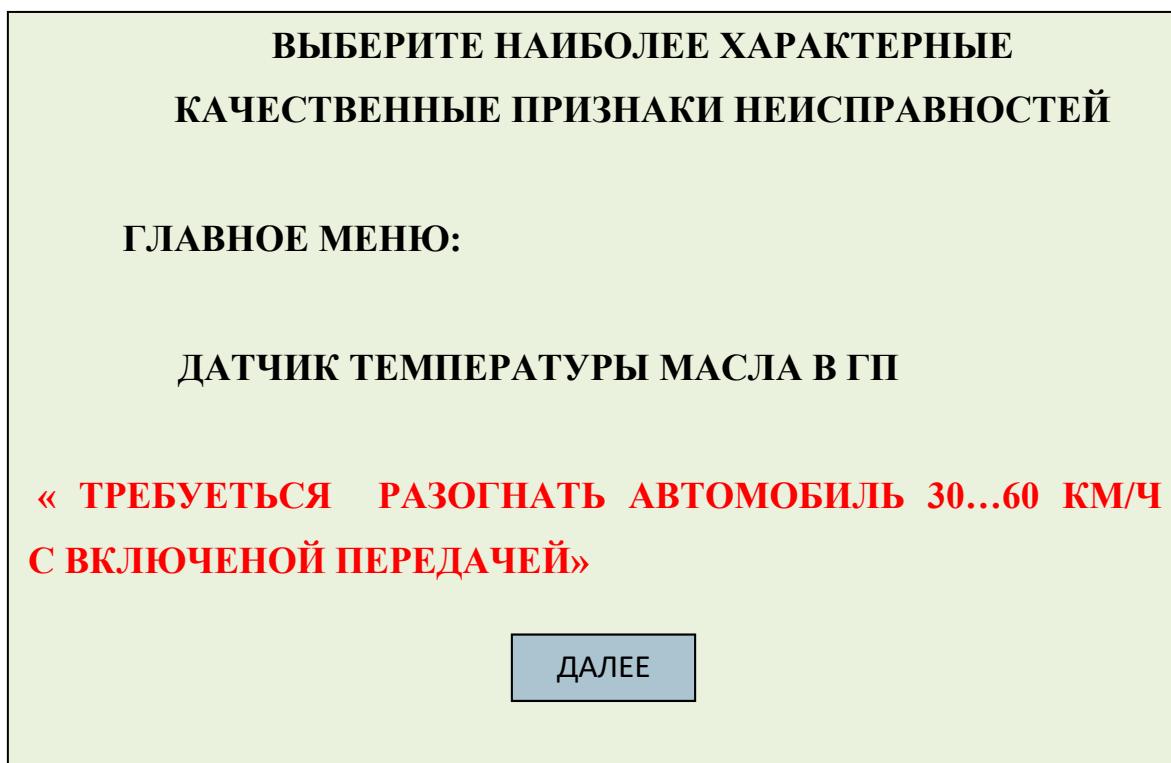


Рис. 2.4. Выбор признака

**ВЫБЕРИТЕ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫЕ  
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

**ГЛАВНОЕ МЕНЮ:**

**ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА В ГП**

- ПОСТОРОННИЙ ШУМ ПРИ РАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ
- **ПОСТОРОННИЕ ШУМЫ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ  
ДВИГАТЕЛЕМ**
- НЕПРЕРЫВНЫЙ ВОЙ ВЕДУЩЕГО МОСТА

ДАЛЕЕ

Рис. 2.5. Выбор признака

**ВЫВОД НЕИСПРАВНОСТИ**

**ГЛАВНОЕ МЕНЮ:**

**ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА В ГП**

**«НАРУШЕННО ЗАЦЕПЛЕНИЕ ВЕДОМОЙ ШЕСТЕРНИ»**

ДАЛЕЕ

Рис. 2.6. Вывод неисправности

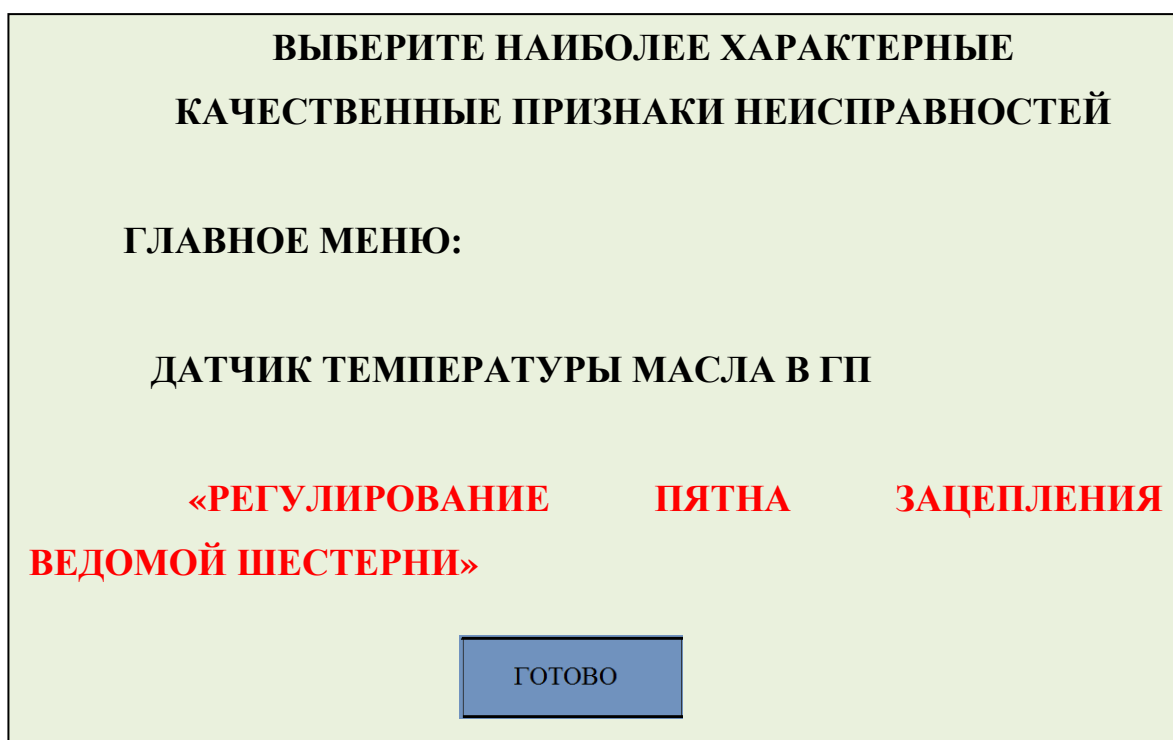


Рис. 2.7. Рекомендации по устранению неисправности

Техническая реализация системы технического диагностирования главной передачи может быть различной, в зависимости от условий использования системы и возможностей производства. Однако, принципиально возможны два варианта реализации системы диагностирования, отличающиеся типом ЭВМ.

Это может быть специализированная микро ЭВМ, интегрированная с интерфейсом датчиков и выполненная в виде переносного прибора – мотор-тестера.

Второй вариант реализации системы технического диагностирования главной передачи – использование персональных ЭВМ, как портативных, так и стационарных.

Внедрение системы диагностирования главной передачи, позволит снизить затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт, а также

повысить показатели эксплуатационной надежности автомобилей.

Для малых и средних АТП, а также автоколонн, работающих в отрыве от производственных баз, на основе анализа разработана методика контроля работоспособности и выявления неисправностей автомобилей, перспективная в отношении массового внедрения, с реализацией, как в средствах внешнего, так и встроенного диагностирования.

Разработан и внедрен в производственный процесс ТО и ремонта автомобилей ФГУП «УДС № 5 при Спецстрое России» г. Рязани макетный образец прибора для диагностирования автомобилей, который используется в учебном процессе ФГБОУ ВПО ПГУАС при подготовке инженеров автомобильных специальностей. Положительной особенностью прибора является возможность выявления выхода за пределы основного параметра главной передачи, используя датчик температуры, а неисправности выявляются с помощью логической составляющей.

## **2.2 Методика экспериментальных исследований отказов трансмиссий автомобилей.**

Экспериментальные исследования проводились с целью сбора данных для формирования модели эксплуатационной надёжности, а также практической апробации теоретической методики.

Система информационного обеспечения методики экспериментальных исследований максимально унифицировалась с системой информационного обеспечения, действующей на предприятиях, на которых проводился эксперимент.

Структурная схема методики экспериментальных исследований приведена на рис. 2.8. В соответствии с этой методикой на первом этапе производился выбор и обоснование объектов исследования, выбор плана проведения испытаний

и определение объема статистических наблюдений.

