

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ

ФАКУЛЬТЕТ «ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА»  
КАФЕДРА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ»

*На правах рукописи*

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**ГОЛОВАСТИКОВА МИХАИЛА АЛЕКСАНДРОВИЧА**  
на тему: «Микропроцессорные программно-аппаратные  
средства дистанционного контроля состояния автомобиля»  
по направлению 5521800 - «Автоматизация и управление»  
для получения степени бакалавра

Зав.кафедрой

к.т.н., доц. Зарипов О.О.

Руководитель

д.т.н., проф. Шипулин Ю.Г.

Ташкент – 2013 г.

# Оглавление

стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	3
---------------	---

<b>ГЛАВА 1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЯ.....</b>	8
---	---

1.1. Типовые функциональные узлы микропроцессорных систем контроля параметров автомобиля.....	8
1.2. Микропроцессорные системы дистанционного контроля состояния автомобиля.....	16
1.3. Бесконтактный оптический датчик контроля состояния автомобиля CORREVIT – LCE.....	24

<b>ГЛАВА 2. МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ПРОГРАММНО – АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ.....</b>	32
---	----

2.1. Математическое моделирование при оценки управляемости и устойчивости автомобиля.....	32
2.2. Микропроцессорное измерительное оборудование.....	41
2.3. Программа испытаний.....	42

<b>ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЯЕМОСТИ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ.....</b>	48
---	----

3.1 Схемотехническое моделирование микропроцессорных систем дистанционного контроля и управления автомобилем. ....	48
3.2. Экспериментально – расчётное определение главных моментов инерции автомобиля.....	56
3.3. Построение нелинейной модели шины автомобиля.....	62

3.4. Математическая модель движения автомобиля, проверка на адекватность.....	64
3.5. Методика сопоставления расчётных и экспериментальных данных... ..	70
<b>Глава 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....</b>	<b>72</b>
<b>Глава 5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНEDЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>	<b>77</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>84</b>
<b>Литература.....</b>	<b>85</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

К числу важнейших факторов, определяющих технический уровень современных автомобилей, относится степень их оснащенности электронными устройствами. Поэтому разработка электронных систем управления агрегатами автомобилей является весьма актуальной задачей для автомобилестроителей РУз.

В настоящее время накоплен значительный опыт применения электронной аппаратуры в автомобилях. Использование этого опыта является важным условием ускорения разработок новых, более совершенных электронных устройств для автомобилей.

В настоящее время непрерывно возрастает применение электронных устройств, начиная от легковых автомобилей особо малого класса и кончая большегрузными автомобилями и автобусами большой вместимости. При этом электронные устройства используют как для замены механических, гидравлических, пневматических и электромеханических систем управления, так и для создания принципиально новых систем автоматики автомобилей и автобусов.

В отличие от начальных периодов развития автомобильной электроники для современного ее периода характерно наличие следующих четырех направлений:

создание электронных устройств для замены ими традиционных узлов автомобильного электрооборудования (регуляторы напряжения, управление световой и звуковой сигнализацией, регуляторы систем отопления, кондиционирования, подогрева двигателя, тахометры, спидометры и т. д.);

применение электронных устройств (в том числе и с использованием ЭВМ) для непрерывного контроля и выдачи текущей информации об эксплуатационных показателях автомобиля (например, текущий расход топлива, целесообразность включения той или иной передачи, оптимальный режим движения и т. д.). К этой категории устройств следует отнести и

системы диагностирования состояния агрегатов автомобиля;

разработка электронной аппаратуры управления зажиганием, топливоподачей и системами, обеспечивающими снижение токсичности отработавших газов двигателя;

создание электронных устройств для систем управления агрегатами трансмиссии, тормозными системами и другими узлами автомобиля (за исключением двигателя).

Применение электронной аппаратуры в системах управления агрегатами автомобиля создало возможность получения качественно новых их показателей, что в ряде случаев повлекло за собой целесообразность изменения конструкции самих агрегатов. Поэтому современная автомобильная электронная система управления фактически является комплексом собственно электронной аппаратуры и управляемых ею исполнительных устройств.

Основными внешними факторами, влияющими на работу электронной аппаратуры автомобилей, являются температура окружающей среды, диапазон изменения напряжения в бортовой сети, уровень помех (в цепях питания, а также полевых).

В зависимости от климатического исполнения изделий электрооборудования и места их установки на автомобиле (в моторном отделении, кабине или снаружи кузова и кабины) ТУ3940 устанавливает различные диапазоны температуры окружающей среды, в пределах которых должна обеспечиваться работоспособность и сохранность изделий электрооборудования, в том числе и электронной аппаратуры. С учетом возможности установки электронной аппаратуры как в моторном отделении, так и вне его, исходя из ТУ3940, следует ориентироваться на обеспечение ее работоспособности в диапазоне температур окружающей среды  $J$ .от—40 до +70 °C.

Наряду с этим в некоторых случаях оказывается необходимым предусматривать возможность работы аппаратуры в более широком

диапазоне температур окружающей среды. В частности, при особо неблагоприятных условиях эксплуатации у некоторых моделей автомобилей максимальная температура моторном отделении может достигать 90°C и даже 100°C. Когда автомобиль работает в холодных климатических зонах, то вероятно уменьшение температуры окружающей среды до —60°C. При такой температуре должна обеспечиваться работоспособность аппаратуры систем управления такими агрегатами, как подогреватели двигателей и отопители салона автомобиля. За исключением этого особого случая, при столь низкой температуре отсутствует необходимость сразу же включать электронную аппаратуру, поскольку она должна вступать в действие только после прогрева двигателя и салона автомобиля. Однако необходимо, чтобы даже после длительного нахождения электронной аппаратуры при температуре до —60 °C ее последующий прогрев до температуры —40 °C обеспечивал требуемую работоспособность.

В соответствии с требованиями ТУ 3940 электронная аппаратура при номинальном напряжении  $U_{\text{ном}}$  в бортовой сети, равном 12 В, должна сохранять работоспособность при изменении этого напряжения в пределах 10,8—15 В, а при номинальном напряжении, равном 24 В, в пределах 21,6—30 В.

С целью получения стабильных характеристик электронной аппаратуры ее, как правило, подключают к источнику стабилизированного напряжения. Для ряда серий интегральных микросхем, применяемых в электронной аппаратуре автомобилей, минимально допустимое напряжение питания составляет 10 В. Для получения такого стабилизированного напряжения при минимально возможном напряжении бортовой сети, равном 10,8 В (в случае  $U_{\text{ном}} = 12$  В), требуется применять стабилизаторы напряжения только компенсационного типа, у которых наименьшая разность между входным и выходным напряжениями составляет десятые доли вольта. При  $U_{\text{вок}} = 24$  В такое ограничение отпадает, но в этом случае более сложно решается проблема отвода теплоты от выходных элементов стабилизатора,

поскольку в них имеется значительное падение напряжения, следовательно, выделяется большая мощность.

Электронная аппаратура автомобилей работает в условиях самых различных помех. Основными из них являются помехи в цепях ; питания и полевые, возникающие в результате работы различных электромагнитных механизмов и устройств, действие которых приводит к искрообразованию. Необходимо подчеркнуть, что характер и уровень помех, действующих на электронную аппаратуру при работе электрооборудования автомобилей, зависит от большого числа факторов, в том числе от трассировки проводки, расположения агрегатов электрооборудования, исполнения коммутирующих элементов и т. д. Все эти факторы могут меняться в зависимости от модели автомобиля и даже при ее модернизации. Поэтому следует д исходить из наихудших условий работы электронной аппаратуры в отношении воздействия на нее помех. При обычных условиях работы электрооборудования автомобиля источниками питания электронной аппаратуры служат параллельно соединенные генератор и аккумуляторная батарея. Последняя является мощным фильтром для низкочастотных помех и надежно защищает от них электронную аппаратуру. Однако в случае отключения по какой-либо причине аккумуляторной батареи от цепи питания электронной аппаратуры условия ее работы резко ухудшаются в результате появления в цепи питания значительных перенапряжений.

Управляемость и устойчивость автомобиля являются важнейшими эксплуатационными свойствами и составляющими активной безопасности автомобиля, оценке этих свойств во всем мире придается большое значение.

