

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт электронного образования  
Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение  
Кафедра физических методов и приборов контроля качества

**БАКАЛАВАРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы                                     |
|-------------------------------------------------|
| Системы контроля состояния двигателя автомобиля |

УДК 621.431.73-5

Студент

| Группа | ФИО                    | Подпись | Дата |
|--------|------------------------|---------|------|
| 3-1Б21 | Нагаев Денис Сергеевич |         |      |

Руководитель

| Должность             | ФИО                          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|------------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Степанов Александр Борисович |                        |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность                  | ФИО                         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент кафедры менеджмента | Фигурко Аркадий Альбертович | к.э.н., доцент         |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО                           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Амелькович Юлия Александровна | к.т.н.                 |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав.кафедрой                                    | ФИО                        | Ученая степень, звание                        | Подпись | Дата |
|-------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|---------|------|
| Физических методов и приборов контроля качества | Суржиков Анатолий Петрович | Доктор физико-математических задач, профессор |         |      |

## Планируемые результаты обучения

| Код результата | Результат обучения<br>(выпускник должен быть готов)                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Требования ФГОС ВПО,<br>критериев и/или<br>заинтересованных сторон                                                                                                               |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | <i>Профессиональные компетенции</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |
| P1             | Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения | Требования ФГОС (ОК-14,ПК-1,6,7,8,10,11.12,13,17,23,24,27),<br>Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P2             | Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа                                                           | Требования ФГОС (ОК-5, ПК-14,15,19,20,21,28,29,30,33)<br>Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>  |
| P3             | Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества         | Требования ФГОС (ОК-6, ПК-5,18,31,32),<br>Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>                            |
| P4             | Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей                                                                                                                                                                                                                                                                       | Требования ФГОС (ОК-1,2,8,11,12, ПК-2,9),                                                                                                                                        |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности | Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>                                              |
| P5 | Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе                                                               | Требования ФГОС (ПК-3,4,9,16,22,26),<br>Критерий 5 АИОР (п.1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P6 | Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции    | Требования ФГОС (ПК-33),<br>Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>                  |
|    | <i>Универсальные компетенции</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                           |
| P7 | Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                           | Требования ФГОС (ОК-7),<br>Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>                   |
| P8 | Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по                                                                                                                                                                                                                                                                | Требования ФГОС (ОК-3, ПК-28),                                                                                                                            |

|     |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы                                                                   | Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>                                    |
| P9  | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности    | Требования ФГОС (ОК-13), Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>           |
| P10 | Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду | Требования ФГОС (ОК-4,14,15, ПК-8) Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P11 | Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности                                                                                      | Требования ФГОС (ОК-9), Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>       |

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения  
Направление подготовки 200100 Приборостроение  
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. Кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) Суржиков А.П.  
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

|                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|
| Бакалаврской работы                                                        |
| (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) |

Студенту

| Группа | ФИО                    |
|--------|------------------------|
| 3-1Б21 | Нагаев Денис Сергеевич |

Тема работы:

|                                                                     |  |
|---------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Системы контроля технического состояния двигателя автомобиля</b> |  |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                         |  |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 21.06.2017 |
|------------------------------------------|------------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к работе</b><br>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.). | Объектом исследования является диагностирование двигателя автомобиля        |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b><br>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка                                                                                                                                                                                                                                                   | Обзор объекта исследования<br><br>Анализ средств и методов диагностирования |

|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе). | Выбор метода и средства диагностирования<br><br>Техничко – экономическое обоснования<br><br>Вопросы социальной ответственности |
| <b>Перечень графического материала</b><br>(с точным указанием обязательных чертежей)                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br>(с указанием разделов)                                                                                                                                                              |                                                                                                                                |
| Раздел                                                                                                                                                                                                                                                   | Консультант                                                                                                                    |
| <b>Социальная ответственность</b>                                                                                                                                                                                                                        | Амелькович Юлия Александровна                                                                                                  |
| <b>Финансовый менеджмент</b>                                                                                                                                                                                                                             | Фигурко Аркадий Альбертович                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                |
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                |

|                                                                                          |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность             | ФИО                          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|------------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Степанов Александр Борисович |                        |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                    | Подпись | Дата |
|--------|------------------------|---------|------|
| 3-1Б21 | Нагаев Денис Сергеевич |         |      |

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа 79с., 18рис., 7 таблиц., 25 источников литературы.

Объект исследования: системы контроля состояния двигателя автомобиля.

Цель работы: исследование устройств и методов диагностирования двигателя, а также установить наилучшую систему диагностирования.

В дипломной работе проводится анализ систем контроля состояния двигателя автомобиля, а также значимость диагностики и спросе на рынке.

Приводится анализ методов и средств диагностики двигателя.

Представленные в данной работе системы диагностирования двигателя позволяют с большей точностью своевременно выявить или предотвратить неисправности двигателя.

Предложены эффективные устройства диагностирования двигателя. Это является очень актуальным в настоящее время.

Ключевые слова: датчики, диагностика двигателя, электронный блок управления, мотор-тестер, сканер.

## **Определения и сокращения**

ЭБУ- электронный блок управления.

ЭСУД-электронная система управления двигателем.

ТЭДС – термоэлектрическая движущая сила.

КДТ- датчик температуры наружного воздуха.

ДТОЖ – датчик температуры охлаждающей жидкости.

## **Оглавление**

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Введение                                                      | 9  |
| 1. Анализ методов диагностирования двигателя                  | 11 |
| 1.1 Методы диагностирования по характеру измерения параметров | 14 |
| 2. Диагностирование электрических систем двигателя            | 15 |
| 3. Основная часть                                             | 18 |
| 4. Датчики системы управления двигателем                      | 21 |
| 5. Блок управления двигателем                                 | 30 |
| 6. Типы приборов диагностики                                  | 31 |
| 6.1 Диагностический сканер                                    | 31 |
| 6.2 Мотор-тестер                                              | 33 |
| 6.3 Газоанализатор                                            | 35 |
| 7. Визуальная диагностика двигателя                           | 37 |
| 8. Выбор метода и средства диагностики двигателя              | 38 |
| 9. Финансовый менеджмент                                      | 42 |
| 10. Социальная ответственность                                | 59 |
| Заключение                                                    | 76 |
| Список литературы                                             | 78 |

## **Введение**

Существует много средств и видов диагностики двигателя. Одним из важнейших условий поддержания на высоком уровне эффективности двигателя является своевременное обнаружение и предупреждение отказов, возникающих в процессе эксплуатации.

Отрасль знаний, изучающая степень проявления технических состояний, методы и средства обнаружения неисправностей и прогнозирование ресурса работы без его разборки, называется диагностикой технического состояния. Технологический процесс определения технического состояния двигателя и его работоспособности без его разборки и решение о необходимом ремонте или техническом обслуживании (профилактике) называют диагностированием.

В первую очередь, это позволяет, выделить необходимый для их устранения ремонт, во-вторых, при отсутствии поломок обнаружить ресурс исправной работы двигателя и потребность в ремонте или профилактики.

В автотранспортных компаниях диагностика двигателя является обязательной частью технологического процесса технического обслуживания и ремонта.

Техническое состояние машин меняется случайно и зависит от совершенно различных факторов (почвенно-климатических условий и видов выполняемых работ, интенсивности нагрузки, качества обслуживания, квалификации и опыта механиков и др.)

Актуальность данной темы состоит в том, что динамичное развитие машиностроения способствует увеличению сложности устройства двигателя, появляются новые системы управления двигателем соответственно растет разнообразие поломок и каждую из поломок следует диагностировать ресурсоэффективным способом.

Объектом исследования являются методы и инструменты диагностирования технического состояния двигателя автомобиля.

Предметом исследования является анализ и выявление наиболее эффективного и доступного метода диагностирования двигателя и применение соответствующего инструмента.

При анализе и изучении всех существующих методов был отобран наиболее эффективный инструмент диагностики двигателя автомобиля.

Можно сказать, что проведенный анализ и подробный разбор технических характеристик возможно использовать в таких отраслях и сферах, как: легкое машиностроение, станция технического обслуживания, приборостроение, сельскохозяйственное машиностроение.

В процессе решаются следующие задачи: выбор инструмента для проверки неисправностей двигателя транспортного средства; поиск причин, из-за которых появилась неисправность или ухудшилась работоспособность; сбор и правильное понимание информации для прогнозирования остаточного ресурса двигателя.

## **1. Анализ методов диагностирования двигателя**

Диагностирования двигателя во время эксплуатации подразделяют на три вида:

- диагностирование в процессе технического обслуживания;
- заявочное;
- ресурсное.

Диагностирование двигателя в процессе технического обслуживания связано с системой технического обслуживания конкретного автомобиля (20).

Заявочное проводится по заявке владельца автомобиля с целью выявления дефектов.