Для проведения экспериментальных исследований на предприятии должен быть налаженный документооборот, позволяющий получать достоверную информацию по отказам и неисправностям, выполняемым работам ТО и ремонта, их трудоёмкости. Производственно-техническая база предприятия, на котором проводится эксперимент, оснащение технологическим оборудованием и инструментом, нормативно-технологическое обеспечение должны обеспечивать качественное и своевременное выполнение ТО и ремонта трансмиссии автомобилей.

На третьем этапе на основе теоретических исследований определялся качественный состав необходимой информации, которую нужно получить в ходе пассивного эксперимента. Состав этой информации следующий:

количественные характеристики безотказности элементов объектов эксплуатационных испытаний; количественные характеристики ремонтпригодности элементов объектов эксплуатационных испытаний; данные о стоимости элементов структуры объектов эксплуатационных испытаний; экспертные знания о формировании отказов и неисправностей, о взаимосвязи элементов структуры объектов эксплуатационных испытаний.

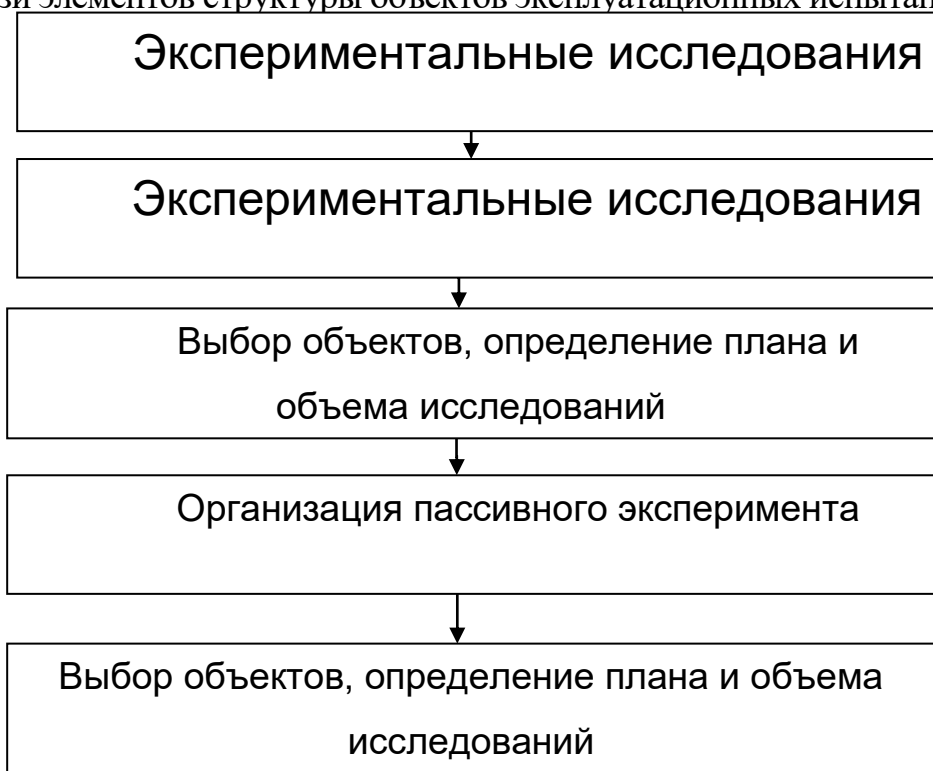






Рис. 2.8. Структурная схема методики экспериментальных исследований

Пассивный эксперимент заключался в получении информации о безотказности и ремонтпригодности трансмиссии автомобилей КАМАЗ.

На автомобильном транспорте часто используют план испытаний  $NRT$  по ГОСТ 27.502 [1], где  $N$  - число объектов в выборке;  $R$  - отказавшие изделия не восстанавливаются, а заменяются;  $T$  - наработка на критерий прекращения испытаний. В плане  $NRT$  неизвестными являются две величины - число объектов наблюдений и величина критерия прекращения испытаний. Согласно ГОСТ 27.502 [1] объём выборки зависит от вида закона распределения наработки на отказ, доверительной вероятности  $\beta$  и относительной ошибки  $\delta$ . Нарботки на отказ в гарантийный период по данным [2] обычно подчиняются экспоненциальному закону распределения или близкому к нему. Коэффициент вариации  $v$  в этом случае равен 0,8-1,2. Экспоненциальное распределение является частным случаем распределения Вейбулла [3], поэтому для автомобилей при определении объёма подконтрольной выборки за основное распределение берём распределение Вейбулла.

В первом и во втором случае основным распределением для определения объёма подконтрольной выборки является распределение Вейбулла. Тогда  $N$

будет определяться по параметрическому методу по формуле

$$(\delta + 1)^b = \frac{2N}{\chi_{1-\beta;2N}^2},$$

где  $\delta$  - относительная ошибка;  $b$  — параметр формы распределения Вейбулла;  $\chi_{1-\beta;2N}^2$  - квантиль распределения, соответствующей доверительной вероятности  $\beta$  и числу степеней свободы  $2N$ .

Коэффициент вариации  $v$  связан с параметром формы  $b$  распределения. По данным коэффициент вариации  $v$  распределения Вейбулла находится в интервале 0,33-1,0. Это соответствует параметру формы  $b$  в пределах 2,7-5-1,0.

Величина доверительной вероятности  $\beta$  выбирается из ряда - 0,8, 0,9, 0,95, 0,99. Для нашего случая примем  $\beta = 0,9$ . Воспользовавшись таблицами [4], найдем величину  $N$  зависимости от относительной ошибки  $\delta$ .

При  $\delta = 0,1$  минимальный объём выборки  $N$  для проведения эксплуатационных испытаний равен 46.

На случай непредвиденных ситуаций при подконтрольной эксплуатации и повышения точности результатов минимальный объём выборки рекомендуется увеличивать на 5 %. Поэтому увеличим исходную расчётную минимальную выборку. Примем окончательный объём выборки не менее 48 для проведения испытаний на безотказность автомобилей.

Выбор трансмиссии в качестве предмета исследования объясняется следующими причинами. Трансмиссия является относительно сложным агрегатом, однако значительно проще, чем двигатель, что облегчает анализ её надёжности. Поэтому требуется корректировка нормативов применительно к условиям эксплуатации автомобилей на маршрутах в условиях короткого плеча при перевозке грузов. При отказе трансмиссии, если не требуется её демонтаж и разборка, отказ устраняется на посту. Ремонт трансмиссии производится в агрегатном участке.

### **2.3 Анализ неисправностей главной передачи автомобилей КАМАЗ**

Исходя из анализа большого количества методов и видов испытаний, наиболее целесообразны исследования в условиях реальной эксплуатации объектов, гарантирующие получение наиболее достоверной информации о надежности.

Экспериментальные исследования проводились с целью сбора данных для формирования модели эксплуатационной надёжности, а также практической апробации теоретической методики. Основные результаты наблюдения за работой грузовых автомобилей КАМАЗ представлены в таблицах 1,2.

Пассивный эксперимент заключался в получении информации о безотказности и ремонтпригодности автомобилей КАМАЗ. Необходимо создать экспериментальный массив из отказов для элементов автомобилей, использующих планово-предупредительную и вероятностно-логическую стратегию на малых автотранспортных предприятиях, работающих в отрыве от производственной базы и следовать пунктам общей методики исследования.

Автомобили, на которых была установлена встроенная система диагностирования, выполняли перевозку строительных материалов и сыпучих грузов. В целом эксплуатация автомобилей КАМАЗ проводилась в соответствии с «Руководством по эксплуатации» и «Положением о техническом обслуживании и ремонте автомобилей». Техническое обслуживание выполнялось в полном объёме.

Согласно подконтрольной выборке нам необходимо по каждому

направлению произвести 48 испытаний на безотказность автомобилей и сделать отбор для дальнейшего анализа с помощью динамичной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Выбор главной передачи в качестве предмета исследования объясняется следующими причинами. Главная передача является относительно сложным агрегатом, однако значительно проще, чем двигатель, что облегчает анализ её надёжности. Поэтому требуется корректировка нормативов применительно к условиям эксплуатации автомобилей на маршрутах в условиях короткого плеча при перевозке грузов. Автомобили, на которых были установлены испытуемые главные передачи, выполняли перевозку сыпучих грузов на расстояние до 50 км. из карьеров в г. Пензе и Рязани.

Экспериментальные исследования по сбору, анализу и обработке данных об отказах и неисправностях трансмиссии, позволили сделать ряд выводов.