Расчетные методики оценки рассматриваемых свойств зачастую теряют свои преимущества ввиду отсутствия достоверных исходных данных об исследуемом объекте. Трудно получить исходные данные характеристик взаимодействия рассматриваемых пневматических шин с опорной поверхностью, характеристик систем подпрессоривания объекта

исследования, главных моментов инерции, коэффициентов сопротивления движению и т.д.

Многообразие экспериментальных методик оценки управляемости и устойчивости превращает процесс проведения испытаний в длительный и дорогостоящий. Кроме того, современные методики, предусматривающие задание фиксированного управляющего воздействия на рулевое колесо требуют применения рулевых роботов, имеющих высокую стоимость.

Разработка методики расчетной оценки параметров управляемости и устойчивости автомобиля, базирующейся на получении исходных данных для математической модели движения автомобиля на основе результатов ограниченного количества полигонных испытаний, позволит оценить динамику движения исследуемого объекта посредством имитационного моделирования, что может быть применено для сокращения сроков проектирования, испытаний, доводки АТС, проведения НИОКР и является актуальным.

# **Глава 1. Принципы построения и классификация микропроцессорных средств контроля параметров автомобиля.**

## **1.1 Типовые функциональные узлы микропроцессорных систем контроля параметров автомобиля.**

Экономическая эффективность применения электронной системы управления агрегатами автомобиля определяется в результате сопоставления обеспечиваемых ею эксплуатационных показателей автомобиля по сравнению с иными системами управления.

Для управления агрегатами автомобиля наряду с механическими, гидравлическими пневматическими системами управления все в большей степени находят применение электронные системы. При этом от того, на какой элементной базе (аналоговой, цифровой или микропроцессорной) изготовлена электронная система, зависит соотношение между затратами на создание электронной и иных систем управления.

Долговечность элементов системы и управляемых ею агрегатов автомобиля. Электронные системы управления обладают наибольшей долговечностью по сравнению с другими системами автоматического управления. Современный уровень электроники обеспечивает долговечность элементов электронной системы управления на уровне срока службы автомобиля, что обычно недостижимо для других систем управления.

Режим работы автомобильного агрегата зависит от того, какая система автоматики им управляет. Электронная система вследствие возможности учета с ее помощью большого числа показателей характеризующих состояние агрегата, должна обеспечивать наиболее благоприятный режим его работы. Так, электронные системы автоматического управления сцеплением по сравнению с механическими или гидравлическими системами обуславливают меньшую продолжительность работы сцепления с

пробуксовыванием. Благодаря этому возрастаёт долговечность рабочих элементов сцепления (фрикционных накладок, выжимного подшипника). В случае оборудования автомобиля электронной антиблокировочной системой увеличивается срок службы элементов тормозной системы и шин.

Расходы на ремонт и обслуживание системы управления. Электронные системы управления, как правило, являются необслуживаемым объектом, поэтому можно считать, что расходы на обслуживание электронных систем отсутствуют. В этом отношении данные системы превосходят любые механические, гидравлические и электрические релейные системы управления, которые нуждаются в периодическом техническом обслуживании. Вследствие высокой долговечности элементов электронных систем требуется очень не большой объем их выпуска в качестве запасных частей.

Малы и расходы на ремонт этих элементов. Поэтому эксплуатационные расходы на обслуживание электронных систем управления значительно, ниже по сравнению с аналогичными расходами для механических, гидравлических и электрических релейных систем управления.

Эксплуатационные расходы автомобиля и его производительность. Электронные системы управления агрегатами автомобилей' по сравнению с другими системами управления обладают следующими преимуществами:

точность их настройки может быть обеспечена в пределах 1—3 % от заданного уровня, что создает благоприятные предпосылки для получения наилучших эксплуатационных показателей автомобиля (расход топлива, скорость движения, безопасность работы и др.);

возможна простая и быстрая перенастройка системы, например, с помощью электрических переключателей. Такая перенастройка целесообразна при изменении условий эксплуатации автомобиля (переход от движения в городе на загородные маршруты или при эксплуатации автомобиля в горных условиях); время, необходимое на замену вышедшего

из строя элемента системы, минимально. При электронной системе управления для этого достаточно отключить штепсельный разъем от отказавшего электронного блока и подключить с помощью данного разъема запасной блок.

Любая электронная система управления тем или иным агрегатом автомобиля, как правило, состоит из нескольких законченных функциональных узлов, предназначенных для решения соответствующей схемотехнической задачи. К числу таких типов функциональных узлов относятся: стабилизаторы напряжения, частотно-аналоговые преобразователи, осуществляющие преобразование частоты входного сигнала напряжение постоянного тока; регуляторы силы тока, обеспечивающие поддержание в заданной силы тока или ее изменение по заданному закону в зависимости от уровня или частоты входного сигнала; элемент защиты, как самой электронной системы, так и управляемого агрегата от аварийных режимов, к которым относятся, в частное устройства защиты электронных блоков автоматики от коротких замыканий, перегрузки по току, а также от перенапряжений. Для защиты управляемого агрегата от аварийных режима в случае отказа тех или иных устройств автоматики или ошибочных действий водителя применяют электронные устройства, предотвращающие возможность самопроизвольного непредусмотренного включения агрегата например, включения в коробке перед низших передач при высокой скорости движения автомобиля.

При значительных колебаниях напряжения бортовой сети, являющейся источником питания электронной аппаратура невозможно обеспечить стабильность характеристик систем регулирования без применения стабилизаторов напряжения.

Простейшим устройством, обеспечивающим стабилизацию напряжения, является параметрический стабилизатор напряжения представляющий собой последовательно соединенные резистор стабилитрон. Для повышения

нагрузочной способности таких стабилизаторов их иногда дополняют эмиттерными повторителями.

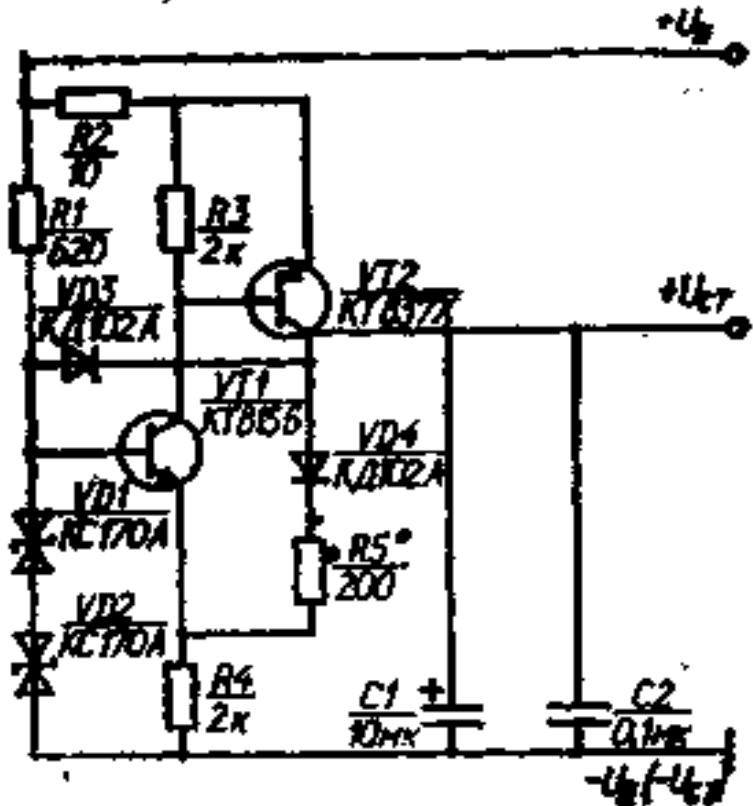


Рис. 1 Схема стабилизатора, поддерживающего заданный уровень напряжения по отношению к отрицательному полюсу источника питания.