Ресурсное диагностирование двигателя проводится с целью установления остаточного ресурса детали или соединения.

Виды диагностирования при ремонте автомобиля:

- предремонтное,
- послеремонтное.

Диагностирование перед ремонтом, в технической литературе соответственно называется предремонтным, обычно проводится в хозяйствах, непосредственно использующих технику, или на специальных станциях технического обслуживания (21).

Диагностирование после ремонта, называемое послеремонтным, проводится на ремонтных предприятиях в целях получения оценки качества ремонта и выявления восстановленного ресурса двигателя (20).

Методы диагностирования подразделяют на два вида: на субъективные (органолептические) и объективные (инструментальные). К субъективным методам диагностирования относятся:

- прослушивание;
- проверка осязанием и обонянием;
- остукивание;
- внешний осмотр.

С помощью внешнего осмотра можно проверить состояние уплотнений, повреждение наружных деталей, течь топлива, масла, электролита; прослушиванием выявляются стуки, шумы и другие звуки, отличающиеся от нормальных рабочих звуков работы автомобиля; остукиванием проверяют шпоночные, заклепочные, резьбовые, и сварочные соединения; обонянием можно определить состояние муфты сцепления по специфическому запаху, а также течь бензина; осязанием определяются места нагрева деталей, биение, вязкость жидкости и вибрацию(21).

В отличие от субъективного метода, объективное диагностирование подразумевает обязательное использование специальных приборов и оборудования с целью установления количественных изменений параметров технического состояния машины. Некоторые технические устройства встроены в машину, а некоторые могут быть подсоединены к ней. Из встроенных можно перечислить следующие технические устройства: датчики, сигнальные лампочки, сигнализатор засоренности фильтра, счетчик наработки, из подсоединяемых - приборы, приспособления и стенды и т.д.

### **1.1 Методы диагностирования по характеру измерения параметров**

Прямые методы основаны на измерении структурных параметров технического состояния и их изменений прямым измерением (зазор в подшипниках, прогиб ремня привода вентилятора, размер детали и т.д.)

Косвенные методы основаны на определении структурных параметров состояния составных частей по косвенным (диагностическим) параметрам при установке диагностического устройства разбора двигателя.

Данными методами выявляются физические величины, характеризующие техническое состояние механизмов и систем машины: расход газа (топлива, масла), давление масла, ускорение при разгоне двигателя, параметры вибрации, и т.д.

При эксплуатации машин техническое диагностирование приурочивается к наиболее подходящему виду технического обслуживания. Таким образом, можно существенно снизить трудоёмкость выполнения операций технического обслуживания, увеличить их эффективность и создать условия для безотказной работы объекта до следующего контроля и обслуживания (22).

После диагностирования информацию заносят в диагностическую карту. В случае, если двигатель не подвергался капитальному ремонту, то наработку ставят в самом начале эксплуатации. После всего отмечают вид ремонта или остаточный ресурс, время и номер следующего технического обслуживания (23).

## 2. Диагностирование электрических систем

Электрические элементы системы управления двигателя состоят из:

- коннекторов,
- стартеров,
- ключей,
- датчиков разного действия и функционала и др.

Диагностирование электрических цепей управления двигателя определяет состояние контактов, изолирующих материалов, магнитоэлектрических цепей (20).

Движущиеся элементы двигателя должны иметь свободный ход и без защемления и заедания. Поэтому осматриваются упругие элементы, а именно пружины. В случае обнаружения дефектов их устраняют или заменяют новыми деталями. Визуально осматривается качество изоляционных материалов. Прочность паяк проверяется с помощью пинцета, сопротивление обмоток и изоляции замеряется тестером. На выходе должно получиться значение не более 2 % от допустимого значения отклонения величины активного сопротивления (22).

Среди элементов автоматических систем можно выделить :

- транзисторы;
- тиристоры;
- диоды;
- резисторы и пр.

Диагностирование автоматических систем выполняется комплексно для всех электрических схем и системы.

Для технического диагностирования электрики двигателя в первую очередь необходимо протестировать состояние отдельных элементов (22).

Наиболее часто встречающиеся неисправности электрических цепей:

- короткое замыкание;
- обрывание контактов;
- повреждение изоляции;
- появление шунтов в цепях электрических схем;
- заедание контактов.

Вышеперечисленные неисправности ведут к отказу в работе отдельных частей механизма или всего агрегата в общем. Прежде чем приступить к диагностированию стоит убедиться, что схема не была изменена, иначе это приводит к возникновению наводок и ложных срабатываний в механизме. В последствии это может привести к увеличению токовой нагрузки и т.п. Для определения точки обрыва цепи рекомендуется использовать вольтметр, в отличие от контрольной лампы этот прибор не создает условий нежелательных электрических явлений. Важно отметить, что в схемах управления часть цепей работает и на переменном, и на постоянном токах (22).

Стоит уточнить, что при контроле устройств и цепей постоянного тока, контрольная машина ни коим образом не может быть подключена к фазе переменного тока. Это может спровоцировать поломку выпрямительных устройств (22).

При выявлении неисправностей электрической цепи анализируют, каким образом она влияет на работу конкретного механизма.

Процесс диагностирования можно поделить на ряд технологических процессов или операций, так как в машине и соответственно в его схеме управления много комплектующих, блоков, составных частей взаимосвязанных между собой и требующих определённого алгоритма действий, например:

- контроль цепей напряжения (низкого, затем высокого напряжения);
- проверка генератора на обрыв или замыкания обмоток;
- проверка качества контакта щеток с якорем;
- проверка целостности диодного моста.

### 3 Основная часть

Системой управления двигателем называют электронную систему управления, которая обеспечивает работу нескольких систем двигателя. Она считывает показания с датчиков и передает информацию на исполнительные устройства. Система является одним из основных электронных компонентов электрооборудования автомобиля.

Свою историю система управления двигателем начинает с систем впрыска и зажигания. Современная система управления двигателем содержит достаточно большое количество систем и устройств. Кроме обычных системы впрыска и системы зажигания под управлением электронной системы располагаются: топливная система, система впуска, система охлаждения, выпускная система, система улавливания и переработки отработанных газов.

Система управления двигателем включает датчики двигателя, электронный блок управления и исполнительные устройства систем двигателя.

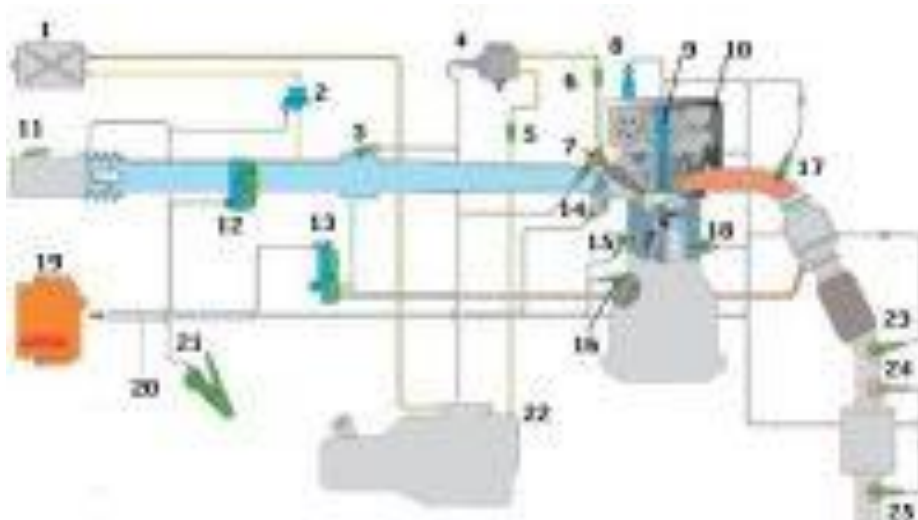


Рисунок 1 – Система управления двигателем

Входные датчики измеряют неэлектрические величины работы двигателя и преобразуют их в электрические сигналы. Датчики в свою очередь

посылают информацию на электронную систему управления. Количество и виды датчиков определяется видом и модификацией системы управления. Например, в системе управления двигателем Ваз-2112 включены: дроссельный узел, блок управления иммобилайзером, модуль зажигания, датчик температуры охлаждающей жидкости, контроллер, датчик детонации, реле включения вентилятора, электробензонасос с датчиком указателя уровня топлива, датчик скорости, датчик положения коленчатого вала.

Электронный блок управления двигателем получает информацию от датчиков и в соответствии с программным обеспечением отправляет соответствующие сигналы на исполнительные устройства систем двигателя. Так же электронный блок управления взаимодействует с блоками управления системой ABS, автоматической коробкой передач, электроусилителем руля и др. (23).

Исполнительные устройства входят в состав некоторых систем двигателя и обеспечивают их работу. Исполнительными устройствами топливной системы являются перепускной клапан и электробензонасос. Важно отметить, что клапан регулирования давления и топливные форсунки являются управляемыми элементами в системе впрыска. Работа системы впуска управляется с помощью привода дроссельной заслонки и привода впускных валов (24).