**Таблица 3**

**Характеристика отказов главной передачи автомобиля КАМАЗ**

№ п/п	Элементы главной передачи	Пробеги, на которых произошли отказы, тыс.км			
		Планово- предупредительная система технического обслуживания и ремонта			Динамичная система технического обслуживания и ремонта
1	Картер и его детали, подшипники	11,71; 109,82; 110,64; 115,46;	96,66; 110,03; 111,05; 118,07;	101,79; 110,49; 114,52; 122,22;	80,13; 105,60; 126,54; 130,37; 134,81; 135,29; 137,61; 140,65;

		127,96; 129,34; 129,46;	141,49;	
		129,99; 130,98; 131,50;	142,90;	144,15;
		133,22; 136,91; 137,56;	146,19;	
		138,03; 139,75; 142,04;	147,67;	153,16;
		143,64; 148,17; 148,67;	154,17;	
		151,68; 152,52; 152,70;	163,87;	165,32;
		154,17; 155,65; 156,43;	167,67;	
		156,45; 158,97; 160,67;	169,05;	174,33;
		161,26; 162,42; 166,80;	181,82;	
		167,73; 168,10; 171,01;	182,27;	186,03;
		172,40; 173,07; 174,03;	188,48;	
		176,08; 177,76; 179,87;	191,47;	192,59;
		194,46; 194,61; 196,24;	193,10;	
		200,88; 202,53; 206,63;	200,81;	204,13;
		212,65; 215,52; 216,07;	205,97;	
		216,76; 217,93; 221,21;	210,78;	212,59;
		221,81; 224,77; 226,13;	217,38;	
		227,89; 232,34; 234,90;	222,28;	223,85;
		239,76; 240,75; 272,99;	226,76;	
		367,78; 373,78; 384,48	226,77;	228,96;
			231,52;	
			233,19;	243,17;
			245,62;	
			251,02;	252,02;
			254,87;	
			259,79;	263,52;
			267,94;	
			276,64;	279,30;
			279,99;	

				281,67; 285,31; 294,44; 302,15; 308,68; 336,30; 352,82	281,97;  300,06;  327,98;
2	Валы, шестерни	55,31; 105,28; 107,08; 111,72; 117,72; 122,92; 128,08; 132,25; 137,49; 140,55; 148,08; 149,33; 152,12; 152,35; 154,60; 154,66; 155,92; 157,42; 159,25; 159,78; 162,37; 164,07; 164,48; 166,34; 169,10; 172,99; 173,26; 176,07; 177,55; 177,60; 185,05; 188,94; 199,17; 204,88; 209,47; 216,47; 219,18; 220,09; 225,17; 226,18; 227,57; 233,41; 236,00; 241,73; 255,08; 296,14; 296,37; 376,98		105,10; 137,33; 143,62; 148,88; 159,01; 177,11; 182,42; 191,45; 191,50; 212,03; 218,04; 225,22; 226,06; 244,51; 248,52; 260,01; 265,04; 267,23; 268,20; 277,18; 280,35;	130,82;  145,35;  168,58;  184,22;  200,04;  218,13;  236,49;  252,97;  267,18;  271,24;  283,92;

					284,16; 306,19; 332,87; 371,94	320,45;
4	Прочее	33,49; 114,27; 150,67; 200,26; 349,11	91,47; 130,26; 164,47; 224,24;	108,92; 135,14; 173,91; 324,76;	41,67; 142,90; 151,59; 229,66; 305,54; 351,94; 274,21;	112,47; 150,65; 188,79; 289,21; 312,03; 253,08; 217,48

**Таблица 4**

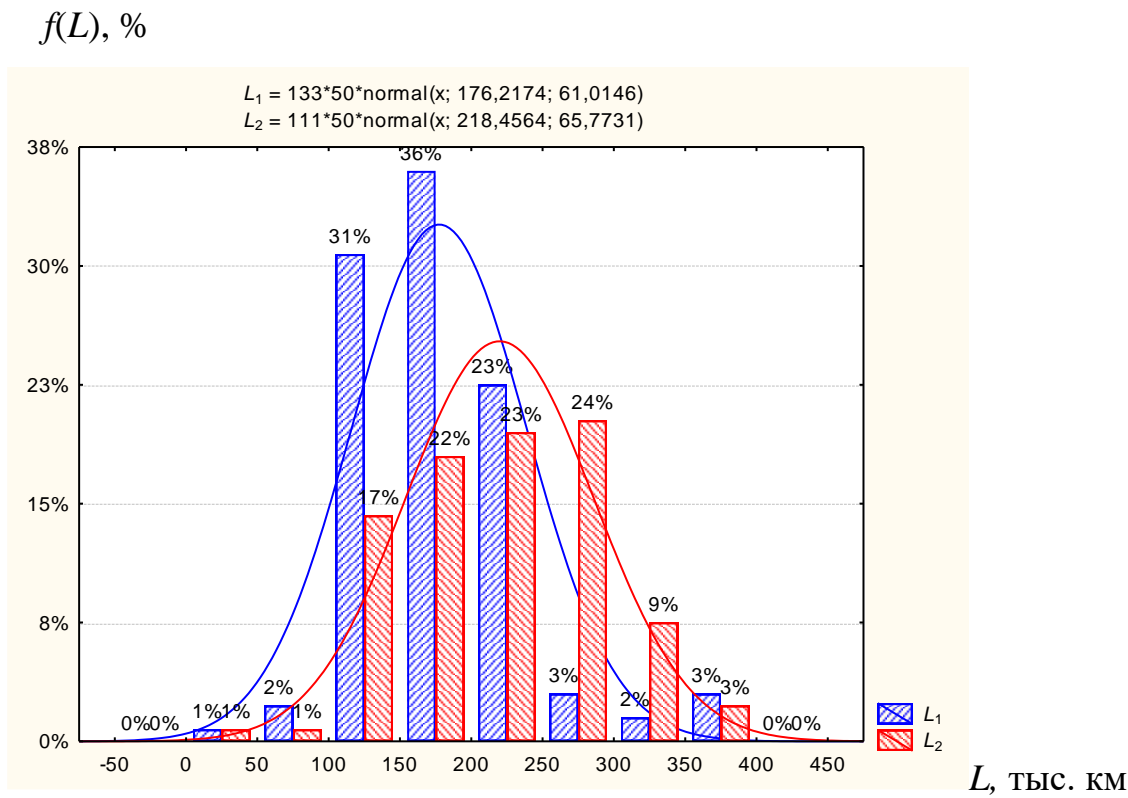
Структура отказов коробки передач автомобиля КАМАЗ

Наименование механизма, элемента	Количество отказов, %	
	Планово- предупредительная система технического	Динамичная система технического обслуживания и
Картер, подшипники	54,13	53,87
Валы, шестерни	36,09	32,76
Прочее	9,78	13,37

Для главной передачи существуют следующие основные отказы: шестерни, валы, картер, механизм переключения передач, прочее.

Как видно из приведенных выше данных о надежности работы элементов главной передачи автомобилей КАМАЗ, показатели

закономерностей распределения отказов указывает, что не все из них могут быть описаны нормальным законом распределения (рис. 2.12).



1) – для планово-предупредительной системы; 2) – для динамической системы

Рис. 2.12. Распределение величины наработки на отказ главной передачи в зависимости от выбора системы технического обслуживания

В результате проведенных исследований по сбору статистической информации об отказах элементов главной передачи грузовых автомобилей КАМАЗ, получены данные о средней наработке на отказ каждого из элементов; проведено сравнение результатов, собранных для существующей и динамической системы технического обслуживания автомобилей.



Установлена доля отказов каждого из элементов главной передачи, что в дальнейшем может быть использовано для нормирования потребности в запасных частях для обеспечения работоспособности системы.

Установлено, что существуют основные отказы: картер, подшипники, валы, шестерни. Наиболее подвержены неисправностям подшипники, шестерни.

Введенная динамичная система на предприятии существенно улучшает показатели по сокращению количества отказов на 16-21 % по главной передаче в сравнении с действующей на предприятии.

#### **2.4 Алгоритм программы поиска неисправностей автомобилей.**

Системы мониторинга и диспетчеризации транспортных средств базируются на применении таких беспроводных технологий как GSM, GPRS, GPS, ГЛОНАСС. Увеличение в последние годы количества транспортных средств, оборудованных системами встроенного диагностирования и диспетчеризации, вызвано не только требованиями нормативных правовых актов, но и преимуществами, которые дает использование этих приборов автотранспортным предприятиям.