Преимуществами параметрических стабилизаторов является их малая цена и высокая надежность. Однако они не обеспечивают высокой стабильности выходного напряжения при значительных колебаниях напряжения бортовой сети и тока нагрузки. Кроме того, вследствие значительного разброса (как правило, в пределах  $\pm 10\%$ ) опорного напряжения у стабилитронов одного и того же типа невозможно без специального отбора стабилитронов обеспечить в стабилизаторе заданный уровень выходного стабилизированного напряжения. Поэтому параметрические стабилизаторы напряжения не получили широкого распространения в электронных системах управления агрегатами автомобилей, поскольку к источникам питания их управляющих

устройств предъявляют очень жесткие требования как в части стабильности напряжения питания, так и обеспечения заданной его величины. Последнее имеет особое значение для электронных устройств, содержащих интегральные микросхемы, у которых допустимый разброс напряжения питания может составлять  $\pm 5\%$

Эти требования удовлетворяются при использовании для питания электронных устройств компенсационных стабилизаторов напряжения с непрерывным регулированием. Такие стабилизаторы представляют собой замкнутую систему автоматического регулирования, обеспечивающую поддержание заданного выходного напряжения при любых изменениях внешних факторов (напряжения бортовой сети, тока нагрузки, температуры). Регулирующим элементом стабилизатора является выходной транзистор, работающий в активном режиме. Между эмиттером и коллектором транзистора создается падение напряжения, равное разности напряжения бортовой сети и требуемого напряжения стабилизации.

Компенсационные стабилизаторы напряжения широко описаны в литературе [7, 12,], поэтому в данном разделе рассмотрены только некоторые схемы стабилизаторов такого типа, применяющиеся в электронных системах управления агрегатами автомобилей (сцепление, гидромеханические передачи). На рис.1 приведена принципиальная электрическая схема компенсационного стабилизатора, обеспечивающего получение на выходе (вывод + £<sub>ст</sub>) стабилизированного напряжения по отношению к отрицательному полюсу (массе) бортовой сети (вывод —U<sub>ст</sub>). Стабилизатор предназначен для подключения к бортовой сети с номинальным напряжением 24 В. К базе управляющего транзистора VT1 подводится напряжение, равное сумме опорных напряжений f<sub>on</sub>i \* I и U<sub>он</sub> стабилитронов VD1 и VD2, а напряжение, подводимое к его эмиттеру, определяется выражением

$$U_{31} = (U_{cr} - \Delta U_{VD1}) R_4 / (R_4 + R_5), \quad (1)$$

где  $\Delta U_{VD4}$  — падение напряжения в диоде VD4.

Напряжение между базой и эмиттером транзистора VT1

$$U_{B1} = U_{\text{оп1}} + U_{\text{оп2}} + \frac{\Delta U_{VD4} R_4 - U_{ce} R_4}{R_4 + R_5}. \quad (2)$$

В стабилизаторе напряжения, выполненном в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1, при  $R_5=0$  выходное стабилизированное напряжение равно 14,5 В. Для улучшения теплового режима транзистора VT2 в результате уменьшения падения напряжения в его переходе эмиттер—коллектор в цепь питания транзистора включен балластный резистор R2, имеющий сопротивление 10 Ом. Максимальный ток нагрузки стабилизатора составляет 0,5 А, поэтому падение напряжения в резисторе R2 не превышает 5 В. Если напряжение бортовой сети даже будет равно минимально допустимому его значению (21,6 В), то и в этом случае при указанном значении падения напряжения к эмиттеру транзистора VT2 будет подведено напряжение 16,6 В, что вполне достаточно для получения стабилизированного напряжения, равного 14,5 В.

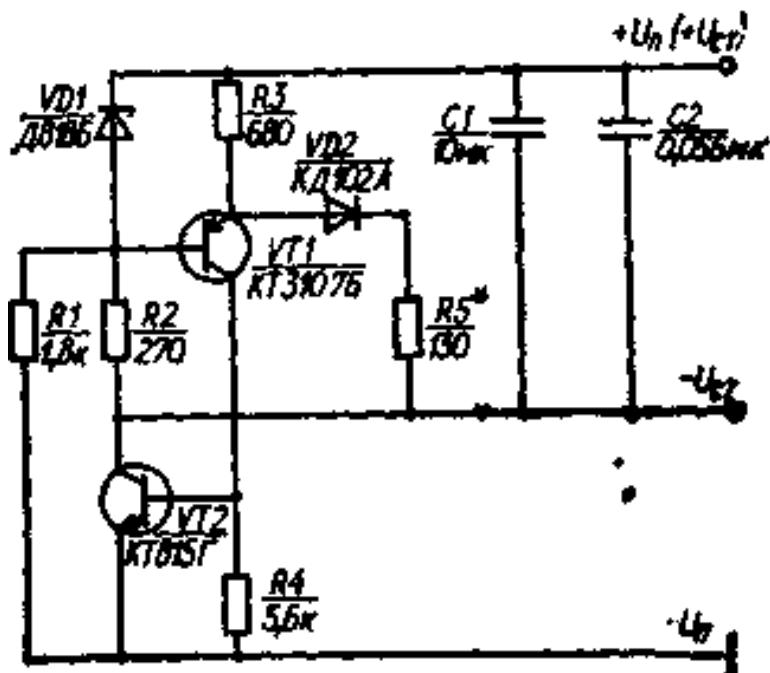


Рис. 2 Схема стабилизатора, поддерживающего заданный уровень напряжения по отношению к положительному полюсу источника питания

Преобразователи частота — напряжение (ПЧН) или частотно-аналоговые

преобразователи являются наиболее распространенным типовым функциональным узлом электронных систем управления агрегатами автомобиля.

Такие преобразователи применяют в системах автоматического управления сцеплением, устройствах автоматического управления переключением передач, антиблокировочных системах управления тормозными механизмами автомобилей. Их также используют во многих других системах управления агрегатами двигателя.

Основными показателями, определяющими свойства ПЧН, являются:  
рабочий диапазон частот входного сигнала, характеризуемый отношением  $f_{max}/f_{min}$ ,

минимальный уровень входного сигнала, при котором обеспечивается работоспособность преобразователя;  
линейность преобразования;

быстродействие преобразования, которое оценивают запаздыванием изменения уровня выходного сигнала по отношению к изменению частоты входного сигнала;

величина пульсаций выходного напряжения  $U_{вых}$  (при различных частотах входного сигнала);

стабильность характеристики  $U_{вых}=F(f)$  при изменении напряжения питания, температуры окружающей среды и т. д.;

помехоустойчивость, т. е. отсутствие сбоев в работе при наличии помех в цепях питания и полевых (электромагнитных) помех;

коэффициент использования напряжения источника питания, характеризуемый отношением максимального напряжения на выходе ПЧН к напряжению источника питания.

Кроме того, важным показателем ПЧН, в ряде случаев определяющим целесообразность его применения, является состав и количество входящих в него комплектующих изделий, поскольку от этого зависит стоимость преобразователя. В зависимости от области применения ПЧН наиболее существенными являются те или иные его показатели.

В ПЧН данного типа с помощью управляемого интегратора происходит преобразование периода (или полупериода) входного сигнала в напряжение постоянного тока в следующем порядке:

- 1) от переднего или заднего фронта импульса входного сигнала подается команда на возврат интегратора в исходное состояние. При этом происходит быстрая разрядка ранее заряженного конденсатора интегратора с уменьшением на нем напряжения до нуля или другого заданного уровня;
- 2) после возврата интегратора в исходное состояние начинается зарядка его конденсатора, которая длится в течение периода действия импульса входного сигнала или в продолжение всего цикла входного сигнала;
- 3) в конце зарядки конденсатора интегратора уровень напряжения на нем запоминается, после чего процесс преобразования повторяется вновь.