Катушки зажигания соответственно являются исполнительными элементами системы зажигания. Система охлаждения современного автомобиля также имеет ряд элементов, управляемых электроникой: насос охлаждающей жидкости и термостат (современных моделях двигателей), дополнительный насос охлаждающей жидкости, блок управления вентилятора радиатора.

В выпускной системе исполнительным элементом является кислородный датчик, который в свою очередь принудительно подогревают для дожигания не сгоревшего топлива. Исполнительным устройством системы рециркуляции

отработавших газов (EGR) являются электромагнитный клапан управления подачей вторичного воздуха.

Принцип действия системы управления двигателем основан на системном измерении величин крутящего момента двигателя. Иными словами, система управления двигателем приводит величину крутящего момента в соответствии с конкретным режим работы двигателя. Система различает следующий перечень режимов работы двигателя:

- запуск;
- прогрев;
- холостой ход;
- движение;
- переключение передач;
- торможение;
- работа системы кондиционирования.

Диагностика современного автомобильного двигателя означает составное исследование его работы. Обычно для проведения диагностики применяются три основных вида диагностических приборов (20).

Для контроля работы электронной системы управления двигателем (ЭСУД) используется сканер. Он «связывается» с ЭБУ двигателя. Параметры, которые отображает сканер не являются истинным, а тем, что видит ЭБУ во время работы.

#### 4. Датчики системы управления двигателем

Индуктивный датчик часто применяется в качестве датчика положения коленчатого вала. Датчик содержит постоянный магнит, катушку и магнитопровод. В момент, когда стальной объект (зуб шестерни) приближается к датчику, магнитное поле увеличивается, а в катушке появляется переменное напряжение. Датчики построенные на эффекте Холла являются одними из самых востребованных. Суть данного эффекта заключается в том, что постоянный магнит, который связан с измеряемым объектом, при вращении генерирует напряжение, пропорциональное угловому положению объекта. В датчиках Холла используется несколько схем измерения положения и скорости: вращающийся прерыватель, многополюсный кольцевой магнит, ферромагнитный зубчатый ротор. Для измерения угловой скорости зубчатого ротора обычно служит дифференциальный датчик Холла – два рядом расположенных измерительных элемента, позволяющих видеть зуб и впадину одновременно.



Рисунок 3 – индуктивный датчик

Таблица 1 - Технические характеристики датчика BOSCH 02292024

| Позиция                    | ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ |
|----------------------------|----------------------------|
| Сопротивление катушки (Ом) | 774 ~ 946 (20°C (68°F))    |

Среди наиболее часто встречающихся производителей индуктивных датчиков можно назвать: Bosch, Toyota.

## Датчики расхода воздуха

Расход воздуха, поступающего в двигатель, определяется по массе и объему. Преобразователь, который измеряют расход воздуха, определяют как объемный расходомер. Работа таких датчиков построена на оценке перемещения.

Расходомеры построенные на тонкопленочных нагреваемых элементах - терморезисторах, заслужили популярность, благодаря тому, что воздух, проходя через терморезисторы, охлаждает их, однако, чем больше проходит воздуха, тем сильнее охлаждаются терморезисторы. Определение массового расхода воздуха построено на измерении мощности и тока, необходимых для поддержания постоянной температуры терморезисторов(25).



Рисунок 4 – Датчик расхода воздуха

Технические хаарктеристики :

- погрДиапазон Измерения расзода воздуха от 9 до 600 Кг/ч;
- Величина выходного сигнала при измерении от 0,06 до 6 В;
- Потребляемый ток 0,4 А;
- Погрешность измерения +/- 2%.

## Диаграмма выходного напряжения Bosch



Рисунок 5 – выходной сигнал ДМРВ BOSCH 022624845

Наиболее распространенные производители ДМРВ: Цитрон, GM.

Кислородный датчик или лямбда-зонд, устанавливается в выпускной системе двигателя, в зависимости от уровня содержания топлива в отработавших газах вырабатывает определенный сигнал. В дальнейшем, на основании этого сигнала, система управления двигателем поддерживает стехиометрический состав топливно-воздушной смеси (т.н. лямбда-регулирование (25)).

На современных автомобилях, которые оборудованы каталитическим нейтрализатором, устанавливается два датчика концентрации кислорода. Кислородный датчик на выходе из нейтрализатора поддерживает его

работоспособность и контролирует содержание вредных веществ в отработавших газах в пределах установленных норм.



Рисунок 6 – Кислородный датчик

Циркониево-оксидный датчик выдает сигнал в виде небольшого напряжения в пределах от 0В до около 0,8В, постоянно колеблющегося от нижнего до верхнего значения вокруг лямбды 1.00

Основные производители датчиков: NGK, DENSO.

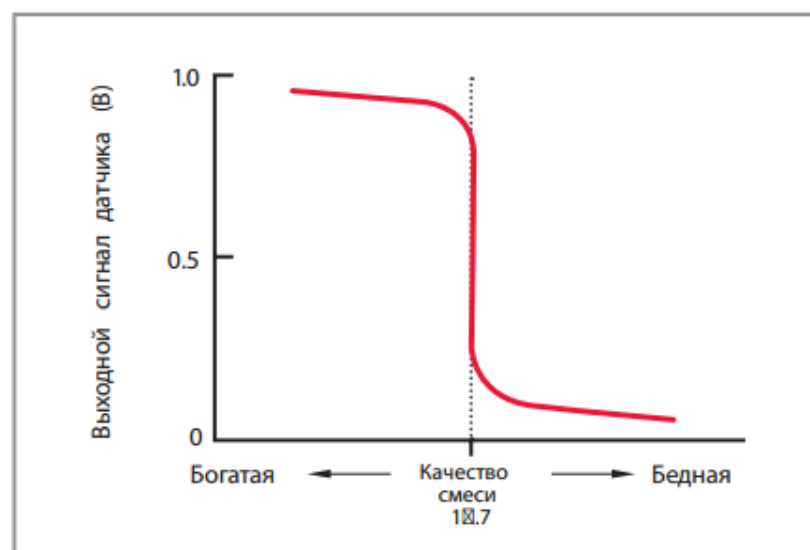


Рисунок 7 – выходной сигнал циркониево-оксидного датчика

### Датчики температуры

Измерение температуры производится в различных системах автомобиля:

- система климат-контроль;

- система охлаждения;
- система управления двигателем;
- система смазки.

Для измерения температуры применяются терморезисторы с отрицательным коэффициентом температуры. Можно заметить, что с увеличением температуры сопротивление термистора снижается, соответственно возрастает ток. В качестве датчика температуры используется также термопара – проводник, состоящий из двух разных металлов и под воздействием температуры генерирующий электрический сигнал (20).



Рисунок 8 – Датчик температуры

Таблица 2 – показатели сопротивления ДТОЖ

| Температура ОЖ (°C) | Сопротивление (Ом)   | Напряжение (В) |
|---------------------|----------------------|----------------|
|                     | 245-270              |                |
| 20                  | 271-302              | 0,6 - 0,8      |
| 80                  | 303-423              | 1,0-1,2        |
|                     | разрыв цепи          | 5,0 ±0,1       |
|                     | замыкание на "землю" |                |

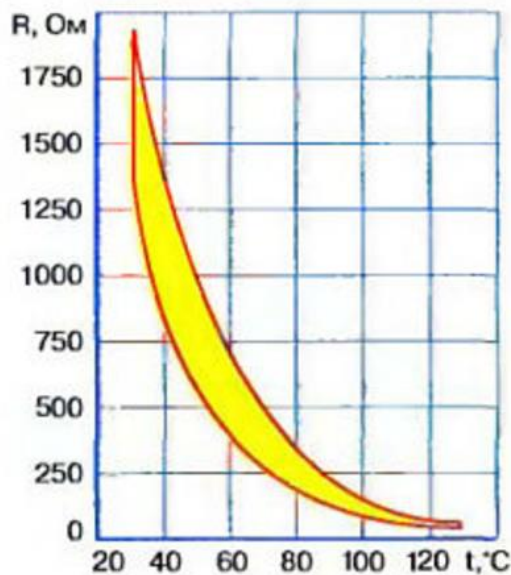


Рисунок 9 – выходной сигнал ДТОЖ

Основные производители – Tama, DENSO.

#### Датчики давления

Новые автомобили оснащаются большим количеством датчиков давления, благодаря им можно измерить давление во впускном коллекторе, давление топлива в системе впрыска, давление в шинах, давление рабочей жидкости в тормозной системе, давления масла в системе смазки(21).