Перспективой является применение систем встроенного диагностирования. Преимуществом которых является то, что система быстро указывает водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния двигателя и трансмиссии. Имеется возможность определить неисправность в двигателе и трансмиссии с помощью датчиков разряжения и температуры масла.

Эта цель достигается путем установки датчика абсолютного давления во впускном коллекторе. Внутри датчика абсолютного давления имеется вакуумная камера, из которой на этапе изготовления датчика был откачен воздух. Такой датчик «сравнивает» давление на входном штуцере с давлением в вакуумной камере – от этой разницы давлений и зависит выходной сигнал датчика.

В качестве датчиков атмосферного давления применяются датчики абсолютного давления. Датчик атмосферного давления может быть выполнен как отдельный элемент системы управления двигателем, или может быть размещён непосредственно внутри корпуса блока управления двигателем.

Внедрение температуры датчика масла в трансмиссии позволит следить за ее состоянием не покидая кабины водителя и не посещая ТО. Датчик будет устанавливаться в корпус коробки передач (КП) и главной передачи (ГП). Датчик будет показывать изменение температуры, что будет свидетельствовать о нагрузках на трансмиссию. Средняя рабочая температура масла в картере КП составляет 80-95 °С, в жаркую погоду при городском цикле движения она может подниматься до 150 °С. Конструкция КП такова, что если с двигателя снимается мощность большая, чем нужно для преодоления дорожного сопротивления, ее избыток расходуется на внутреннее трение масла и оно еще более нагревается. Высокие скорости движения потоков масла в гидротрансформаторе и температура вызывают интенсивную аэрацию, приводящую к вспениванию, что создает благоприятные условия, во-первых, для окисления самого масла, во-вторых, для коррозии металлов.

Программа включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведения о работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются расчетно-анализирующим блоком. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на

экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятий решений по проведению профилактических работ для двигателя автомобиля.

Вторая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей как в двигатели так и в трансмиссии, третья часть опросная, рассчитана на остальные системы транспортного средства.

Алгоритм программы выглядит следующим образом (рис.8). После запуска алгоритма идет выбор датчика, первый датчик это датчик разряжения. После проверки датчика разряжения, идет проверка трансмиссии, датчик КП и датчик ГП. После выбора датчика например датчик разряжения. Идет работа прибора с датчиком разряжения, программа начинает свои действия с проверки наличия контакта с датчиком разряжения. Если контакт не установлен, то на экран прибора со сопровождением звукового сигнал в кабине водителя выводится надпись «ОШИБКА! Датчик недоступен». В этом случае программа прекращает свою работу. И весь этот цикл повторяется и с другими датчиками.

Если контакт с датчиком установлен, то в программу водителем вводятся начальные данные. Программа по показаниям датчика строит график и при наличии неисправности выводит на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водитель предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в других системах двигателя. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя.

В конце процесса на экран выводится неисправность. Программа считывает значения с накладного датчика разряжения, установленного в блок цилиндров.

Считанные значения автоматически записываются в базу данных программы, затем, на основании этих данных, строятся графики разряжения.

По разряжению в контрольных точках прогнозируется неисправность.

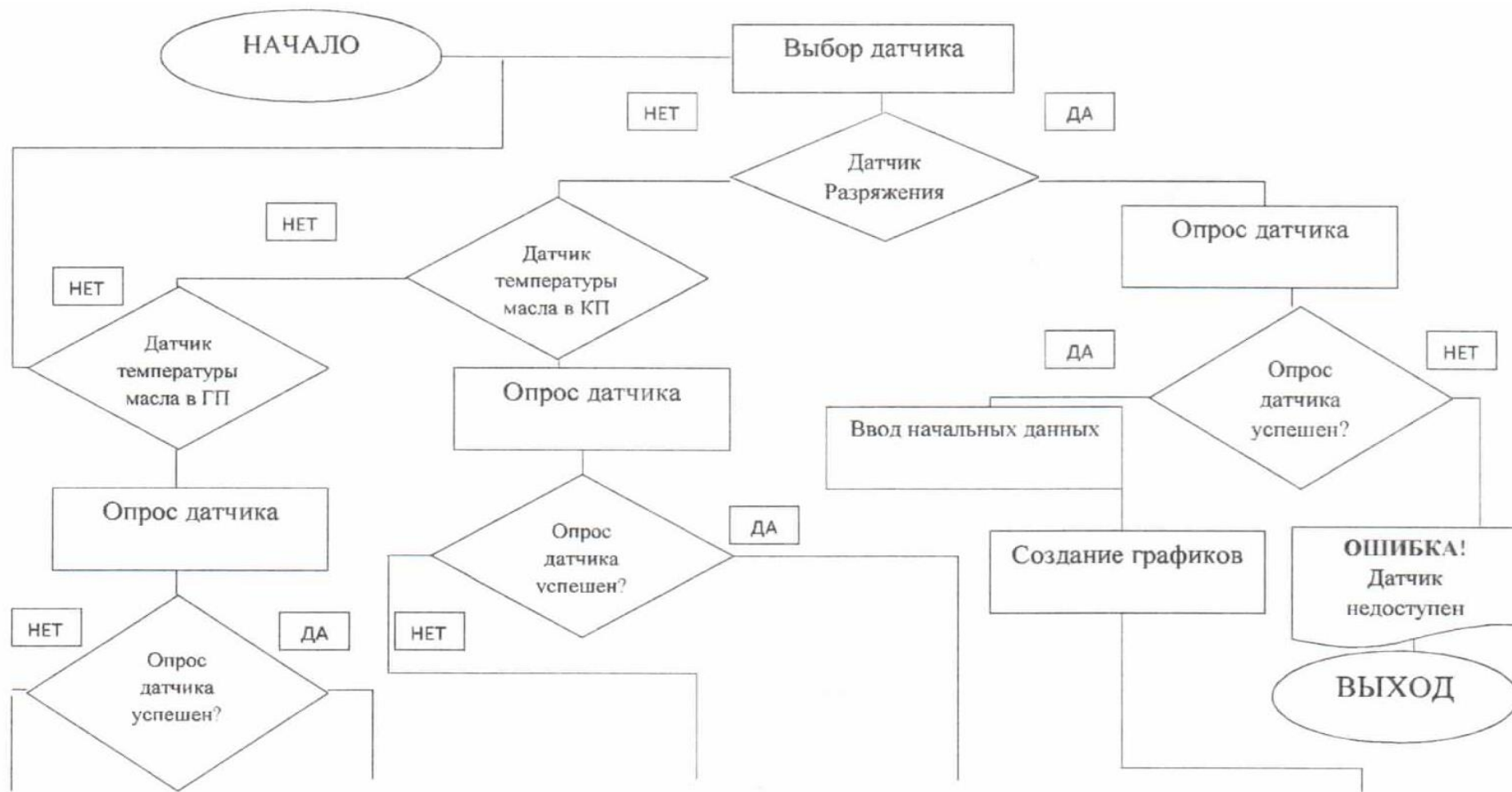
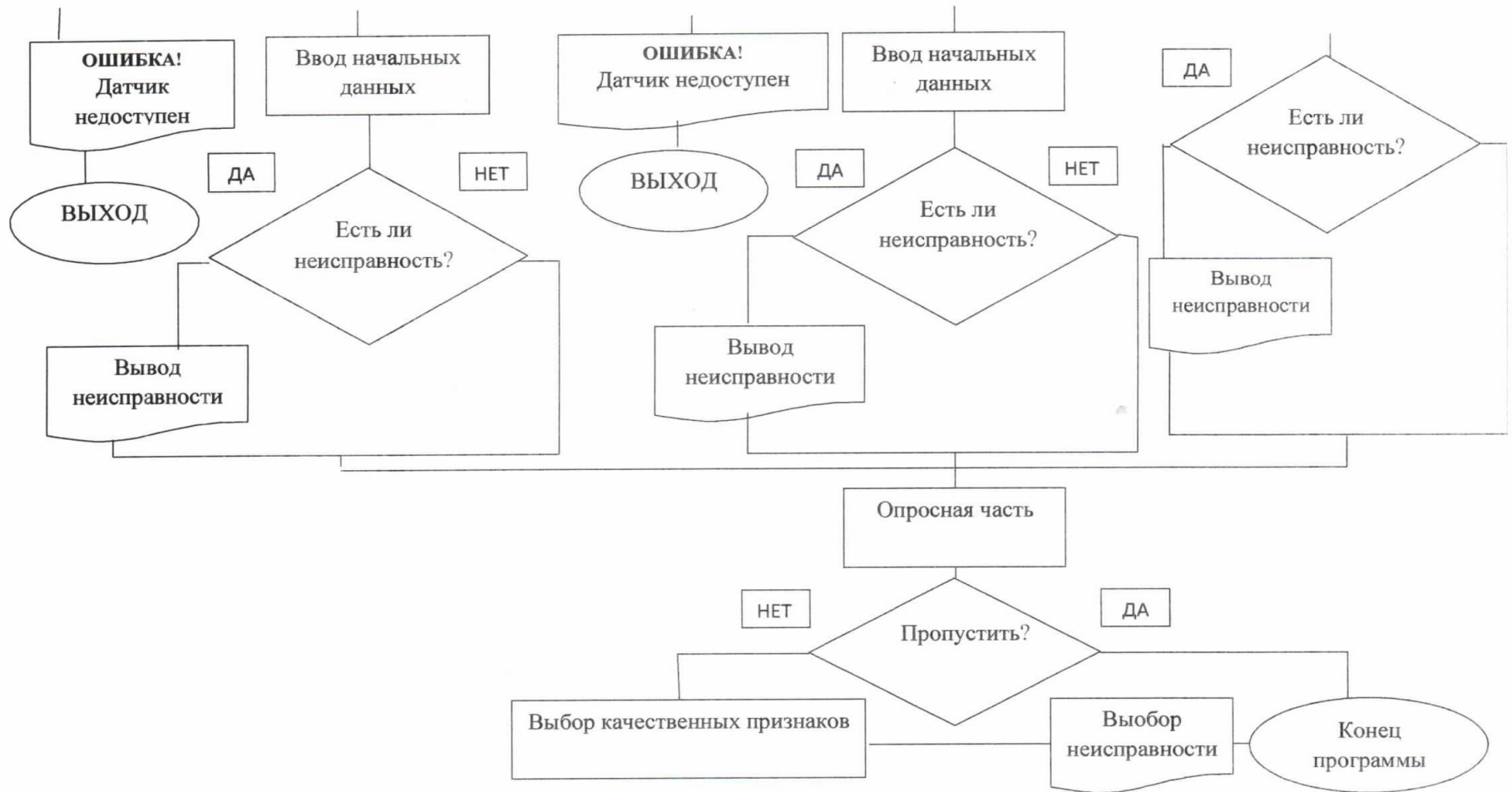