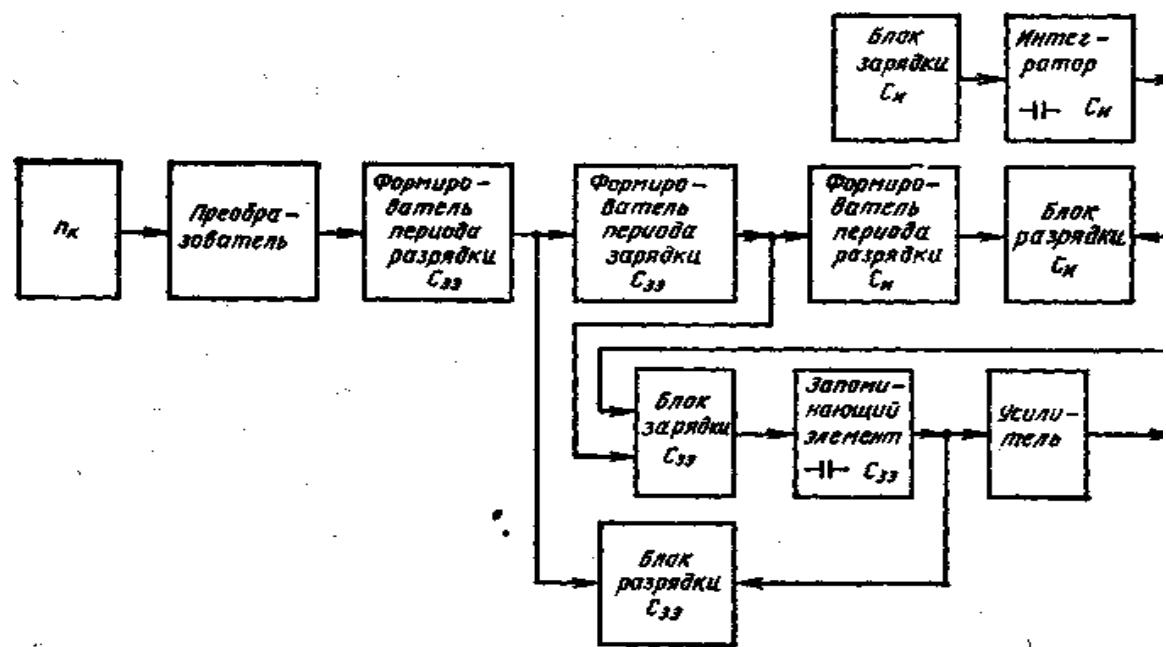


Рис 3. Структурная схема ПЧН с преобразованием входного сигнала в течение цикла

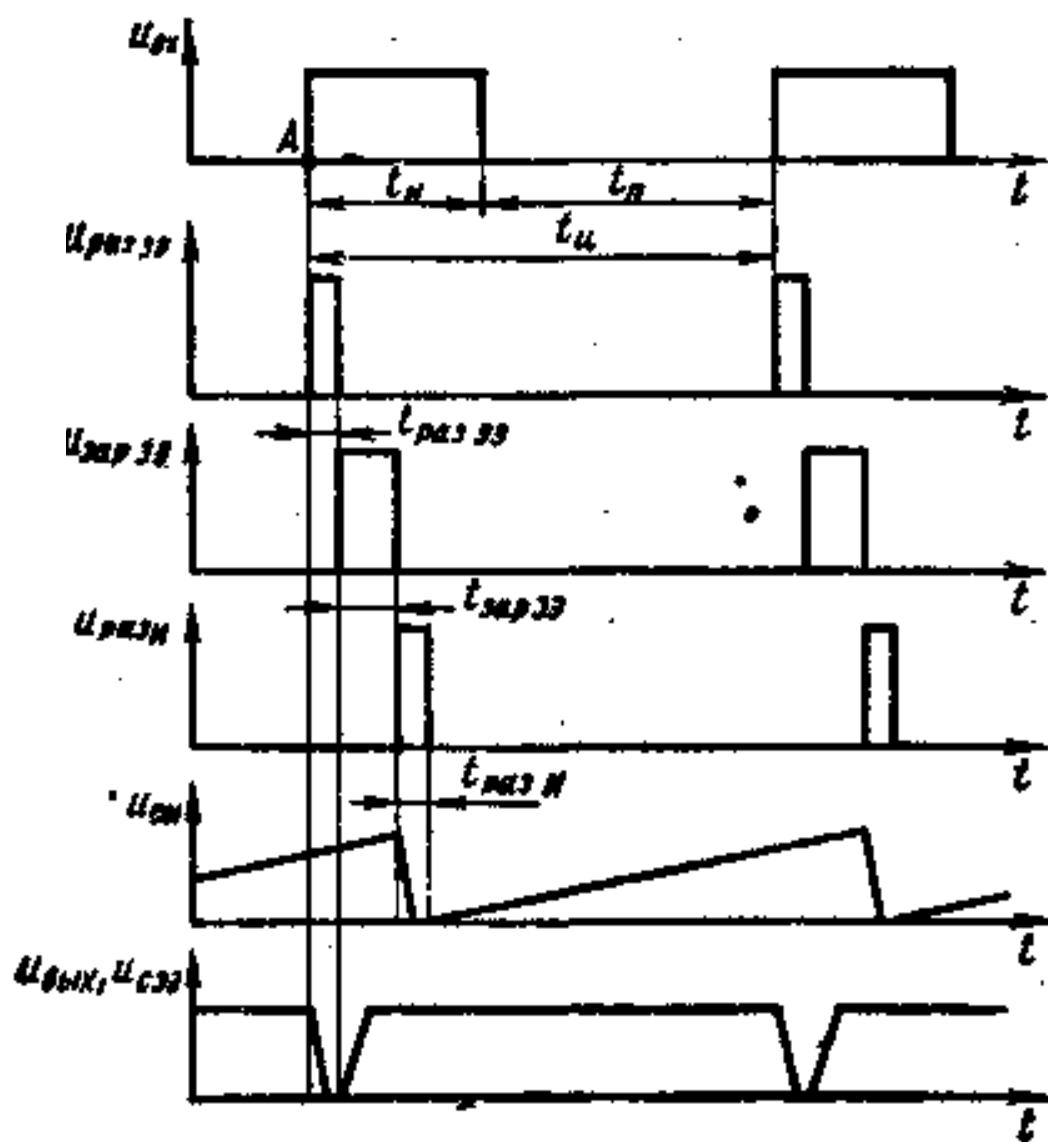


Рис. 4. Изменение формы сигналов в ПЧН с преобразованием входного сигнала в течение цикла

## **Глава 2. Микропроцессорные программно-аппаратные средства проведения эксперимента для оценки состояния автомобиля.**

### **2.1 Математическое моделирование при оценке управляемости и устойчивости автомобиля.**

Традиционный подход к созданию автомобиля с высокими показателями управляемости и устойчивости основан на экспертизе, проводимой группой водителей-испытателей. Такая экспертиза базируется на многолетнем опыте субъективного анализа автомобилей, и основную роль в получении определенного типа управляемости и устойчивости играет квалификация испытателей – экспертов. Чаще всего результатом подобной работы является смещение соотношения свойств управляемости и устойчивости. Стоит отметить, что экспертная оценка показателей управляемости и устойчивости является не только дорогостоящей, но и крайне длительной процедурой. Кроме того, субъективный подход не гарантирует высокую степень реализации потенциальных возможностей принятой конструктивной схемы автомобиля в отношении рассматриваемых свойств. Показателями, пригодными для инструментальной оценки при таких испытаниях, являются различного рода критические (пределные) скорости: скорость начала интенсивного заноса задней оси; скорость начала интенсивного сноса передней оси; скорость, при которой начинается отрыв колес от опорной поверхности; скорость появления курсовых колебаний; предельная скорость выполнения маневра. Очевидно, что подобных показателей недостаточно для полноценной оценки свойств системы «водитель-автомобиль-дорога» потому, что они касаются только критических режимов движения и не захватывают штатные режимы. Также этих показателей недостаточно для выработки эффективных рекомендаций

по совершенствованию конструкции объекта управления.

Таким образом, для оценки свойств управляемости и устойчивости уже существует достаточное количество соответствующих показателей и методик.

В задачах проектирования новых автомобилей и модернизации существующих необходимы математические модели, отражающие основные свойства автомобиля, как объекта управления, и позволяющие прогнозировать реакцию и поведение автомобиля на воздействие внешней среды и воздействие со стороны водителя. Важны глубокие теоретические исследования для корректировки конструкции автомобиля на всех этапах проектирования и доводки, внесения необходимых изменений в принятые технические решения, в частности, с использованием процедур моделирования на ЭВМ.

Схемы математических моделей колесных машин и систем моделирования по сложности и качеству реализуемых функций можно разделить на 4 основные группы:

- 1) Аналитический расчет традиционными методами. Расчетные соотношения для выходных показателей представляются в виде конечных функциональных зависимостей [6].
- 2) Аналитический расчет с применением пакетов символьной математики. Реализуется чаще всего в универсальных прикладных программах, например, MathCad, MatLab, Scientific, Mathematics и др. В качестве примера можно привести модель движения АТС, разработанную в Московском автомобильно-дорожном институте и нашедшую отражение в диссертациях. Особенность создания модели заключается в приведении системы уравнений, описывающей криволинейное движение АТС и ряда учитываемых факторов, к единому матричному уравнению, которое далее решается и исследуется в среде прикладной программы. Стоит отметить, что данный подход является эффективным для решения некоторых четко сформулированных задач,

однако сама модель не отличается гибкостью и универсальностью, т.е. при изменении целей и задач исследования необходимо составлять и затем исследовать новое приведенное матричное уравнение.