Рисунок 10 – Датчик давления

Для оценки давления служит пьезорезистивный эффект, суть которого заключается в механическом растяжении диафрагмы на тензорезисторе. Измеряемое давление может быть абсолютным или относительным. Датчик

давления во впускном коллекторе измеряет абсолютное давление, т.е. давление воздуха относительно вакуума.

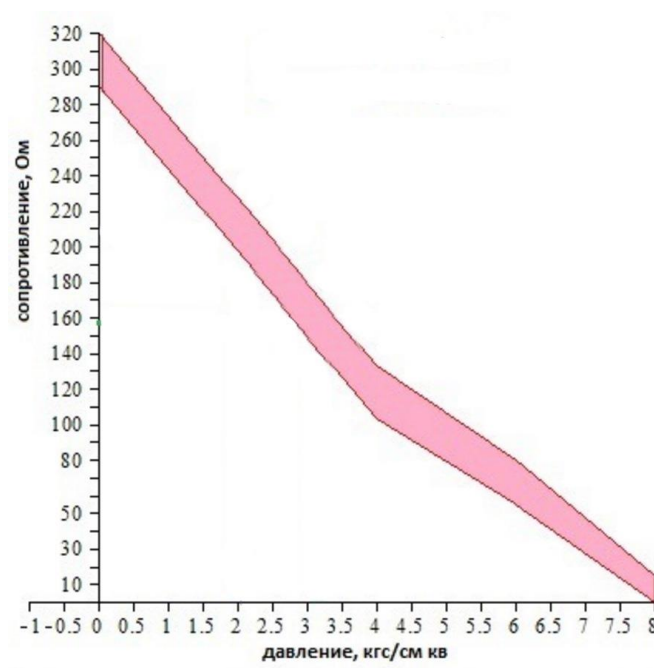


Рисунок 11 – уравнение преобразования датчика давления 6012.3829

Представленная классификация охватывает далеко не все автомобильные датчики. Помимо них существует ряд других датчиков: датчик детонации, датчик уровня масла (20).

Основные производители датчиков: ТАМА, Vernet.

Датчик уровня масла в двигателях последнего поколения заменяет функцию щупа. Уровень масла измеряется поплавковым переключателем или более улучшенным тепловым датчиком, который кроме уровня масла измеряет и его температуру (22).

Датчик детонации обеспечивает контроль степени детонации во время работы двигателя. Преобразователь представляет собой пьезоэлектрический элемент, который при вибрации генерирует электрический сигнал. Датчик расположен на блоке цилиндров двигателя. Он является одним из наиболее

важных компонентов системы управления двигателем, именно он позволяет обеспечить максимальную мощность двигателя и топливную экономичность.



Рисунок 12 – Датчик детонации

Под степенью детонации обуславливается часть топливно-воздушной смеси, сгорающая с детонацией. Детонация или правильно детонационное сгорание возникает, при условии, что удаленная от свечи зажигания часть топливно-воздушной смеси вследствие поджатия фронтом пламени нагревается и самовоспламеняется с образованием взрыва. Детонация сопровождается акустическими признаками – металлическим стуком в кривошипно-шатунном механизме (21).

Причинами детонации являются:

- химический состав топлива (октановое число);
- конструктивные особенности двигателя (степень сжатия, расположение свечей зажигания, форма камеры сгорания и др.);
- условия эксплуатации (состав топливно-воздушной смеси, угол опережения зажигания, нагар на деталях камеры сгорания и др.).

Последствием детонационного сгорания выступает повышенная теплоотдача элементов кривошипно-шатунного механизма, сопровождающаяся повышенным износом, поломками и разрушением (22).

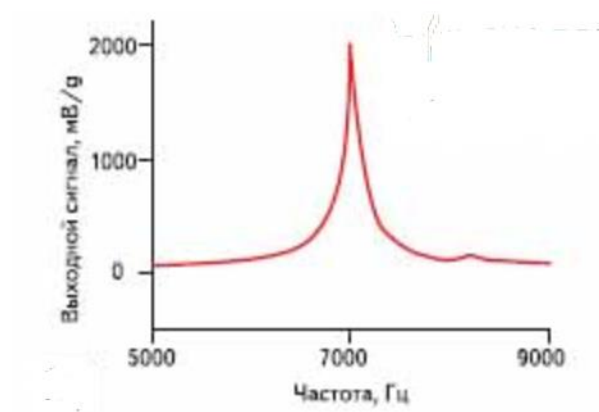


Рисунок 13 – выходной сигнал датчика 0261231046

Характеристики датчика детонации KS 0261231046:

- электрическая емкость: 850....1400пФ,
- осевая чувствительность:  $26 \pm 0,9$  мВ/г,
- неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне 4,5...11 кГц:  $\pm 1$  дБ.

Основные производители: BOSCH, DENSO.

## 5. Блок управления двигателем

Блок управления двигателем (Engine Control Unit, ECU) - основной компонент системы управления двигателем. Он собирает информацию от множества преобразователей, затем обрабатывает ее по определенному алгоритму и формирует управляющие сигналы на исполнительные устройства всех систем двигателя. Использование данного регулирования обеспечивает оптимизацию основных параметров работы двигателя в различных режимах работы: мощность, крутящий момент, расход топлива, состав отработавших газов и др.



Рисунок 14 – Электронный блок управления двигателем

Электронный блок управления двигателем - это комплект состоящий из программного и аппаратного обеспечения. Аппаратное обеспечение содержит ряд электронных компонентов, в основе которых лежит микропроцессор. Аналоговые сигналы преобразуются в цифровые сигналы с помощью АЦП, для дальнейшей обработки микропроцессором.

Программное обеспечение электронного блока объединяет несколько модулей – функциональный и контрольный. Функциональный модуль получает сигналы от датчиков, обрабатывает и преобразовывает в сигналы, подаваемые на исполнительные устройства. Контролирующий модуль проверяет выходные сигналы и в случае необходимости проводит корректировку сигналов, вплоть до принудительной остановки двигателя.

Блоки управления двигателем являются программируемыми цифровыми устройствами, т.е. пользователь при необходимости может их

перепрограммировать. Такая потребность в изменении прошивки появляется, когда владелец автомобиля хочет внести изменение в конструкцию двигателя, т.н. тюнинга двигателя.

## 6. Типы приборов диагностирования

**6.1 Диагностические сканеры** – называют приборы, считывающие показания датчиков об ошибках устройства.

Для работы с двигателем, к диагностической колодке подключают сканер, который показывает данные с ЭБУ. Сканеры бывают двух типов портативные и крупногабаритные.



Рисунок 15 - Сканер

Сканер позволяет:

- Получать и переводить коды неисправностей, записанных в памяти автомобиля;
- Просматривать информацию систем;
- Просматривать сигналы с датчиков.

Важно отметить, что сканер только отображает те значения, которые видит ЭБУ и не является измерительным прибором.

Технические характеристики:

- дисплей: подсветка 256 x 128 пикселей с регулировкой контраста экрана;
- рабочая температура: 10-49 C (от-32 до 122F)

- внешнее питание: от 7.0 до 14.0В;
- внутреннее питание: 2 батарея AAA.

Поддержка распространенных протоколов OBD II и EOBD:

- CAN (Controller Area Network).
- KWP 2000 (ISO 14230-4).
- ISO 9141-2.
- SAE J1850 PWM.
- SAE J1850 VPW.

Основные модели сканеров: CANScan D800, ELN328A.

**6.2 Мотор-тестер** - прибор, предназначением которого является диагностика системы автомобиля, включает в себя функции осциллографа и функции проведения специальных тестов. Мотор-тестеры порой называют анализаторами двигателя.



Рисунок 16 – Мотор-тестер

Мотор-тестер отличается от автомобильного осциллографа тем, что у него предусмотрено программное обеспечение со специальными тестами, позволяющими осуществлять диагностические операции автоматизировано.

Основные отличия мотор-тестера от сканера:

- сканер подключается только к диагностической шине, и специалист получает информацию только от ЭБУ;

- при работе с мотор-тестером диагност подключается непосредственно к проверяемой электрической цепи (контактным или бесконтактным способом).

Кроме того, важным отличием являются особенности применимости этих приборов:

- сканер работает только с теми автомобилями, протоколы обмена которых он поддерживает;
- мотор-тестер работает с любым автомобилем.

Эксклюзивные мотор-тестерные режимы:

- тест «Баланс мощности по цилиндрам»;
- тест «Относительная компрессия»;
- тест «Эффективность цилиндров»;
- тест «Давление в цилиндре».

Выше перечислен не весь список тестов, которые могут выполнять мотор-тестеры.

На сегодняшний день в мире не существует универсального прибора, позволяющего диагносту провести все тесты одновременно.

Несмотря на это, можно найти прибор, который способен провести ряд тестов, но не будет иметь функции осциллографа.