Рисунок 8 – Алгоритм работы встроенного диагностирования автомобиля

Продолжение рис. 8 – Алгоритм работы встроенного диагностирования автомобиля



Затем осуществляется переход к диагностированию разряжения двигателя на холостых оборотах.

Под графиками в случае выявления неисправности появляется надпись, характеризующая эту неисправность, например, «нарушение в работе клапанного механизма связанные с неправильной регулировкой тепловых зазоров в клапанном механизме». Если неисправностей не выявлено, появиться надпись «неисправностей не обнаружено».

Если неисправностей с помощью датчика разряжения не выявлено, то система переходит к поиску неисправностей путем опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя наиболее характерные признаки, которые он заметил. Опросная система имеет древовидную структуру.

Последовательность опроса по этим вопросам зависит от частоты появления признаков, и составляются на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. На основании полученной информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

По завершении этапа выбора качественных признаков в системе происходит просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какая наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления

пользователю вопросов системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов.

Для перемещения по меню используются «стрелки», выбор позиций осуществляется нажатием клавиши «Space». Переход к следующему меню в древовидной структуре осуществляется нажатием клавиши «ДАЛЕЕ».

Неисправность сцепления проверяется при работающем двигателе. Выжав педаль сцепления, поочередно переключают передачи. Если включение передач затруднено и сопровождаются скрежетом, сцепление полностью не включается. Включение сцепления проверяют, затянув ручной тормоз. Включают высшую передачу и плавно отпускают педаль сцепления, одновременно нажимая на педаль управления дроссельными заслонками. Если двигатель остановиться, сцепление исправно. Продолжение работы двигателя указывает на не полное включение сцепления.

Исправность главной передачи и дифференциала проверяют на ходу. При движении автомобиля со скоростью 30...60 км/ч с включенной передачей (но не накатом) прослушивают шум шестерен. Наличие шума свидетельствует о неправильном зацеплении шестерен, когда пятно контакта смещено в сторону широкой части зубьев ведомой шестерни. Если шум шестерен проявляется при торможении двигателем, это говорит о смещении пятна контакта зацепления в сторону узкой части зубьев ведомой шестерни. Работа ведущего моста с непрерывным «воем» шестерен главной передачи может быть при большом износе подшипников, недостаточном уровне масла в картере главной передачи или малой вязкости масла.

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение. Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию и формирует



гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом доступна инструкция о технологии проведения проверки. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности автомобиля.

### **3. Экологичность и безопасность проекта**

#### **3.1 Основные решения по охране труда при совершенствовании ВСД**

Так как основы разработки является совершенствование встроенной системы диагностирования инжекторных двигателей, то основными негативными факторами труда являются те которые сопровождают интенсивную работу на ВСД по отладке программы и совершенствованию диагностики.

Основными негативными факторами труда при этом являются:

- Уровни звукового давления
- Уровни электромагнитных полей
- Визуальные параметры отображения информации
- Вредные вещества
- Жесткое ультрафиолетовое излучение ( от ламп подсветки ЖК-монитора)

Для снижения влияния указанных факторов риска в соответствии с

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (с изменениями от 25 апреля 2007 г.) требуется :

1. ВСД должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил, и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке.

2. Перечень продукции и контролируемых гигиенических параметров вредных и опасных факторов представлены в прилож. 1 (табл. 1).

3. Допустимые уровни звукового давления и уровней звука, создаваемых ВСД, не должны превышать значений, представленных в прилож. 1 (табл. 2).

4. Временные допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых ВСД, не должны превышать значений, представленных в прилож. 1 (табл. 3).

5. Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации представлены в прилож. 1 (табл. 4).

6. Концентрации вредных веществ, выделяемых ВСД в воздух помещений, не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для атмосферного воздуха.

7. Мощность экспозиционной дозы жесткого ультрафиолетового излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВСД (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

8.. Дизайн ВСД должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ВСД, клавиатура и другие блоки и устройства ВСД должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

9. Конструкция ВСД должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

10. Документация на проектирование, изготовление и эксплуатацию ВСД

не должна противоречить требованиям настоящих санитарных правил.

### Требования к уровням электромагнитных полей на автомобилях оборудованных ВСД

1. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ВСД на рабочем месте пользователей представлены в прилож. 2 (табл. 4).

2. Методика проведения инструментального контроля уровней ЭМП на рабочих местах пользователей ВСД представлена в прилож. 3.

### Требования к визуальным параметрам ВСД, контролируемым на рабочем месте

1. Предельно допустимые значения визуальных параметров ВСД, контролируемые на рабочих местах, представлены в прилож. 2 (табл. 6).

### Приложение 1

Таблица 4

#### Перечень продукции и контролируемые гигиенические параметры

№	Вид продукции	Код ОКП	Контролируемые гигиенические параметры
1	Встроенная система диагностирования	40 1300, 40 1350, 40 1370	Уровни электромагнитных полей (ЭМП), акустического шума, концентрация вредных веществ в воздухе, визуальные показатели ВСД, мягкое рентгеновское излучение*

Таблица 5

Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ВСД

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	50

Измерение уровня звука и уровней звукового давления проводится на расстоянии 50 см от поверхности оборудования и на высоте расположения источника звука.

Таблица 6

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ВСД

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Таблица 7

Допустимые визуальные параметры устройств отображения  
информации

№	Параметры	Допустимые значения
1	Яркость белого поля	Не менее 35 кд/м <sup>2</sup>
2	Неравномерность яркости рабочего поля	Не более ± 20 %
3	Контрастность (для монохромного режима)	Не менее 3 : 1
4	Временная нестабильность изображения (непреднамеренное изменение во времени яркости изображения на экране дисплея)	Не должна фиксироваться
5	Пространственная нестабильность изображения (непреднамеренные изменения положения фрагментов изображения на экране)	Не более $2 \times 10^{-4}L$ , где L - проектное расстояние наблюдения, мм

Для дисплеев частота обновления изображения должна быть не менее 75 Гц при всех режимах разрешения экрана, гарантируемых нормативной документацией на конкретный тип дисплея, и не менее 60 Гц для дисплеев на *плоских дискретных* экранах (жидкокристаллических, плазменных и т.п.).