3) Имитационное визуальное моделирование. Может быть реализовано в программах моделирования динамики многокомпонентных механических систем, например Euler, MatLab SimMechanics и др.

4) Специализированные программы моделирования движения АТС. В качестве примера можно привести LapSim, предназначенную для оптимизации параметров гоночного автомобиля в соответствии с конкретной трассой по критерию минимального времени прохождения трассы (разработана в среде MatLab). Идеология работы программы заключается в сравнении результатов компьютерного моделирования с показаниями регистрирующей аппаратуры, снятыми с гоночного автомобиля во время «тестового заезда», введении поправок в расчетные алгоритмы программы и вывод рекомендуемых оптимальных настраиваемых параметров гоночного автомобиля для данной трассы. Так же стоит отметить пакет MatLab Simdriveline, представляющий собой библиотеку стандартных элементов (пневматическая шина, кузов, двигатель, система подпрессоривания, КПП и т.д.), из которых можно составить комплексную схему автомобиля или отдельных узлов. Каждый библиотечный элемент является укрупненным блоком, записанным в модуле Simulink в виде математических уравнений, описывающих определенный элемент или процесс. Детальное рассмотрение данного модуля выявило возможности моделирования исключительно прямолинейного движения, оценки динамических характеристик, проектирования трансмиссий, моделирования некоторых систем безопасности.

Вне зависимости от схемы математической модели, исследователям (например, [9]) часто приходится прибегать к упрощению зависимостей взаимодействия пневматической шины с опорной поверхностью, упрощать тригонометрические функции в расчетах углов увода и кинематики рулевого

управления, накладывать ограничения на углы поворота колес и минимальную скорость движения. Все это не лучшим образом сказывается на точности получаемых результатов и показывает расхождение расчетных данных с экспериментальными в пределах 20%.

При оценке и прогнозировании эксплуатационных характеристик АТС с применением алгебраических или частотных критериев устойчивости, очевидным является то обстоятельство, что результаты подобных оценок варьируются в зависимости от составленной системы уравнений, принятых допущений и исходных данных.

В общем виде, любая модель представляет собой математическую запись преобразования входного и выходного сигнала системы. В реальной системе на выходные параметры действует в той или иной степени множество различных факторов, которые могут иметь природу помех (шума), а могут быть параметрами, о которых мы не имеем представления. На рис.10. показано классическое представление динамической системы.

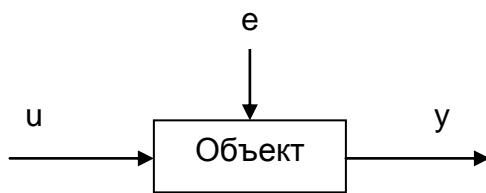


Рис.10. Блок-схема динамической системы

На объект действуют входные сигналы  $u$  и случайные воздействия  $e$ , выходные параметры –  $y$ . В общем случае, сигналы  $u$ ,  $e$ ,  $y$  представляют собой вектора произвольной размерности. Все эти сигналы – непрерывные функции времени. Стоит отметить, что чаще всего в задачах идентификации приходится работать с дискретными значениями сигналов, что, в свою очередь, обусловлено возможностями измерительного оборудования. Таким образом, проблема моделирования состоит в определении зависимости между входными и выходными сигналами. В качестве основной зависимости выступают линейные дифференциальные уравнения.

Предполагается, что имеются данные о значениях входных и выходных параметров, измеренные с некоторым интервалом времени. Следовательно, входной и выходной сигналы представляют собой дискретные функции, т.е. вход –  $u(t); t = 1, 2, \dots, N$ , выход –  $y(t); t = 1, 2, \dots, N$ .

Предположим, что сигналы связаны системой линейно, тогда преобразование «вход-выход» может быть записано в виде:

$$y(t) = G(q) \cdot u(t) + v(t) \quad (1)$$

где  $q$  - оператор сдвига;  $G(q)$  - передаточная функция системы;  $v(t)$  - дополнительная функция, представляющая собой шум (помехи).

$$G(q) \cdot u(t) = \sum_{k=1}^{\infty} g(k) \cdot u(t-k) \quad (2)$$

$$G(q) = \sum_{k=1}^{\infty} g(k) \cdot q^{-k}; \quad q^{-1} \cdot u(t) = u(t-1) \quad (3)$$

Числа  $\{g(k)\}$  называются импульсной передаточной функцией системы. Ясно, что  $g(k)$  является выходом системы во время  $k$ , если в начальный момент времени на вход системы подается импульс. Функция  $G(q)$  названа передаточной функцией системы. Эта функция, определенная на единичном круге ( $q = e^{i\omega}$ ), дает частотную передаточную функцию  $G(e^{i\omega})$ . В (1)  $v(t)$  - дополнительная функция, представляющая собой шум (помехи). Его характеристикой может выступать спектральная плотность (спектр):

$$\Phi_V(\omega) = \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} R_V(\tau) \cdot e^{-i\omega\tau} \quad (4)$$

где  $R_V(\tau)$  - ковариационная функция шума  $v(t)$

$$R_V(\tau) = M\{v(t)v(t-\tau)\} \quad (5)$$

$M$  – символ математического ожидания. Альтернативно, помеха может быть описана как отфильтрованные белые шумы

$$v(t) = H(q) \cdot e(t) \quad (6)$$

где  $H(q)$  – белые шумы с параметром  $l$  и

$$\Phi_V(\omega) = \lambda \cdot |H \cdot e^{i\omega}|^2 \quad (7)$$

Все приведенные выше уравнения (1) – (7) вместе дают описание временной области системы:

$$y(t) = G(q) \cdot u(t) + H(q) \cdot e(t) \quad (8)$$

Функции  $G(e^{i\omega})$  и  $\Phi_V(\omega)$  составляют описание частотной области системы. Основное описание (8) может использоваться и в случае множества переменных. Пусть  $nu$  – количество входных сигналов системы,  $ny$  – количество выходных сигналов. В таком случае,  $G(q)$  будет являться матрицей размерности  $ny \times nu$ , а  $H(q)$  и  $\Phi_V(\omega)$  матрицами размерности  $ny \times ny$ . Функции  $G$  и  $H$  могут быть описаны как рациональные функции от  $q^{-1}$ . Одна из моделей, включенная в надстройку System Identification Toolbox пакета MatLab – модель ARX, которая имеет вид:

$$G(q) = q^{-nk} \cdot \frac{B(q)}{A(q)}, \quad H(q) = \frac{1}{A(q)}$$

где  $B$  и  $A$  - многочлены в операторе задержки  $q^{-1}$ :

$$\begin{aligned} A(q) &= a_1 + a_2 \cdot q^{-1} + \dots + a_{na} \cdot q^{-na+1} \\ B(q) &= b_1 + b_2 \cdot q^{-1} + \dots + b_{nb} \cdot q^{-nb+1} \end{aligned} \quad (9)$$

где  $na$  и  $nb$  – порядки соответствующих полиномов,  $nk$  – число задержек от ввода (входа) до выхода.

Модель обычно записывается:

$$A(q) \cdot y(t) = B(q) \cdot u(t - nk) + e(t) \quad (10)$$

где  $nk$  – число задержек от ввода (входа) до выхода.

Запись уравнения (10) в явном виде:

$$\begin{aligned} y(t) + a_1 \cdot y(t-1) + \dots + a_{na} \cdot y(t-na) &= \\ = b_1 \cdot u(t-nk) + b_2 \cdot u(t-nk-1) + \dots + b_{nb} \cdot u(t-nk-nb+1) &+ e(t) \end{aligned} \quad (11)$$

Выражения (10) и (11) могут быть обобщены для случая со многими переменными. Тогда  $A(q)$  станет матрицей размерности  $ny \times ny$ , а  $B(q)$  матрицей размерности  $ny \times nu$ .