Технические характеристики прибора:

- Питание от бортовой сети автомобиля;
- Номинальное напряжение питания от источника постоянного тока 12В макс. допустимое напряжение питания 20В;
- Мин. допустимое напряжение питания 7В;

- Потребляемая мощность, не более 1,5Вт;
- Класс точности тестера по напряжению 0,5/0,05;
- Класс точности тестера по частоте 1/0,0016.

Основные модели мотор-тестера: DIS-4, МТ-10D.

### 6.3 Газоанализаторы

Газоанализатор – устройство, измеряющее состав отработанных газов автомобиля, с помощью которого можно определить исправность работы двигателя



Рисунок 17 - газоанализатор

Содержание продуктов окисления и не полного сгорания в выхлопных газах многополосным газоанализатором для двигателя производится без каких-либо химических реакций. Для этого существует более простой метод - измерение тепловым способом.

Для данного метода существует конструкция, в которую встроены излучатель и приемники инфракрасного излучения, между ними находятся измерительные элементы, именно туда и подается смесь на анализ состава выхлопных газов.

Таблица 3 - Технические характеристики ГАНК-4РБэ

|                                                                    |              |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| Диапазон измерений SF <sub>6</sub> , мг/м <sup>3</sup>             | 0 — 10000    |
| Пределы основной приведённой погрешности                           | ±15%         |
| Диапазон измерений O <sub>2</sub> , % об.                          | 10—40        |
| Порог срабатывания по снижению концентрации O <sub>2</sub> , % об. | 18           |
| Время установления показаний T(0,9), с                             | 30           |
| Линейность                                                         | ±5%          |
| Выход                                                              | 4—20 мА      |
| Принцип действия                                                   | диффузионный |
| Потребляемая мощность                                              | 8 Вт         |

Конструкция и принцип работы автомобильных газоанализаторов.

Обычный односоставный газоанализатор, выполняет задачу обнаружения содержания в отработанных газах только одного соединения - монооксида углерода СО, измеряя состав несгоревших компонентов в отработанных газах.

Для этого в специальной камере используется нагретая нить, при изменении ее сопротивления выявляется концентрация угарного газа. Однако такой прибор не совсем точный, потому что ему препятствует присутствие еще одного химического соединения, содержащее углеводородную группу.

Выявление продуктов горения в выхлопных газах в многополосном газоанализаторе выполняется инфракрасным способом измерения.

В данном процессе измеряются величины поглощения интенсивности инфракрасных лучей между приемником и излучателем. В результате можно определить состав и концентрацию различных соединений в отработанных газах.

Кроме измерительных трубок, в анализаторе газа находятся трубки с эталоном смеси. Эти трубки предназначены для постоянного анализа уровня поглощения в образце.

Далее все собранные данные преобразовываются в цифровой или аналоговый вид и выдаются на монитор или регистрирующее устройство соответственно.

Для устранения дополнительных погрешностей, анализатор газов нужно предварительно ввести в рабочий режим, а именно прогреть. В конструкции газоанализатора установлена система сменных фильтров для лучшей точности анализа. Также в прибор встроен насос для обеспечения принудительного прохождения газа по трубке.

## 7. Визуальная диагностика двигателя

Провести диагностику двигателя визуально практически невозможно без специального прибора - видеоскопа.



Рисунок 18 - Видеоскоп

Таким образом, можно оценить проблемы в цилиндре, также выполняется осмотр натяжителя цепи, и соответственно состояния самой цепи и многое другое.

С помощью видеоскопа можно оценить состояние составных частей практически без разбора.

Видеоскоп помещают в свечной колодец, где производится визуальный осмотр полости цилиндров.

Основным преимуществом видеоскопа является фото и видео фиксация.

Благодаря видеоскопу, можно определить реальную наработку моточасов по износу в камере сгорания, а также ускорить процесс обнаружения проблем с двигателем (24).

Таблица 4 - Технические характеристики видеоскопа ADA ZVE 160 A00403

|                                |                                         |
|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Источник питания: батарейки    | Передача изображения на ПК: видеокабель |
| Внесен в госреестр: нет        | Разрешение, пикс 320x240                |
| Диаметр камеры, мм 12          | Размер дисплея, дюйм 3.5                |
| Фокусное расстояние, мм 50-500 | Длина зонда, м 1                        |
| Макс. угол обзора, град. 180   | Степень защиты IP 67                    |

Основные модели видеоскопов: ADA ZVE 350 SD A00402, FLIR VS70.

## 8. Выбор метода и средства диагностирования двигателя с использованием мотор-тестера

При большом разнообразии методов и средств диагностики следует обратить внимание на мотор-тестер. Именно мотор-тестер производит целый комплекс тестов, осуществлять углубленную диагностику и поиска неисправностей почти всех систем двигателя, среди них:

- система зажигания;
- система подачи топлива бензиновых двигателей;
- система подачи топлива дизельных двигателей;
- система ГРМ;
- система питания и зарядки.

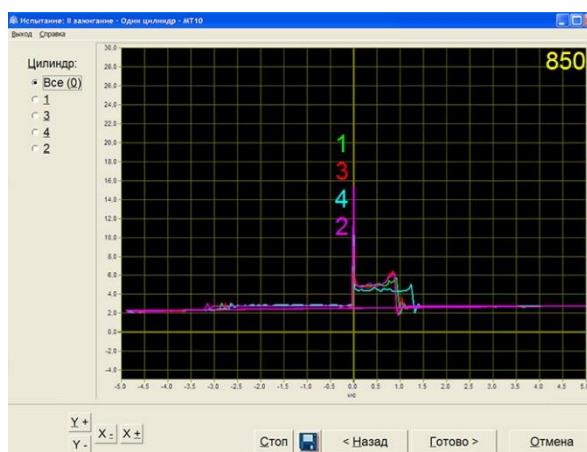


Рисунок 14 - Диагностика первичных цепей зажигания двигателя

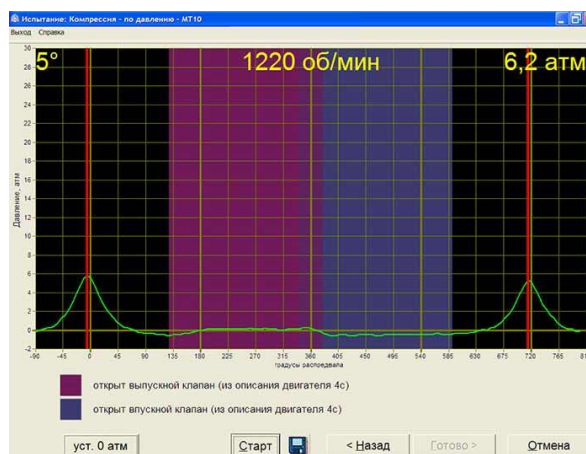


Рисунок 15 -Динамическая компрессия (проверка работы ГРМ)

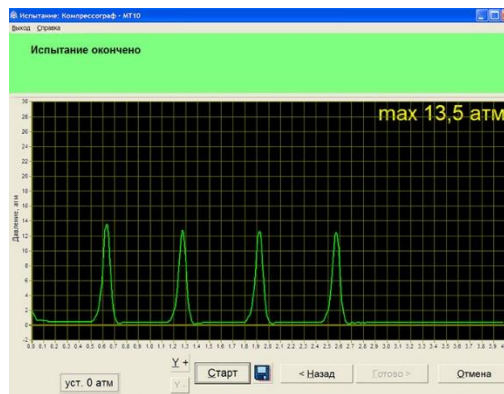


Рисунок 16 -Компрессограф

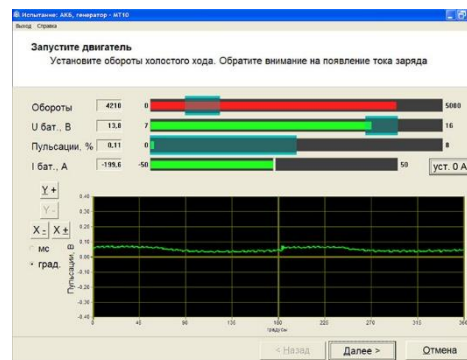


Рисунок 17 -Диагностика АКБ и генератора.

В состав мотор-тестера входит целый комплект датчиков:

- емкостные датчики,
- датчики давления,
- осциллограф,
- стробоскоп,
- пьезодатчики,
- датчики температуры.

При диагностики различных автомобилей используются разные протоколы для определенных ЭБУ.

Для понимания принципа работы мотор-тестера ниже приведена структурная схема прибора.