Таблица 8

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ВСД на рабочем месте

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Таблица 9

Визуальные параметры ВСД, контролируемые на рабочем месте

№	Параметры	Допустимые значения
1	Яркость белого поля	Не менее 35 кд/м <sup>2</sup>
2	Неравномерность яркости рабочего поля	Не более ± 20 %
3	Контрастность (для монохромного режима)	Не менее 3 : 1
4	Временная нестабильность изображения (мелькание)	Не должна фиксироваться
5	Пространственная нестабильность изображения (дрожание)	Не более $2 \times 10^{-4L}$ , где L - проектное расстояние наблюдения, мм

## Методика инструментального контроля и гигиенической оценки уровней электромагнитных полей на рабочем месте

### 1. Общие положения

1. Инструментальный контроль электромагнитной обстановки на рабочих местах пользователей ВСД производится:

- при вводе ВСД в эксплуатацию и организации новых и реорганизации рабочих мест;
- после проведения организационно-технических мероприятий, направленных на нормализацию электромагнитной обстановки;
- при аттестации рабочих мест по условиям труда;
- по заявкам предприятий и организаций.

1.2. Инструментальный контроль осуществляется органами ГСЭН и (или) испытательными лабораториями (центрами), аккредитованными в установленном порядке.

### 2. Требования к средствам измерений

2.1. Инструментальный контроль уровней ЭМП должен осуществляться приборами с допустимой основной относительной погрешностью измерений  $\pm 20$  %, включенными в Государственный реестр средств измерения РФ и имеющими действующие свидетельства о прохождении Государственной поверки.

2.2. Следует отдавать предпочтение измерителям с изотропными антеннами-преобразователями.

### 3. Подготовка к проведению инструментального контроля

3.1. Составить план (эскиз) размещения рабочих мест пользователей ВСД в автомобиле.

3.2. Занести в протокол сведения об оборудовании рабочего места -

наименования устройств ВСД, фирм-производителей, моделей и заводские (серийные) номера.

3.4. Занести в протокол сведения о наличии санитарно-эпидемиологического заключения на ВСД и при экранные фильтры (при их наличии).

3.5. Установить на экране ВСД типичное для данного вида работы изображение (текст, графика и др.).

3.6. При проведении измерений должна быть включена вся вычислительная техника, ВСД и другое используемое для работы электрооборудование, размещенное в данном помещении.

3.7. Измерения параметров электростатического поля проводить не ранее, чем через 20 мин после включения ВСД.

#### *4. Проведение измерений*

4.1. Измерение уровней переменных электрических и магнитных полей, статических электрических полей на рабочем месте, оборудованном ВСД, производится на расстоянии 50 см от экрана на трех уровнях на высоте 0,5, 1,0 и 1,5 м.

#### *5. Гигиеническая оценка уровней ЭМП на рабочих местах*

5.1. Гигиеническая оценка результатов измерений должна осуществляться с учетом погрешности используемого средства метрологического контроля.

5.2. Если на обследуемом рабочем месте, оборудованном ВСД, интенсивность электрического и/или магнитного поля в диапазоне 5 - 2000 Гц превышает значения, приведенные в табл.1прилож. 2,следует проводить измерения фоновых уровней ЭМП промышленной частоты (при выключенном оборудовании). Фоновый уровень электрического поля частотой 50 Гц не должен превышать 500 В/м. Фоновые уровни индукции магнитного поля не должны превышать значений, вызывающих нарушения требований к визуальным параметрам ВСД.



### **3.2 Влияние ВСД на экологические параметры автомобиля.**

Транспорт является одним из основных источников загрязнения атмосферы химическими веществами, поступающими в воздух в газообразном, жидком и твердом состоянии.

Количество транспортных средств непрерывно растет, особенно в крупных городах, в т.ч. в г. Пензе – 307 автомобилей на 1000 жителей, а вместе с этим растет и суммарный выброс вредных продуктов. Поэтому необходима разработка мероприятий для уменьшения вредного воздействия транспорта на окружающую среду. Автомобильные выхлопные газы представляют собой смесь из более чем 200 веществ. Основные компоненты отработавших газов, в зависимости от типа двигателя, приведены в таблице 10.

Таблица 10. Состав отработавших газов

Компоненты отработавших газов ДВС	Содержание в объеме, %
	Бензиновые двигатели
N <sub>2</sub>	74-77
O <sub>2</sub>	0,3-0,8
H <sub>2</sub> O	3,0-5,5
CO <sub>2</sub>	5,0-12,0
CO	0,1-10,0
NO <sub>x</sub>	0,1-0,5

$C_xH_y$	0,2-3,0
$SO_2$	0,0-0,002
Сажа, г/м <sup>3</sup>	0,04
Бенз(а)пир ен	до 0,02

В отработавших газах содержится окись углерода, окись и двуокись азота, различные углеводороды, сернистый ангидрид, сажа.

Состав отработавших газов и количество вредных веществ, поступающих в атмосферу, зависят от рода применяемого топлива, присадок и масел, режимов работы двигателя, условий движения, общего технического состояния автомобилей.

Токсичность отработавших газов инжекторных двигателей обуславливается главным образом содержанием оксидов азота, сажи, недоокисленных производных углеводородов. При установке ВСД выбросы инжекторных двигателей значительно ниже.

ГОСТ Р 51709-2001 устанавливает требования безопасности к техническому состоянию автотранспортных средств.

Нормы дымности для инжекторных автомобилей и методы ее контроля установлены ГОСТ Р 52160-2003 «Автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния».

В связи с тем, что отработавшие газы автомобилей поступают в нижний слой атмосферы, вредные вещества находятся в зоне дыхания человека и представляют повышенную опасность для здоровья людей, особенно при образовании смогов при плохой проветриваемости населенных пунктов и автодорог.

Компоненты отработавших газов транспортных средств оказывают отравляющее воздействие на человека, приводят к различным заболеваниям,

основными из которых являются заболевания верхних дыхательных путей. Смог вызывает у людей раздражение глаз, слизистых оболочек гортани и носоглотки; твердые частицы, попав в легкие человека, могут вызвать астму, привести к раку легких; свинец – приводит к ухудшению работы головного мозга и центральной нервной системы.

Длительный контакт со средой, отравленной выхлопными газами автомобилей, вызывает общее ослабление организма, нарушение в работе сердечно-сосудистой системы.

Техническое состояние транспортных средств оказывает большое влияние на количество вредных веществ поступающих в атмосферу, и, таким образом, одним из методов уменьшения вредного воздействия автомобилей на окружающую среду является поддержание их в технически исправном состоянии.

Техническая диагностика позволяет обнаруживать неисправности автомобилей на ранней стадии развития и принимать меры по их предупреждению, тем самым снизить негативное влияние автомобиля на окружающую среду, вследствие исправной работы двигателя.

Разрабатываемый метод диагностики двигателей позволяет осуществлять постоянный мониторинг технического состояния двигателей внутреннего сгорания транспортных средств, правильности регулировки топливной аппаратуры, чем и достигается поддержание двигателей в технически исправном состоянии, а выбросов – в пределах, установленных ГОСТами.

Установка ВСД и его применение даёт автомобилю:

- Повышение безопасности движения (за счет лучшего восприятия водителем дорожной обстановки, повышения внимания и правильного принятия решений)
- Снижение токсичности выхлопа автомобилей в 2 раза

- Экономия топлива от 5 до 20%
- Снижение шума двигателя
- Возрастание мощности и улучшение динамических характеристик автомобиля
- Увеличение ресурса практически всех узлов и, как следствие, рост межремонтного пробега
- Уменьшение вероятности отказов всех систем автомобиля
- Улучшение коррозионной стойкости кузова
- Очистка воздуха в салоне автомобиля и устранение технических запахов
- Снижение утомляемости водителей

Сравнительный анализ автомобилей, оснащенных устройством показал, что финансовые результаты от эксплуатации маршрутных такси с устройством превышают аналогичные показатели более чем на 20% по другим автомобилям без устройств, при снижении аварийности и количества ремонтов.

Повышается надежность, улучшается процесс горения топлива, уменьшается его расход на 5-15%, сокращаются выбросы в атмосферу (например, происходит снижение СО и СН в ряде случаев в 10-15 раз).

Изменения параметров автомобиля можно зафиксировать приборами, что и было сделано в ходе многочисленных испытаний устройства.

## 4. Экономический раздел

### 4.1. Оценка экономической эффективности внедрения системы диагностирования автомобильных дизелей и инжекторов.

Обоснованием целесообразности внедрения различных технических систем, в том числе и систем диагностирования, является экономическая оценка суммарного эффекта, определяемого снижением затрат на эксплуатацию и дополнительными затратами на систему объективной инструментальной оценки состояния в любой момент эксплуатации.