Другой главной, и более общей моделью является ARMAX структура:

$$A(q) \cdot y(t) = B(q) \cdot u(t - nk) + C(q) \cdot e(t) \quad (12)$$

где  $A(q)$  и  $B(q)$  определяются в соответствии с (9), а

$$C(q) = 1 + c_1 \cdot q^{-1} + \dots + c_{nc} \cdot q^{-nc}$$

Структура модели ошибки выходной величины (ОЕ) получена как

$$y(t) = \frac{B(q)}{F(q)} \cdot u(t - nk) + e(t)$$

где:

$$F(q) = 1 + f_1 \cdot q^{-1} + \dots + f_{nf} \cdot q^{-nf}$$

Так называемая модель Бокса-Джекинса (BJ) имеет вид

$$y(t) = \frac{B(q)}{F(q)} \cdot u(t - nk) + \frac{C(q)}{D(q)} \cdot e(t) \quad (13)$$

где:

$$D(q) = 1 + d_1 \cdot q^{-1} + \dots + d_{nd} \cdot q^{-nd}$$

Все эти модели - частные случаи общей параметрической модели:

$$A(q) \cdot y(t) = \frac{B(q)}{F(q)} \cdot u(t - nk) + \frac{C(q)}{D(q)} \cdot e(t) \quad (14)$$

Параметры белого шума  $\{e(t)\}$  приняты за  $l$ . В пределах структуры (14), могут быть фактически получены все линейные модели систем типа “черного ящика”. Модель ARX очевидно получена при  $nc = nd = nf = 0$ . Структура ARMAX соответствует  $nc = nf = 0$ . Модель ОЕ получена для  $na = nc = nd = 0$ , в то время как модель BJ переписывается с  $nd = nd = nf = 0$ .

Тот же самый тип моделей может быть определен для систем с произвольным числом входов. Они имеют форму

$$A(q) \cdot y(t) = \frac{B_1(q)}{F_1(q)} \cdot u_1(t - nk_1) + \dots + \frac{B_{nu}(q)}{F_{nu}(q)} \cdot u_{nu}(t - nk_{nu}) + \frac{C(q)}{D(q)} \cdot e(t) \quad (15)$$

Общий подход к описанию линейных систем состоит в том, чтобы использовать модели в пространстве состояний:

$$\begin{aligned} x(t+1) &= Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) &= Cx(t) + Du(t) + v(t) \end{aligned} \quad (16)$$

Здесь зависимость между входом и выходом определяется через  $nx$ -мерный вектор состояний. В форме (16) передаточная функция переписывает в виде

$$G(q) = C(q \cdot I_{nx} - A)^{-1} \cdot B + D \quad (17)$$

где  $I_{nx}$  – единичная матрица размерности  $nx$ . Ясно, что (16) может рассматриваться как один из способов параметризации передаточная функции. С помощью (17)  $G(q)$  становится функцией матриц А, В, С и D. В System Identification Toolbox используется следующая модель в пространстве состояний:

$$\begin{aligned} x(t+1) &= Ax(t) + Bu(t) + Ke(t) \\ y(y) &= Cx(t) + Du(t) + e(t) \end{aligned} \quad (18)$$

Использование этого представления позволяет учитывать шумы и находить линеаризованные уравнения нелинейных объектов. В случае (18)  $G(q)$  определяется по формуле (17), а  $H(q)$ :

$$H(q) = C(q \cdot I_{nx} - A)^{-1} \cdot K + I_{ny} \quad (19)$$

где  $ny$  размерность  $y(t)$  и  $e(t)$ .

Часто возможно установить описание системы прямо в (18). В других случаях, предпочтительно описать сначала шумы, которые действуют на систему. Это ведет к стохастическому пространству состояний. Модель

$$\begin{aligned} x(t+1) &= Ax(t) + Bu(t) + w(t) \\ y(y) &= Cx(t) + Du(t) + e(t) \end{aligned} \quad (20)$$

где  $w(t)$  и  $e(t)$  – стохастические процессы с некоторой степенью коррелированности. В условиях стационарности и в зависимости от вида преобразования «вход-выход», можно записать (20) эквивалентно (18). Тогда матрица К выбирается как фильтр Калмана.

Часто проще описать систему в виде непрерывной динамической модели. Причина в том, что, как правило, физические законы представляют собой дифференциальные уравнения. Поэтому, моделирование физических явлений обычно ведет к описаниям пространства состояний

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= Fx(t) + Gu(t) \\ y(t) &= Hx(t) + Du(t) + v(t) \end{aligned} \quad (21)$$

Здесь  $kT \leq t \leq (k+1)T$ , тогда зависимость между  $u[k] = u(kT)$  и  $y[k] = y(kT)$  может быть точно выражена через (16), причем

$$A = e^{FT}; \quad B = \int_0^T e^{F\tau} G d\tau \quad (22)$$

Непрерывная динамическая модель пространства состояний в MatLab System Identification Toolbox:

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= Fx(t) + Gu(t) + \tilde{K}e(t) \\ y(t) &= Hx(t) + Du(t) + v(t) \end{aligned} \quad (23)$$

Соответствие между  $\tilde{K}$  и  $K$  осуществляется на основе выражения:

$$K = \int_0^T e^{F\tau} \tilde{K} d\tau$$

Таким образом, «черная модель» строится по экспериментальным данным посредством выбора ряда входных и выходных величин и генерирования зависимости разнообразными методами. Полученная зависимость проверяется повторным экспериментом или выборкой экспериментальных данных, не участвовавших в генерации зависимости. Физического смысла такая модель не имеет.

«Серая модель» включает в себя, в отличие от «черной модели», структурированное аналитическое описание, в которое, в свою очередь, входят ряды заведомо неизвестных переменных, которые далее определяются через экспериментальные данные инструментарием «черной модели».

Таким образом, наиболее перспективной с точки зрения точности описания процессов представляется «серая модель», состоящая из аналитического описания динамики движения автомобиля и взаимодействиями пневматических шин с опорной поверхностью, реализованными в виде «черных моделей», априорно включающих в себя свойства систем подпрессоривания, кузова, трансмиссии.

## **Глава 3. Методика оценки параметров управляемости на основе обработки результатов испытаний.**

**3.1 Схемотехническое моделирование микропроцессорных систем  
дистанционного контроля и управления автомобилем.**

**3.2 Экспериментально – расчётное определение главных моментов  
инерции автомобиля.**

## **Глава 4. Экономическая часть.**

I. Технико-экономические обоснование проекта

II. Определить объем инвестиции

- Стоимость основных фондов
- Объем инвестиции на покупку материально-производственных запасов
- Объем инвестиции на покупку малооцененного инвентаря и контрольно-измерительных приборов
- Расчет заработной платы производственных рабочих

III. Определить экономическую эффективность, годовой доход

IV. Определить срок окупаемости инвестиции

1. Технико-экономическое обоснование проекта

- Цель, сущность и задачи проекта и его актуальность
- Экономическая эффективность проекта

2. Определить объем инвестиции

Нижеследующим таблице дано приведенные затраты на ВКР

## Стоимость основных фондов

Таблица3.

№	Наименование основных фондов	Кол-во	Стоимость ОФ
1	Машины и оборудования	6	251400500
2	Техника	5	5612500
3	Микропроцессорное измерительное оборудование	2	94525050
	Итого /	13	351538050

Амортизационные отчисления составляет 20 % от стоимости ОФ:

$$A_{отч} = 0,2 \times O\Phi /12$$

$$A_{отч} = 5858968$$

Затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание 12% от стоимости ОФ:

$$P_m = 12\% * O\Phi /12$$

$$P_m = 3515381$$

## Расчет заработной платы производственных рабочих

Таблица 4

№	Наименование операции	Должность	Кол-во дней	Средняя заработка платы за один день	Стоимость выполненных работ
1	Выбор теми на разработку	СНС	1	15000	15000
2	Изучение и анализ литератур по темы	МНС	2	7050	14100
3	Разработка интерфейса программы	МНС	2	7050	14100
4	Занесения плана лекции	МНС	3	7050	21150

5	Отладка программы	МНС	1	7050	7050
6	Тестирования комплекс программы	МНС	2	7050	14100
7	Выявление ошибок	МНС	2	7050	14100
8	Исправление ошибок	МНС	2	7050	14100
9	Экономическая часть	МНС СНС	2 1	7050 15000	14100 15000
10	Охрана труда	МНС СНС	2 1	7050 15000	14100 15000
11	Разработка пояснительной записи	МНС	1	7050	7050
12	Рецензирование	СНС	1	15000	15000
13	Оформление и защита ВКР	МНС	1	7050	7050
	Итого:		24		201000