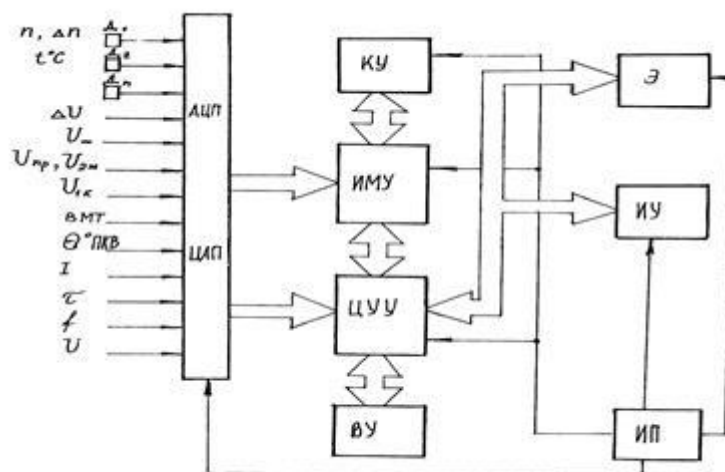


Рисунок 18 – Структурная схема мотор-тестера

Измерительная информация с датчиков ( $D1 \dots Dn$ ), которые в свою очередь связаны через АЦП и ЦАП с центральным управляющим устройством (ЦУУ) и измерительным многоканальным устройством (ИМУ). Сигналы, поступающие с АЦП и ЦАП, обрабатываются ЦУУ и поступают на дисплей (Э) или на индикаторное устройство (ИУ). ЦУУ согласованно с калибровочным устройством (КУ) и дистанционным управляющим устройством (ВУ).

## 9 Финансовый менеджмент

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| Группа | ФИО                    |
|--------|------------------------|
| 3-1Б21 | Нагаев Денис Сергеевич |

| Институт            | Инк         | Кафедра                   | Кафедра физических методов и приборов контроля качества |
|---------------------|-------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| Уровень образования | бакалавриат | Направление/специальность | Приборостроение                                         |

#### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

|                                                                                                                                      |                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | 185271,1руб.                                    |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                           | ...-                                            |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | Пенсионный фонд, фонд занятости, страховой фонд |

#### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

|                                                                                                                                    |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | 78,95       |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований                                                                        | 185271,1руб |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования        | 4,65        |

#### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

|                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка конкурентоспособности технических решений              |
| 2. Матрица SWOT                                                  |
| 3. Альтернативы проведения НИ                                    |
| 4. График проведения и бюджет НИ                                 |
| 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ |

|                                                      |  |
|------------------------------------------------------|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику |  |
|------------------------------------------------------|--|

#### Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО                         | Ученая степень, звание      | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|---------|------|
| Доцент    | Фигурко Аркадий Альбертович | Кандидат экономических наук |         |      |

#### Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО                    | Подпись | Дата |
|--------|------------------------|---------|------|
| 3-1Б21 | Нагаев Денис Сергеевич |         |      |

# **1. ОЦЕКА КОМЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

## **1.1. Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления систем контроля технического состояния двигателя автомобиля «SCAND»**

С целью анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления систем контроля технического состояния двигателя автомобиля «SCAND» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

Рынок автотранспорта в России растет с каждым годом, а также растет средний возраст автомобиля. Если новые автомобили заставляются обслуживаться у официальных дилеров, то автомобили с пробегом могут вообще не обслуживаться. Впрочем, в последние годы интерес к системам диагностики уверенно растет как у бизнеса, так и у собственников личных авто. Диагностика современного автомобиля-это комплексное исследование. В новых автомобилях очень много электроники и часто она дает сбой, впрочем, как и с большим пробегом. Чтобы каждый раз не ездить в специализированный сервис и экономить время.

Существует множество приборов разных видов для диагностики двигателя. Специализированные по марке приборы, как и дилерские, также работают с одной или несколькими близкими марками авто. Отличие состоит в том, что данные приборы не имеют «дилерского» статуса, а также имеют более скромный набор функций. Доступная цена делает такие сканеры доступными и удобными для частого использования.

Анализ рынка показал, что системы разрабатываются автогигантами и средним бизнесом и используются на всех автомобилях.

На территории РФ и СНГ рынок данных системе представлен всего 6 производителями занимающимися мелкосерийным производством.

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбраны: отрасль («приборостроение»), выпускаемая продукция (система диагностики двигателя «SCAND»), используемый подтип серийного производства (крупносерийное, среднесерийное, мелкосерийное производство).

На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг «Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности» (рис. 1).

В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления система мониторинга состояния водителя «ББЗР» основаны на удешевлении технологического процесса изготовления системы мониторинга состояния водителя «ББЗР» при крупносерийном и среднесерийном производстве.

Преимущество разработанного технологического процесса перед уже существующими на рынке заключается в низкой трудоемкости, в финансовой эффективности разработанного технологического процесса.

Возможности как самостоятельного монтажа через «прикуриватель», или через стационарный разъем электрических сетей.

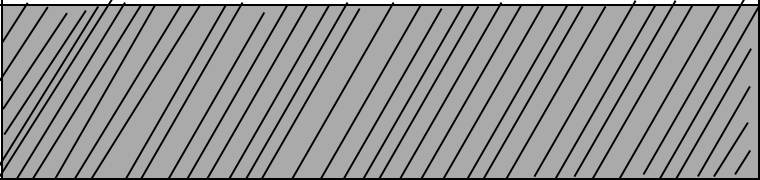
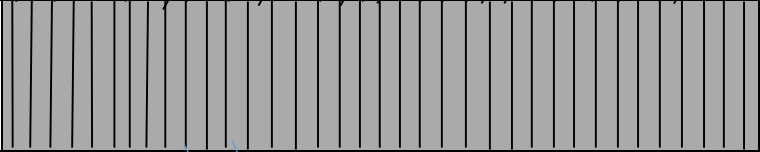
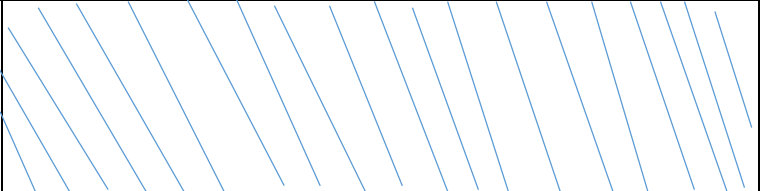
|                              |                | Предложенные на рынке систем диагностики двигателя                                   |
|------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Производство системы «SCAND» | Крупносерийное |   |
|                              | Среднесерийное |  |
|                              | Мелкосерийное  |  |

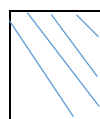
Рис. 1. Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления»:



Автоконцеры



Есть конкуренция



Нет конкуренции

В будущем при совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия оставшихся ниш.

1.2. Определение качества технологического процесса изготовления системы диагностики двигателя «SCAND» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD.

Таблица 1

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений  
(разработок)

| Критерии оценки                                              | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение (3/4) | Средневзвешенное значение (5x2) |
|--------------------------------------------------------------|--------------|-------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1                                                            | 2            | 3     | 4                 | 5                            | 6                               |
| <b>Показатели оценки качества разработки</b>                 |              |       |                   |                              |                                 |
| 1. Энергоэффективность                                       | 0,06         | 70    | 100               | 0,7                          | 0,042                           |
| 2. Надежность                                                | 0,02         | 75    | 100               | 0,75                         | 0,015                           |
| 3. Унифицированность                                         | 0,01         | 40    | 100               | 0,4                          | 0,004                           |
| 4. Уровень материалоемкости разработки                       | 0,1          | 90    | 100               | 0,9                          | 0,09                            |
| 5. Уровень шума                                              | 0,02         | 40    | 100               | 0,4                          | 0,008                           |
| 6. Безопасность                                              | 0,04         | 50    | 100               | 0,5                          | 0,02                            |
| 7. Простота эксплуатации                                     | 0,04         | 60    | 100               | 0,6                          | 0,024                           |
| 8. Повышение производительности труда                        | 0,2          | 90    | 100               | 0,9                          | 0,18                            |
| <b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b> |              |       |                   |                              |                                 |
| 9. Конкурентоспособность продукта                            | 0,15         | 85    | 100               | 0,85                         | 0,1275                          |

|                                                 |          |    |     |      |               |
|-------------------------------------------------|----------|----|-----|------|---------------|
| 10. Уровень проникновения на рынок              | 0,02     | 30 | 100 | 0,3  | 0,006         |
| 11. Перспективность рынка                       | 0,02     | 60 | 100 | 0,6  | 0,012         |
| 12. Цена                                        | 0,15     | 85 | 100 | 0,85 | 0,1275        |
| 13. Финансовая эффективность научной разработки | 0,15     | 85 | 100 | 0,85 | 0,1275        |
| 14. Срок выхода на рынок                        | 0,02     | 30 | 100 | 0,3  | 0,006         |
| <b>Итого</b>                                    | <b>1</b> |    |     |      | <b>0,7895</b> |

Значение  $\text{Пср} = 78,95$  показывает, что перспективность технологического процесса изготовления системы диагностики двигателя «SCAND» на рынке выше среднего.