Расчет экономической эффективности производился для случая внедрения встроенной системы диагностирования в АПТ малой мощности (50 автомобилей).

Ожидаемый годовой эффект от внедрения диагностирования дизелей можно определить по формуле [86]

$$\mathcal{E}_Г = (C_1 - C_2) - E_H \cdot K, \quad (1)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  – затраты на содержание автомобилей соответственно до и после внедрения диагностирования;

$E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ( $E_H = 0,15$ );

$K$  – капитальные затраты на приобретение диагностического оборудования.

Снижение затрат на эксплуатацию автомобилей при внедрении встроенной системы диагностирования дизелей достигается за счет снижения эксплуатационного расхода топлива, трудоемкости ТО и ТР двигателя,

сокращения затрат на запасные части и материалы и сокращения потерь транспортной работы из-за раннего возврата с линии и опоздания с выездом на линию. Исходные данные для расчета экономической эффективности представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные расчета экономической эффективности внедрения встроенной системы диагностирования

№ п/п	Наименование показателя	Значения показателей	
		До внедрения	После внедрения
1	2	3	4
1	Списочное количество автомобилей, шт.	60	60
2	Годовой пробег автомобилей, тыс. км	70	70
3	Годовые затраты на топливо, руб.	18656130	16854220
4	Трудовые затраты на ТО и Р двигателей, чел.-ч/(авт. год.)	84	76
5	Трудоемкость диагностирования, чел.-ч/(авт. год.)	-	2,84
6	Затраты на запасные части и материалы, руб./авт. год.)	10520	8980
7	Вероятность раннего возврата с линии	0,30	0,15
8	Вероятность опоздания с выездом на линию	0,14	0,06
9	Время возврата с линии, ч	1	1
10	Время опоздания с выездом на линию, ч	1	1
11	Средняя прибыль за один час работы	900	900

	автомобиля, руб./ (авт. час.)		
12	Стоимость оборудования, руб.	-	17500

Расчеты производились из расчета работы предприятия в условиях умеренной климатической зоны и использования автомобилей модели КамАЗ.

Годовые затраты на топливо рассчитывались исходя из годового пробега, линейных норм расхода топлива на единицу пробега, транспортной работы и стоимости дизельного топлива.

Снижение среднего эксплуатационного расхода топлива за счет улучшения технического состояния двигателя в результате внедрения диагностирования принимается в размере 1 %.

Трудовые затраты на ТО и Р двигателей принимались исходя из пооперационных нормативов трудоемкости на техническое обслуживание. Снижение трудоемкости ТО и ТР достигается за счет исключения напрасных трудовых затрат на демонтно-монтажные операции исправных узлов и агрегатов, имеющие место при планово-предупредительной системе ТО и ТР ПС автомобильного транспорта.

Годовая экономия от снижения затрат на ТО и Р определялась по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{ТО}} = (T_{\text{ТО}} - T'_{\text{ТО}} - T_{\text{д}}) \cdot q_{\text{р}}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{ТО}}$  и  $T'_{\text{ТО}}$  – годовая трудоемкость ТО и Р соответственно до и после внедрения диагностирования, чел.-ч;

$T_{\text{д}}$  – годовая трудоемкость диагностирования внедряемым оборудованием, чел.-ч;

$q_{\text{р}}$  – тарифная ставка ремонтного рабочего, руб./чел.-ч.

Экономия за счет сокращения потерь транспортной работы из-за раннего возврата с линии и опоздания с выездом на линию определялась как

$$\Theta_v = q \cdot (P_{\text{возвр}} \cdot t_{\text{возвр}} + P_{\text{опозд}} \cdot t_{\text{опозд}}), \quad (3)$$

где  $P_{\text{возвр}}$  и  $P_{\text{опозд}}$  – соответственно вероятности раннего возврата и опоздания с выездом на линию;

$t_{\text{возвр}}$  и  $t_{\text{опозд}}$  – соответственно время раннего возврата и опоздания с выездом на линию, ч;

$q$  – средняя прибыль за один час работы автомобиля, руб.

Эксплуатационные расходы, связанные с содержанием внедряемого оборудования, можно определить:

$$Z_{\text{эксп}} = C_{\text{об}} \cdot K_a + Z_3, \quad (4)$$

где  $C_{\text{об}} \cdot K_a$  – амортизационные отчисления, определяемые как произведение стоимости оборудования  $C_{\text{об}}$  на коэффициент амортизационных отчислений,  $K_a = 0,15$ ;

$Z_3$  – эксплуатационные затраты: электроэнергия, ТО и ремонт оборудования (принимается десять процентов от стоимости оборудования  $0,1 C_{\text{об}}$ ).

Результаты расчета экономической эффективности внедрения встроенной системы диагностирования сведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты расчета экономической эффективности внедрения системы встроенного диагностирования дизелей и инжекторов

№ п/п	Наименование показателей	Величина показателя
1	2	3
1	Капитальные затраты на диагностическое оборудование, руб.	17500
2	Затраты на эксплуатацию оборудования, руб./год.	4320



	Всего:	21820
3	Годовая экономия затрат на топливо, руб./год.	20320
4	Годовая экономия затрат от сокращения трудоемкости ТО и Р, руб./год.	2340
5	Годовая экономия затрат на запасные части и материалы, руб./год.	1930
6	Годовая экономия затрат от сокращения потерь транспортной работы, руб./год.	9430
7	Всего:	34020
8	Экономический эффект от внедрения вероятностно-логической системы технического диагностирования дизелей, руб./год.	14430
9	Срок окупаемости, лет.	1,82

*Вывод по пункту 4.3.* Анализ результатов расчета показывает высокую экономическую эффективность внедрения системы технического диагностирования дизелей на основе вероятностно-логической модели (В-ЛМ) поиска неисправностей даже на небольших предприятиях, что подтверждается небольшим сроком окупаемости проекта.

## Заключение

В данном дипломном проекте анализ и исследование методов поиска неисправностей, статистике неисправностей автомобиля как инжекторного так и дизельного двигателя КАМАЗ и систем самодиагностирования автомобилей. Предложена бортовая система контроля с функцией диагностики двигателя. Предложен встроено вероятностно логический метод поиска неисправностей преимуществом которого является количественная характеристика перехода от вероятностного к логическому методу поиска неисправностей, а также известен вклад каждого элемента в достижение минимальных удельных затрат группы элементов, что даёт возможность обоснованно принимать решение о неисправности того или иного элемента.

Разработана методика определения влияния встроеной системы диагностирования на показатели эффективности объектов исследования. Для стратегии встроеного диагностирования по сравнению с профилактической стратегией средняя наработка на отказ увеличилась на 18%.

Показаны алгоритм работы системы. Произведен экономический расчет внедряемого узла. В разделе БЖД описаны мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности. ВСД подразумевает дальнейшее усовершенствование и развитие функциональных возможностей, что в дальнейшем позволит контролировать техническое состояние всех элементов и узлов автомобиля в целом.

## **Список использованной литературы**

### **Список использованной литературы**

1. Домке, Э.Р. Курсовое и дипломное проектирование: Методика и общие требования [Текст]: учеб. пособие / Э.Р. Домке [и др.]. – Пенза: Изд. ПГУАС, 2003. – 227 с.

2. Каверзин С.В. Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин [Текст] / С.В. Каверзин. – Красноярск: ПИК «Офсет», 1997. – 384 с.

3. Коган, Э.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта [Текст] / Э.И. Коган, В.А. Хайкин. – М.: Транспорт, 1982. – 161 с.

4. Колесник, П.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей [Текст]: учебник для вузов / П.А. Колесник, В.А. Шейнин. – М.: Транспорт, 1985. – 325 с.

5. Кузнецов, Ю.М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта [Текст] / Ю.М. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1985. – 216 с.

6. Методика расчета экономической эффективности внедрения новой техники на автомобильном транспорте. Центральное проектно-технологическое бюро по внедрению новой техники и научно-исследовательских работ на автомобильном транспорте [Текст]. – М.: Транспорт, 1975. – 184 с.