Основная заработная плата определяется как сумма оплаты труда всех рабочих и премии в размере 40 %:

$$Зосн = СОТ * 0,4 + СОТ$$

$$Зосн = 281400$$

Дополнительной заработной платы производственных рабочих берется 10 % от основного З/п :

$$Зд = Кд * Зосн$$

$$Зд = 28140$$

Фонд оплаты труда определяется как сумму основной и дополнительной заработной платы:

$$\PhiOT = Зосн + Зд$$

$$\PhiOT = 309540$$

Затраты на социальной страхование рассчитывается 25% от ФОТ:

$$Oфcc = 25\% * \PhiOT$$

$$Oфcc = 77385$$

Транспортные расходы рассчитывается 20% от Зосн:

$$Pmp = 0,2 * Зосн$$

$$Pmp = 56280$$

Расходы на электроэнергию определяются по формуле:

$$W = N \cdot T \cdot S$$

N – установленная мощность, кВт

T – время работы

S- стоимость электроэнергии за 1кВт

$$W = 1258400$$

Объем инвестиции определяется по формуле:

$$K = MIZ + \Phi OT + Ao\phi + \Sigma P$$

#### Смета затрат на проведение разработки

Таблица 5

	Наименование статьи затрат	Сумма
1	Стоимость выполненных работ	201 000
2	Затраты на полигонные испытания	25430000
3	Производственная себестоимость	216800
4	Расходы периода	31025
5	Материальные затраты	3021500
6	Электроэнергия	512400
7	ФОТ	309540
8	Социальное страхование	77385
9	Амортизация	5858968
10	Прочие затраты	651300
11	Основная заработка плата	281400

## Расчет экономической эффективности выполненных работ

Таблица 6.

№	Наименование показателей	Ед.измерения	сумма	Примечание
1	Стоимость выполненных работ	Сум	20135005	Таблица
2	Затраты на полигонные испытания	Сум	2543000	Таблица
3	Инвестиции	Сум	245130000	Формула
4	Экономическая эффективность	Сум	3550	Формула
5	Срок окупаемость	Месяц	12	Формула
6	Рентабельность	%	102	Формула

Экономическую эффективность определим по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) * Q \quad C_1 = C_2 * 1,3$$

C1 и C2 – себестоимость до и после

Q - объём производство

Рентабельность определим по формуле:

$$R = \frac{\mathcal{E} * 100\%}{K}$$

Определяем срок окупаемости:

$$T_{ок} = \frac{K}{\mathcal{E}}$$

# **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

## **Производственная санитария**

Для комплексного решения проблем безопасности дорожного движения, оптимизации транспортных потоков и контроля технического состояния транспортных средств, предотвращения отказов и вынужденногоостоя на транспорте уже не достаточно разрозненных мер и механизмов контроля. Особо остро проблема стоит в области социального автотранспорта.

Дистанционный контроль соблюдения безопасности дорожного движения позволит значительно сократить аварийность и тяжесть последствий. Своевременный контроль технического состояния транспортных средств позволит оптимизировать техническое регламентное обслуживание парка автомобилей, сократить время вынужденных простоев, предотвратить большую часть неисправностей возникающих на маршруте и обеспечить выполнение экологических норм в масштабах региона.

В данной выпускной квалификационной работе были предложены микропроцессорные программно – аппаратные средства дистанционного контроля автомобиля, выполненные на основе совершенствования современных методов и приборов неразрушающего контроля физико-механических характеристик состояния основных узлов автомобиля и диагностики неисправностей и дефектов. Также в работе рассмотрен программно-аппаратный комплекс, реализующий усовершенствованные методы диагностики, интеллектуальную систему определения неисправности и организацию построения комплекса с учетом требований отказоустойчивости.

Приведем основные требования к возможному минимальному набору технических средств для проведения квалифицированной локальной диагностики современного автомобиля:

- сканер - прибор для обмена диагностической информацией с электронным

блоком (блоками) управления автомобилем с целью диагностики электронных систем;

- мотор-тестер - прибор, предназначенный для диагностики систем автомобиля, включающий в себя, как основу, функции автомобильного осциллографа и функции выполнения специальных тестов;
- газоанализатор - прибор, позволяющий измерить содержание различных газов в выхлопе автомобиля;
- средства малой диагностики - имитаторы сигналов датчиков, разветвители сигналов, стробоскопы, пневмотестеры, вакуумметры, компрессометры, измерители давления топлива, стетоскопы и прочее;
- информационное обеспечение - справочная литература и базы данных на компакт-дисках по диагностике и ремонту узлов автомобиля.

Система управления - микропроцессорная, формирует сигналы управления согласно алгоритму, позволяющему максимально использовать напряжение источника с минимальными искажениями формы выходного напряжения, обеспечивая при этом:

- автоматическое определение параметров подключенного двигателя;
- самотестирование двигателя и технологических датчиков;
- индикацию состояния двигателя дискретными сигналами;
- цифровую индикацию на встроенном жидкокристаллическом дисплее текущих значений переменных параметров;
- параметров регулятора (способа ввода задания, начального направления вращения, времени разгона и торможения, максимального и минимального значений выходной частоты, пропорционального, интегрального и дифференциального коэффициентов ПИД-регулятора и др.);
- значений уставок защиты (максимально-токовой, время-токовой и температурной двигателя, параметров частотно-токового ограничения, температурной преобразователя);
- просмотр и изменение параметров двигателя и регулятора со встроенного пульта управления при вводе пароля доступа к режиму

программирования.

Современные средства микропроцессорной техники позволяют формировать сложные законы управления двигателем. Основным узлом векторного управления является преобразователь сигналов задания магнитного потока и момента в сигналы задания токов для фаз двигателя. В системах микропроцессорного управления двигателем эта задача решается программными средствами.

При работе с информационными устройствами и системами возникают следующие опасные и вредные производственные факторы, воздействию которых подвергается человек: шумы и вибрации, электромагнитные поля и излучения, инфракрасное и ионизирующее излучения, статическое электричество, воздействие электрических полей токов промышленной частоты и др.

В данном разделе рассмотрим отрицательное влияние статического электричества.

Статическое электричество образуется в результате трения (соприкосновения или разделения) двух диэлектриков друг о друга или диэлектриков о металлы. При этом на трущихся веществах могут накапливаться электрические заряды, которые легко стекают в землю, если тело является проводником электричества и оно заземлено. На диэлектриках электрические зарядыдерживаются продолжительное время, вследствие чего они получили название статического электричества. Процесс возникновения и накопления электрических зарядов в веществах называют электризацией.

Явление статической электризации наблюдается в следующих основных случаях:

- в потоке и при разбрызгивании жидкостей;
- в струе газа или пара;
- при соприкосновении и последующем удалении двух твердых разнородных тел (контактная электризация).

Разряд статического электричества возникает тогда, когда напряженность электростатического поля над поверхностью диэлектрика или проводника, обусловленная накоплением на них зарядов, достигает критической (пробивной) величины. Для воздуха пробивное напряжение составляет 30 кВ/см. У людей, работающих в зоне воздействия электростатического поля, встречаются разнообразные жалобы: на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита и др.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей установлены ГОСТ 12.1.045-84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению Контроля» и Санитарно-гигиеническими нормами допустимой напряженности электростатического поля (№ 1757-77). Эти нормативные правовые акты распространяются на электростатические поля, создаваемые при эксплуатации электроустановок высокого напряжения постоянного тока и электризации диэлектрических материалов, и устанавливают допустимые уровни напряженности электростатических полей на рабочих местах персонала, а также общие требования к проведению контроля и средствам защиты.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей устанавливаются в зависимости от времени пребывания на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 ч. При напряженности электростатических полей менее 20 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется.

В диапазоне напряженности от 20 до 60 кВ/м допустимое время пребывания персонала в электростатическом поле без средств защиты зависит от конкретного уровня напряженности на рабочем месте.

Меры защиты от статического электричества направлены на предупреждение возникновения и накопления зарядов статического электричества, создание условий рассеивания зарядов и устранение

опасности их вредного воздействия.