### 1.3. Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления системы диагностики двигателя автомобиля «SCAND» посредством SWOT-анализа

При составлении матрицы SWOT использовались следующие обозначения:

С - сильные стороны проекта;

Сл - слабые стороны проекта;

В - возможности;

У - угрозы;

Матрица SWOT приведена в таблице 2.

## Матрица SWOT

|                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                           | Сильные стороны проекта:<br>С1. Высокая обрабатываемость.<br>С2. Экологичность технологии.<br>С3. Не требует высококвалифицированного персонала.<br>С4. Повышение безопасности производства<br>С5. Износостойкость оборудования | Слабые стороны проекта:<br>Сл1. Высокий уровень отходов<br>Сл2. Сложная конструкция детали |
| Возможности:<br>В1. Увеличение производительности труда за счет легкой обработки<br>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт<br>В3. Импортозамещение<br>В4. Повышение прибыли за счет снижения себестоимости | В1С1С2С3С4; В2С1;<br>В3С5; В4С1С2С5;                                                                                                                                                                                            | В2Сл1Сл2; В3Сл2; В4Сл2;                                                                    |
| Угрозы:<br>У1. Отсутствие спроса на технологии производства<br>У2. Ограничения на экспорт изделий из –за санкции<br>У3. Отсутствие инвестора<br>У4. Отсутствие финансового обеспечения со стороны государства             | У1С3; У3С5; У4С1С2С5.                                                                                                                                                                                                           | У1Сл1Сл2; У3Сл1Сл2;<br>У4Сл2.                                                              |

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

С - сильные стороны проекта;

Сл - слабые стороны проекта;

В - возможности;

У - угрозы;

«3» - сильное соответствие;

«2»- нормальное соответствие;

«1» - слабое соответствие;

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 3 и 4, показывает, что сильных сторон у проекта значительно больше, чем слабых. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

Таблица 3

### Интерактивная матрица возможностей

| Возможности | Сильные стороны проекта |     |     |     |     |     |
|-------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|             |                         | C1  | C2  | C3  | C4  | C5  |
|             | B1                      | 2   | 2   | +   | 3   | 1   |
|             | B2                      | 2   | 3   | 1   | 1   | 1   |
|             | B3                      | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   |
|             | B4                      | +   | 1   | 1   | 1   | 2   |
|             | Слабые стороны проекта  |     |     |     |     |     |
|             |                         | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
|             | B1                      | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|             | B2                      | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   |
|             | B3                      | 1   | 3   | 1   | 1   | 1   |
|             | B4                      | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   |

Таблица 4

### Интерактивная матрица угроз

| Угрозы | Сильные стороны проекта |     |     |     |     |     |
|--------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|        |                         | C1  | C2  | C3  | C4  | C5  |
|        | У1                      | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   |
|        | У2                      | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|        | У3                      | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   |
|        | У4                      | 2   | 3   | 1   | 1   | 3   |
|        | Слабые стороны проекта  |     |     |     |     |     |
|        |                         | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
|        | У1                      | 2   | 3   | 1   | 1   | 1   |
|        | У2                      | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|        | У3                      | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   |
|        | У4                      | 1   | 3   | 1   | 1   | 1   |

Выводы : На основе матрицы были обозначены проблемы, стоящие перед разработкой процесса. Эти проблемы обусловлены имеющимися положительными и отрицательными факторами проекта по разработке технологического процесса изготовления системы диагностики двигателя автомобиля «SCAND», а также имеющимися внешними угрозами и

возможностями. Согласно этому мы можем обозначить основные стратегические направления по улучшению положения:

- 1) внедрение новых совершенных методик изготовления;
- 2) Расширение ассортимента предлагаемых услуг;
- 3) Привлечение денежных ресурсов для импортозамещения.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таблица 5

Морфологическая матрица для системы диагностики двигателя «SCAND»

|                                    | 1                   | 2                                   | 3                            | 4                                 |
|------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| А. Устройство вывода информации    | Дисплей прибора     | Без дисплея                         | Два дисплея                  |                                   |
| Б. Считывание кодов неисправностей | Датчики двигателя   | Датчик кпп                          | Датчик и AirBag              | Датчик и Abs                      |
| В. Расшифрование неисправностей    | Датчики двигателя   | Датчик кпп                          | Датчик и AirBag              | Два Abs                           |
| Г. Покрытие                        | VW-<br>Audi,<br>BMW | Hyundai , KIA,<br>DAEWOO            | Toyota,<br>Nissan,<br>Mazda  | Ваз,<br>Газ                       |
| Д. Поддержка протоколов            | K-Line              | OBD                                 | OBD-II                       | ЕЕС-IV                            |
| Е. Программирование                | Изменять прошивку   | Просматривать на мобильном телефоне | Звуковой сигнал с устройства | Корректирование настроек датчиков |

Анализ показал, что система не может обойтись без следующих элементов: Датчики двигателя, покрытие японского региона, протокола OBD – II , дисплей прибора.

Анализ показал, что наиболее дорогостоящим будет полный комплект:

A1, B1, B1, Г3, Д3, Е1

Бюджетная модель состоит из следующих показателей: A2, B1, Д3 один из анализаторов деятельности на выбор, но оптимально либо B2, Е3

### 3. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ.

#### 3.1. Структура работы в рамках научного исследования.

Таблица 5

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы                                       | № раб | Содержание работ                                                        | Должность исполнителя             |
|------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Разработка технического задания                      | 1     | Составление и утверждение технического задания                          | Руководитель темы                 |
| Выбор направления исследований                       | 2     | Подбор и изучение материалов по теме                                    | Инженер (дипломник)               |
|                                                      | 3     | Выбор направления исследований                                          | Руководитель, инженер (дипломник) |
|                                                      | 4     | Календарное планирование работ по теме                                  | Инженер (дипломник)               |
| Теоретические и экспериментальные исследования       | 5     | Проведение теоретических расчетов и обоснований                         | Инженер (дипломник)               |
|                                                      | 6     | Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов                 | Инженер (дипломник)               |
|                                                      | 7     | Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями | Инженер (дипломник)               |
|                                                      | 8     | Контроль результатов исследований                                       | Руководитель темы                 |
| Обобщение и оценка результатов                       | 9     | Оценка эффективности полученных результатов                             | Руководитель, инженер (дипломник) |
|                                                      | 10    | Определение целесообразности проведения ОКР                             | Инженер (дипломник)               |
| <i>Проведение ОКР</i>                                |       |                                                                         |                                   |
| Разработка технической документации и проектирование | 11    | Разработка блок-схемы, принципиальной схемы                             | Инженер (дипломник)               |
|                                                      | 12    | Выбор и расчет конструкции                                              | Инженер (дипломник)               |
|                                                      | 13    | Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия   | Инженер (дипломник)               |
|                                                      | 14    | Разработка технической документации                                     | Инженер (дипломник)               |
| Изготовление и испытание макета (опытного образца)   | 15    | Обкатка технологического процесса на производстве                       | Инженер (дипломник)               |
| Оформление отчета, но НИР (комплекта                 | 16    | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-                     | Инженер (дипломник)               |

|                      |    |                                           |                     |
|----------------------|----|-------------------------------------------|---------------------|
| документации по ОКР) |    | технической документации)                 |                     |
|                      | 17 | Оформление патента на способ производства | Инженер (дипломник) |
|                      | 18 | Размещение рекламы                        | Инженер (дипломник) |

### 3.2. Определение трудоемкости выполнения работ.

Определим трудоемкость выполнения научного исследования экспертным путем в человеко-днях по формуле:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{mini}}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определим продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где  $T_{p_i}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$\text{Ч}_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 3.3. Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2016 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 105 - 14} = 1,48$$