7. Методические указания для выполнения курсовой работы по технической эксплуатации автомобилей [Текст] / под ред. В.В. Лянденбургского. – Пенза: ПГАСА, 2000. – 16 с.
8. Новиков, А.Н. Дипломное проектирование по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст]: учеб. пособие / А.Н. Новиков [и др.]. – Орёл: Изд. ОрёлГТУ, 2005. – 316 с.
9. Проектирование механических передач [Текст]: учебно-справочное пособие для втузов / С.А. Чернавский [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 560 с.
10. Рудженко, П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении [Текст] / П.А. Рудженко. – Киев: Вища школа, 1985. – 255 с.
11. Серый, И.С. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин [Текст] / И.С. Серый, А.П. Смелов, В.Г. Черкун. – М.: Агропромиздат, 1991. – 133 с.
12. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / Е.С. Кузнецов [и др.]. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
13. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / под ред. Г.В. Крамаренко. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
14. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учеб. пособие по курсовому проектированию / В.С. Дубасов [и др.]. – Рязань: Изд-во Рязанской ГСХА, 2005. – 102 с.
15. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей [Текст]: пособие по дипломному проектированию / Б.Н. Суханов, И.О. Борзых, Ю.Ф. Бедарев. – М.: Транспорт, 1991. – 159 с.
16. Черноиванов, В.И. Технологическое оснащение сервисных предприятий [Текст] / В.И. Черноиванов [и др.]. – М.: ГОСНИТИ, 1997. – 136 с.

17. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для ВУЗов / под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 2000. – 414 с.
18. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1966. – 324 с.
19. Короев Ю.И. Строительное черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1983. – 283 с.
20. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текст] / Министерство автомобильного транспорта РСФСР. – М.: Транспорт, 1988. – 78 с.
21. Руководство по организации технического обслуживания автомобилей на СТОА [Текст]. – М., 1990. – 121 с.
22. Хазов, Б.Ф. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования [Текст] / Б.Ф. Хазов, Б.А. Дидусев. – М.: Машиностроение, 1986 – 224 с.
23. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению [Текст] / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М.: Высшая школа, 2000. – 493 с.
24. Инструкция по подготовке дипломных проектов (работ) в высших учебных заведениях: Сборник Основных приказов и инструкций Ч.1 / под ред. Е.И. Войленко. – М.: Высшая школа, 1978. – 43 с.
25. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей.
26. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.1–3. – М.: Машиностроение, 1980. – 423 с.
27. Лянденбургский В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей / Лянденбургский В.В., Тарасов А.И., Федосков А.В., Кривобок С.А. // Мир транспорта и технологических машин. –2011. – № 4. – С. 3-9.
28. Лянденбургский В.В. Эффективность применения систем диагностирования и саморегулирования при эксплуатации автомобилей /

Лянденбургский В.В., Тарасов А.И., Федосков А.В. // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 1. – С. 51-56.

29. Лянденбургский В.В. Анализ неисправностей топливных систем дизельных автомобилей. / Кривобок С.А., Лянденбургский В.В., Тарасов А.А., Федосков А.В. // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 3. – С. 3-11.

30. Лянденбургский В.В. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Кривобок // Автотранспортное предприятие. 2012. № 11. – С. 45-48.

31. Лянденбургский В.В. Совершенствование процесса диагностирования топливной системы дизельного двигателя / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов, Е.В. Кравченко // Мир транспорта и технологических машин. 2012. № 3. – С. 57-61.

32. Лянденбургский В.В. Виртуальное диагностирование топливной системы дизельного двигателя / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов, Ю.В. Родионов, Е.В. Кравченко // Мир транспорта и технологических машин. 2012. № 4 (39). – С. 3-8.

33. Лянденбургский В.В. Морфологический Анализ Методов Поиска Неисправностей Транспортных Средств / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Кривобок, П.А. Мнекин // Интернет-журнал Науковедение. 2012. № 4 (13). – С. 84.

34. Лянденбургский В.В. Программа поиска неисправностей дизельных двигателей. / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, С.А. Кривобок // Контроль. Диагностика. 2012. № 8. – С. 28-33.

35. Лянденбургский В.В. Вероятностный подход к определению вероятностно-логического коэффициента поиска неисправностей автомобилей / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, А.И. Тарасов, И.Е. Долганов // Вестник Таджикского технического университета. 2013. № 1 (21). – С. 57-60.

36. Лянденбургский В.В. Анализ удельных затрат и эффективности применения вероятностно-логического метода поиска неисправностей для автомобилей КАМАЗ / В.В. Лянденбургский, Л.А. Долганов // Мир транспорта и технологических машин, №3. Орел, 2013.

37. Лянденбургский В.В. Коэффициент издержек вероятностно-логического метода поиска неисправностей / В.В. Лянденбургский, А.И. Проскурин, Л.А. Рыбакова, // Науковедение, №3. М.:, 2013.

38. Лянденбургский В.В. Логический подход к определению вероятностно-логического коэффициента поиска неисправностей автомобилей / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, Р.Р. Сейфетдинов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 5. – С. 194-198.

39. Лянденбургский В.В. Тактика технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей на основе встроенного диагностирования / А.С. Иванов, В.В. Лянденбургский, Л.А. Рыбакова // Нива Поволжья № 8. – 2014. – С. 56-62.

40. Лянденбургский В.В. Морфологический анализ методов определения периодичности технического обслуживания автомобилей / В.В. Лянденбургский, А.В. Грачев, Л.А. Рыбакова//Науковедение, 2014. № 3.

41. Лянденбургский В.В. Встроенная система диагностирования бензиновых двигателей / В.В. Лянденбургский, М.В. Нефедов, Р.Р. Сейфетдинов // Науковедение, 2014. № 3.

42. Лянденбургский В.В. Коэффициент издержек динамичной системы технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В.В. Лянденбургский // Мир транспорта и технологических машин. 2015. № 1.

43. Лянденбургский В.В., Рыбакова Л.А., Судьев В.В. Анализ снижения трудоемкости динамичной системы технического обслуживания автомобилей // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 2014. № 6

44. 18. Лянденбургский В.В. Программа поиска неисправностей транспортных средств / Лянденбургский В.В., Тарасов А.И., Федосков А.В., Кривобок С.А. // Контроль. Диагностика. – М., 2012.. № 8. С. 23-29.
45. Лянденбургский В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей / Лянденбургский В.В., Тарасов А.И., Федосков А.В., Кривобок С.А. // Мир транспорта и технологических машин. –2011. – № 4. – С. 3-9.
46. Лянденбургский В.В. Информационно-интеллектуальные системы контроля и управления транспортными средствами / В.В. Лянденбургский, Г.И. Шаронов, А.В. Баженов: Учебное пособие. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 372 с.
47. Лянденбургский, В.В. Встроенные средства для контроля работоспособности и перемещения автомобилей /моногр./ В.В. Лянденбургский, – Пенза: ПГУАС, 2010. – 112 с.
48. Лянденбургский В.В. Система контроля передвижения автомобиля / Лянденбургский В.В., Родионов Ю.В., Кравченко Е.В., // Автотранспортное предприятие. – М., 2012. № 2. С. 24-28.
49. Лянденбургский В.В. Совершенствование комплекса КАД-300 для диагностирования двигателей автомобилей / В.В. Лянденбургский – Пенза, ПГУАС 2012. 196 с.
50. Лянденбургский В.В. Совершенствование компьютерного обеспечения технической эксплуатации автомобилей: монография / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов – Пенза, ПГУАС 2012. 398 с.
51. Лянденбургский В.В. Техническая диагностика на транспорте: учебное пособие / В.В. Лянденбургский, П.И. Аношкин, А.С. Иванов, А.М. Белоковылский. Пенза: ПГУАС, 2012. – 252 с.
52. Лянденбургский В.В. Топливные системы современных и перспективных двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие / В.В.



Лянденбургский, А.А. Грабовский, А.М. Белоковильский, В.В. Салмин, П.И. Аношкин. Пенза: ПГУАС, 2013. – 323 с.

53. Обшивалкин М.Ю. Исследование влияния затрат грузовых автомобилей с наработкой / Обшивалкин М.Ю., Паули Н.В. Родионов Ю.В. // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 3. С. 14-20.

54. Лянденбургский В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей: монография / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов – Пенза, ПГУАС 2013. 220 с.

55. Лянденбургский В.В. Анализ и перспективы встроенных средств диагностирования автомобилей: монография / В.В. Лянденбургский, Г.И. Шаронов, М.В. Нефедов – М., lap-lambert-academic-publishing 2014. 308 с.

56. Лянденбургский В.В. Перспективные трансмиссии автомобилей: монография / В.В. Лянденбургский, Г.И. Шаронов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 232 с.

57. Лянденбургский В.В. Основы научных исследований: учебное пособие / В.В. Лянденбургский, А.В. Баженов, В.В. Коновалов. Пенза: ПГУАС, 2013., – 396 с.