К основным мерам защиты относят: предотвращение накопления зарядов на электропроводящих частях оборудования, что достигается заземлением оборудования и коммуникаций, на которых могут появиться заряды (аппараты, резервуары, трубопроводы, транспортеры и т.п.); уменьшение электрического сопротивления перерабатываемых веществ; снижение интенсивности зарядов статического электричества. Достигается соответствующим подбором скорости движения веществ, исключением разбрзгивания, дробления и распыления веществ, отводом электростатического заряда, подбором поверхностей трения, очисткой горючих газов и жидкостей от примесей; отвод зарядов статического электричества, накапливающихся на людях. Позволяет исключить опасность электрических разрядов, которые могут вызвать воспламенение и взрыв взрыво- и пожароопасных смесей, а также вредное воздействие статического электричества на человека.

Основными мерами защиты являются: устройство электропроводящих полов или заземленных зон, помостов и рабочих площадок, заземление ручек дверей, поручней лестниц, рукояток приборов, машин и аппаратов; обеспечение работающих токопроводящей обувью, антистатическими халатами.

*Воздействие шума.* При работе поршневого двигателя внутреннего сгорания возникают шумовые эффекты. В ДВС возникают шумы впуска, выпуска, шум от сгорания горючей смеси в цилиндрах, шум от работы зубчатых передач, и других причин, в меньшей степени вызывающих шум. Восприятие шума человеком зависит от уровня и частоты, а также от характера его изменения во времени, индивидуальных особенностей человека. Повышенный шум является причиной ухудшения слышимости, преждевременной утомляемости человека.

На организм человека оказывают вредное влияние и неслышимые

инфразвуки. Сильные инфразвуки, вызывая вибрацию внутренних органов, могут привести к повреждению и даже остановке сердца. Инфразвук с частотой 7 Гц смертелен для человека. Шум судовых и тепловозных дизелей оценивают согласно ГОСТ 30575-98 уровнем звука, дБ. В качестве основной характеристики внутреннего шума принимают уровень, допустимые значения которого для судовых дизелей 100 дБ в машинном отделении.

### Обеспечение электробезопасности электрооборудования

Для обеспечения электробезопасности должны применяться отдельно или в сочетании друг с другом следующие технические способы и средства: изоляция токоведущих частей (рабочая, дополнительная, усиленная двойная); ограждающие устройства; предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности; расположение на безопасной высоте; малое напряжение; защитное заземление, зануление и защитное отключение; выравнивание потенциалов; электрическое разделение сетей; средства защиты и предохранительные приспособления.

Электродвигатели по степени их защиты от воздействия внешней среды выпускают в различных исполнениях (незащищенное, защищенное, закрытое, брызгозащищенное и т. д.). Электродвигатели, устанавливаемые в помещениях, имеют защищенное исполнение.

Электродвигатели и электроаппаратура обязательно заземляются.

### Пожарная безопасность

Работа двигателя внутреннего сгорания связана с потреблением дизельного топлива - пожароопасной жидкости. Масло, применяемое в системе смазки двигателя, тоже пожароопасно. Наружная поверхность головки цилиндра (двигатель с водяным охлаждением) нагревается до температуры 100<sup>0</sup>С. При негерметичности системы топливоподачи или в

результате выброса масла в моторный отсек может возникнуть пожар.

С целью уменьшения возможности пожара в машинном отделении, а также для обнаружения очага загорания и его ликвидации предусматривается комплекс средств пожарной защиты, включающий: конструктивные меры, предупреждающие возникновение и распространение пожара; системы и приборы обнаружения пожара в моторном отсеке и сигнализации о нем механику; систему пожаротушения; дренажные устройства для исключения скопления горючих жидкостей и их паров.

Кроме того, элементы управления двигателем и другие части конструкции (подмоторные рамы, тяги, трубопроводы и коллекторы системы пожаротушения и т.д.), расположенные в машинном отделении, должны быть изготовлены из огнестойких материалов, выдерживающих воздействие пламени с температурой  $1100^0\text{C}$  в течение 15 минут или экранированы. Все места проходов линий коммуникаций, тяг управления двигателем загерметизированы. Все узлы крепления двигателя в отсеке и тяги управления выполнены из стальных сплавов. Топливный пожарный кран и топливопровод для него не должны располагаться в пожароопасном отсеке. Для повышения надежности и эффективности системы пожаротушения и сокращения ручных операций при пожаротушении, наряду с конструктивными мерами, предусмотрено автоматическое закрытие пожарного топливного крана в момент включения в действие огнетушителя с пульта пожарной защиты.

## **Заключение**

В выпускной квалификационной работе на основе теоретических и экспериментальных исследований разработаны микропроцессорные программно-аппаратные средства дистанционного контроля автомобиля.

В итоге получены следующие основные результаты:

- разработаны принципы построения и классификация микропроцессорных средств контроля параметров автомобиля;
- предложены типовые функциональные узлы микропроцессорных систем контроля параметров автомобиля;
- разработано устройство бесконтактного оптического датчика контроля состояния автомобиля;
- разработаны математические методы моделирования для оценки управляемости и устойчивости автомобиля;
- разработана программа испытаний параметров автомобиля;
- предложен экспериментально-расчётный метод определения главных моментов инерции автомобиля;
- построены линейные модели шины автомобиля;
- рассмотрена математическая модель движения автомобиля, что позволяет провести проверку на адекватность теоретических и экспериментальных данных.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Каримов И.А. «Ўзбекистон иқтисодий ислоҳатларни чуқурлаштириш йўлида». Т., «Ўзбекистон». 1995 й.
2. Каримов И.А. «Инсон манфаатлари йили». Тошкент, 1997 й.
3. И.А. Каримов. Баркамол авлод – Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори. – Т.: «Шарқ», 1997.
4. Алфутов Н. А. Устойчивость движения и равновесия / Н. А. Алфутов, К. С. Колесников. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 253 с.
5. Аттетков А. В. Методы оптимизации / А. В. Аттетков, С. В. Галкин, В. С. Зарубин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 440 с.
6. Ахмедов А.А. «Улучшение управляемости и устойчивости автомобиля при движении по неровной дороге методами многокритериальной параметрической оптимизации». Дис. ... канд. техн. наук : 05.05.03. Москва, 2004.
7. Балакина Е. В. Определение коэффициента продольного сцепления колеса с опорной поверхностью при действии на машину боковых сил / Е. В. Балакина, Н. М. Зотов // Проектирование колесных машин. Материалы междунар. науч.-тех. конф., посвященной 70-летию кафедры «Колесные машины» МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.– С. 142–150.
8. Бахмутов С. В. Научные основы параметрической оптимизации автомобиля по критериям управляемости и устойчивости. – Дис. докт. техн. наук. – М., 2001. – 350 с.
9. Вахламов В.К. Автомобили: Конструкция и эксплуатационные свойства. М.: Academia. 2009. – 480 с.
- 10.Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 456 с.: ил.
- 11.Кушвид Р. П. Развитие теории управляемости и устойчивости автомобиля на базе пространственных компьютерных моделей / Р. П.

- Кушвид, А. С. Горобцов, С. К. Карцов. – М.: Машиностроение-1, 2004.  
– 136 с.
12. Никульников Э.Н. Боковые силы и устойчивость движения автомобиля в режиме торможения /Э. Н. Никульников, Ю. Н. Козлов, Е.В. Балакина, А. А. Ревин, Н. М. Зотов // Автомобильная промышленность. – 2007. – №12.– М: Машиностроение.– С. 15 – 17.
13. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах. СПб.: Наука и Техника, 2008. — 544 с.: ил.
14. Гололобов В.Н. Микроконтроллер и FlowCode.  
URL:<http://www.twirpx.com/files/informatics/mps> (дата обращения 25.05.2013)
15. Костров Б.В., Ручкин В.Н. Архитектура микропроцессорных систем. М.: Издательство Диалог-МИФИ, 2007. — 304 с.:ил.
16. Рюмик С.М. 1000 и одна микронтроллерная схема. Вып. 1 / С.М. Рюмик. М.: Додэка-ХХI, 2010. — 356 с.: ил.
17. Трамперт В. AVR-RISC микроконтроллеры.: Пер. с нем.-К.: «МК-Пресс», 2006. — 464 с., ил.
18. <http://sibac.info>
19. Носов В.Б. Безопасность труда/Под ред. В.В. Амбарцумяна. – М.: Машиностроение, 2004. – 144с.
20. Безопасность жизнедеятельности: Учебн. /Под ред. С. В. Белова. – М.: Высшая школа, 2009. – 448 с.
21. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным требованиям к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: Сан Пин 2.2.2 542-96. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2009