На основе полученных данных составим Календарный план-график

Таблица 6

## Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

| № ра<br>б<br>от | Вид<br>работ                   | Исполнител<br>и            | T <sub>кi</sub><br><br>,<br>к<br>а<br>л.<br>д<br>н. | Продолжительность выполнения работ                                                 |   |      |   |                                                                                     |            |                                                                                     |   |     |   |   |                                                                                     |   |  |
|-----------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---|------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------|---|--|
|                 |                                |                            |                                                     | фе<br>вр.                                                                          |   | март |   |                                                                                     | апре<br>ль |                                                                                     |   | май |   |   | ию<br>нь                                                                            |   |  |
|                 |                                |                            |                                                     | 2                                                                                  | 3 | 1    | 2 | 3                                                                                   | 1          | 2                                                                                   | 3 | 1   | 2 | 3 | 1                                                                                   | 2 |  |
| 1               | Составле<br>ние ТЗ             | Руководите<br>ль           | 4                                                   |   |   |      |   |                                                                                     |            |                                                                                     |   |     |   |   |                                                                                     |   |  |
| 2               | Изучени<br>е<br>литерату<br>ры | Инженер<br>(дипломник<br>) | 2<br>8                                              |  |   |      |   |  |            |                                                                                     |   |     |   |   |                                                                                     |   |  |
| 3               | Патентн<br>ый поиск            | Инженер<br>(дипломник<br>) | 6                                                   |                                                                                    |   |      |   |  |            |                                                                                     |   |     |   |   |                                                                                     |   |  |
| 4               | Выбор<br>напр.<br>исслед.      | Руков.,<br>инж.            | 4                                                   |                                                                                    |   |      |   |                                                                                     |            |  |   |     |   |   |                                                                                     |   |  |
|                 |                                |                            |                                                     |                                                                                    |   |      |   |                                                                                     |            |  |   |     |   |   |                                                                                     |   |  |
|                 |                                |                            |                                                     |                                                                                    |   |      |   |                                                                                     |            |                                                                                     |   |     |   |   |  |   |  |
| ...             |                                |                            | ...                                                 |                                                                                    |   |      |   |                                                                                     |            |                                                                                     |   |     |   |   |                                                                                     |   |  |
|                 |                                |                            | 3<br>4                                              |                                                                                    |   |      |   |                                                                                     |            |                                                                                     |   |     |   |   |                                                                                     |   |  |
|                 |                                |                            | 5<br>0                                              |                                                                                    |   |      |   |                                                                                     |            |                                                                                     |   |     |   |   |                                                                                     |   |  |
| i               |                                |                            | 1<br>2                                              |                                                                                    |   |      |   |                                                                                     |            |                                                                                     |   |     |   |   |                                                                                     |   |  |

▨ – руководитель

■ – инженер

## 3.4. Расчет затрат на разработку проекта

Затраты на проведение каких-либо работ рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

- материальные затраты;
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация основных фондов и нематериальных активов;
- прочие затраты;
- накладные расходы.

## Материальные затраты

Материальные затраты включают в себя:

- затраты на бумагу – 600руб.
- канцелярские товары – 350руб.
- флэш-карта – 800руб.

Таблица 7.

### Материальные затраты

| Наименование затрат | Сумма, руб. |
|---------------------|-------------|
| Бумага              | 2000        |
| Канцелярские товары | 500         |
| Флеш-карта          | 800         |
| Итого               | 3300        |

## Затраты на оплату труда

В состав на оплату труда включается:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, исходя из сдельных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда;
- выплаты стимулирующего характера;
- выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда (выплаты по районным коэффициентам). Для Томска районный коэффициент равен 1.3.
- выплаты за неотработанное время (8-16%).

Необходимо также учесть доплаты за ученую степень.

Рассчитываем месячную заработную плату научного руководителя 15 разряда, с окладом 23265 руб.:

$$ЗП_{н.р.}^M = (ЗП \cdot K_1 + Д_1) \cdot K_2, \text{руб./мес.}$$

$$ЗП_{н.р.}^M = (23265 \cdot 1,1 + 2200) \cdot 1,13 = 36128,95 \text{руб./мес.}$$

$K_1$  - оплата в соответствии с действующим законодательством очередных и дополнительных отпусков,  $K_1=1,1$ ;

$K_2$  – выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда (выплаты по районным коэффициентам),  $K_2=1,3$ .

Стимулирующие выплаты:  $D_1$  - доплата за ученую степень,  $D_1=2200$ ;

Рассчитываем месячную заработную плату 11 разряда, с окладом 14500 рублей:  $ЗП_{ин.}^M = ЗП \cdot K_1 \cdot K_2$

$K_1 = 1,1$ ;  $K_2 = 1,3$ ;

$ЗП_{ин.}^M = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735,00 \text{ руб/мес.}$

Рассчитываем заработную плату труда каждого исполнителя за отработанное время:

$ЗП_{н.р.} = (ЗП_{ин.}^M / 21) \cdot n = (20735,00 / 21) \cdot 5 = 4935,71 \text{ руб.}$

где  $n$ - количество дней, затраченных на разработку проекта, дней;

$ЗП_{ин.} = (ЗП_{ин.}^M / 21) \cdot n = (20735,00 / 21) \cdot 45 = 44432,14 \text{ руб.}$

$И_{з/п} = ЗП_{н.р.} + ЗП_{ин.} = 4935,71 + 44432,14 = 49367,85 \text{ руб.}$

Итого затраты на оплату труда на реализацию проекта (45 дней) составили: 49367,85 рублей.

### **Отчисления на социальные нужды**

В разделе «Отчисления на социальные нужды» отражаются обязательные отчисления по установленным законодательным нормам пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования от элемента «Затраты на оплату труда» 30.2%.

$И_{с.о.} = 0,302 \cdot 49367,85 = 15009,09 \text{ руб.}$

### **Амортизация основных фондов**

В разделе «Амортизация основных фондов» отражаются суммарные амортизационные отчисления на полное восстановление основных производственных фондов.

В работе используется следующее оборудование:

- монитор SAMSUNG S24C570HL, процессор INTEL PENTIUM, стоимостью 29000 рублей;
- принтер Epson WorkForce Pro WP-4020, стоимостью 6000 рублей.

Таблица 7

Потребность в оборудовании

| Наименование оборудования           | Количество, шт. | Сумма, руб |
|-------------------------------------|-----------------|------------|
| Монитор SAMSUNG S24C570HL           | 1               | 11000      |
| Процессор INTEL PENTIUM             | 1               | 18000      |
| Принтер Epson WorkForce Pro WP-4020 | 1               | 6500       |
| Итого                               |                 | 35500      |

Общая стоимость оборудования 35500 рублей.

$I_{ам} = (T_{исп.}/T) \cdot \Phi \cdot N_{ам}$ , где

$I_{ам}$  – амортизация основных фондов;

$T_{исп}$  – время использования компьютерной техники, день;

$T$  – количество дней в году;

$\Phi$  – стоимость компьютерной техники, тыс. руб.;

$N_{ам}$  – нормы амортизации,  $N_{ам} = 1/T_{сл}$ ;

$T_{сл}$  – срок службы оборудования, (5 лет);

$N_{ам} = 1/5 = 0,2$

$I_{ам} = (45/365) \cdot 35500 \cdot 0,2 = 882,01 \text{ руб.}$

### Прочие затраты

К разделу «Прочие затраты» себестоимости продукции (работы, услуг) относятся налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и прочее.

$$I_{\text{пр}}=10\% (\sum I)$$

$$I_{\text{пр}}=(I_{\text{м.з}}+I_{\text{з/п}}+I_{\text{с/о}}+I_{\text{ам.}})\cdot 0,1 \text{ .руб}$$

$$I_{\text{пр}}=(1750+53034,27+15910,28+882,01)\cdot 0,1=7171,76 \text{ руб}$$

### Накладные расходы

К разделу «Накладные» принимаем коэффициент 200%

$$I_{\text{накл}}=2\cdot I_{\text{з/п}}=2\cdot 53034,27=106130,54 \text{ руб}$$

### Себестоимость проекта

Расчет себестоимости проекта:

$$C_{\text{с}}=I_{\text{м.з.}}+I_{\text{з/п}}+I_{\text{с/о}}+I_{\text{ам}}+I_{\text{пр}}+I_{\text{накл}}=$$

$$= 3300+53034,27+15910,28 +882,01 +7155,76 +106130,54=185271,1 \text{руб}$$

Смета затрат на выполнение проекта приведена в таблице 9

Таблица 9

#### Смета затрат на реализацию проекта

| Элементы текущих затрат                                                                                                                          | Сумма затрат, руб |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1. Материальные затраты                                                                                                                          | 3300              |
| 2. Затраты на оплату труда                                                                                                                       | 53034,27          |
| 3. Отчисления на социальные нужды                                                                                                                | 15910,28          |
| 4. Амортизация основных фондов                                                                                                                   | 882,01            |
| 5. Прочие затраты: налоги, сборы, отчисления во внебюджетные фонды, командировочные, оплата услуг связи, оплата электрической и тепловой энергии | 7155,76           |
| 6. Накладные расходы                                                                                                                             | 106130,54         |
| 7. Сумма затраты на проект                                                                                                                       | 185271,1          |

## 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ (РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ), ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 10.

Таблица 10

Сравнительная оценка характеристик проекта

| Критерии                                                            | Весовой коэффициент | Бальная оценка разработки |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|
| 1. Способствует росту производительности труда пользователя         | 0,10                | 5                         |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,15                | 5                         |
| 3. Помехоустойчивость                                               | 0,15                | 5                         |
| 4. Энергосбережение                                                 | 0,20                | 4                         |
| 5. Надежность                                                       | 0,25                | 5                         |
| 6. Материалоемкость                                                 | 0,15                | 4                         |
| Итого:                                                              | 1,00                | 4,65                      |

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi}=5*0,1+5*0.15+0,2*4+0,25*5+0,15*4=4,65$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-бальной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности и помехоустойчивости позволяют судить о надежности изделия.