

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Системы оперативного контроля состояния водителя автомобиля

УДК 656.13:681.2-5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Б21	Панин Руслан Юрьевич		

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		

Томск – 2017 г

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или 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), 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) 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), 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 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	Требования ФГОС (ОК-1,2,8,11,12, ПК-2,9), 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), 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), 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), 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 междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-28), 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 12.03.01 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
З-1Б21	Панин Руслан Юрьевич

Тема работы:

Системы оперативного контроля состояния водителя автомобиля
Утверждена приказом директора (дата, номер)

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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 система оперативного мониторинга состояния водителя.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка	Обзор объекта исследования Анализ систем оперативного мониторинга состояния водителя Выбор метода и средства измерения пульса и температуры тела человека

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

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	Панин Руслан Юрьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 85 с., 18 рисунков, 15 таблиц, 33 источника.

Ключевые слова: усталость, мониторинг состояния, пульсометр, датчик температуры.

Цель данного исследования анализ систем мониторинга состояния водителя автомобиля.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что статистика дорожно-транспортных происшествий показывает, что причиной значительного количества аварий является физическое состояние водителя.

«Под надежностью водителя понимается способность своевременно и безошибочно принимать и обрабатывать информацию о состоянии транспортных средств (ТС), дорожных условиях, а также принимать и реализовывать адекватные решения по управлению ТС в течение заданного промежутка времени с допустимыми уровнями напряженности труда и рисками возникновения конфликтной ситуации, ДТП и ЧС» [17].

Статистические данные говорят о том, что порядка 25% ДТП происходит именно по причине чрезмерной утомленности водителя. Усталость является крайне опасным состоянием – накапливается она медленно, ослабляя внимание постепенно, незаметно для самого человека.

Данная выпускная квалификационная работа состоит из 4-х глав:

В первой главе произведен обзор рынка систем мониторинга состояния водителя.

Во второй главе – составляющие систем мониторинга водителя.

В третьей произведен экономический расчет затрат на исследовательскую работу.

В четвертой главе рассмотрена социальная ответственность организации при работе над исследованием.

Список сокращений

ВНС - вегетативная нервная система

ВСР - вариабельность сердечного ритма.

ДТП – дорожно – транспортное происшествие.

КГР - кожно-гальваническая реакция.

ТС - транспортное средство.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

ЧСС - частота сердечных сокращений.

ЭКГ – электрокардиография.

ЭЭГ – электроэнцефалография.

ЭДА – электродермальная активность.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	9
1. Методы и средства контроля состояния водителя автомобиля	11
1.1. Принцип работы системы мониторинга состояния водителя автомобиля	11
1.2. Обзор рынка систем мониторинга состояния водителя автомобиля	17
2. Методы и средства контроля, используемые в системе мониторинга состояния водителя	23
2.1. Пульсометры	23
2.2. Температурный датчик	36
3. Экономическая часть	43
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	43
3.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления системы мониторинга водителя автомобиля	43
3.1.2. Определение качества технологического процесса изготовления системы мониторинга состояния водителя и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD.	45
3.1.3 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления система мониторинга состояния водителя посредством SWOT-анализа	46
3.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	48
3.3. Планирование научно-исследовательской работы	49
3.3.1. Структура работы в рамках научного исследования	49
3.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ	50
3.3.3. Разработка графика проведения научного исследования	54
3.3.4. Расчет затрат на разработку проекта	57
3.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	61
4. Социальная ответственность	64
4.1. Производственная безопасность	64
4.1.1 Микроклимат	65
4.1.2. Недостаточная освещённость	66
4.1.3 Поражение электрическим током	67
4.1.4 Движущиеся механизмы	69
4.1.5 Шум	69
4.1.6 Загазованность	70
4.2. Экологическая безопасность	71
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	75
4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
4.4.1 Правовые вопросы	78
4.4.2.Организационные мероприятия	80
Заключение	81
Список используемых источников	82

Введение

Статистика дорожно-транспортных происшествий показывает, что причиной значительного количества аварий является физическое состояние водителя.

«Под надежностью водителя понимается способность своевременно и безошибочно принимать и обрабатывать информацию о состоянии транспортных средств (ТС), дорожных условиях, а также принимать и реализовывать адекватные решения по управлению ТС в течение заданного промежутка времени с допустимыми уровнями напряженности труда и рисками возникновения конфликтной ситуации, ДТП и ЧС» [1].

Статистические данные говорят о том, что порядка 25% ДТП происходит именно по причине чрезмерной утомленности водителя. Усталость является крайне опасным состоянием – накапливается она медленно, ослабляя внимание постепенно, незаметно для самого человека.

Редкий водитель может самостоятельно и адекватно оценивать свое состояние, и продолжая движение, рискует попасть в ДТП. Проблема переутомления настолько серьезна, что большинство ведущих автопроизводителей уделяют этому вопросу огромное внимание, разрабатывая различные системы контроля состояния водителя. Первый прототип системы контроля усталости появился более 30-ти лет назад, но лишь в последнее время автопроизводители стали широко оснащать ими свои авто.

Первыми о системах постоянного биометрического контроля физиологического состояния водителей задумались производители большегрузных автомобилей и автобусов. Это легко объясняется тем, что процесс управления такими транспортными средствами обычно растянут по времени, и требует дополнительного напряжения от водителей, ощущающих повышенную ответственность за дорогой груз или большое количество пассажиров.

Ряд крупных автопроизводителей активно работают над созданием различных систем контроля состояния водителя, призванных, как минимум, оповестить о наступлении опасного состояния человека и, как максимум, вмешаться в управление транспортным средством и предупредить происшествие. Работа ведется по нескольким направлениям, среди которых контроль усталости, оценка физического напряжения, определение болезненного состояния водителя.

На сегодняшний день можно выделить три главных направления, которые интересуют разработчиков контрольных систем физиологического состояния водителей легкового автотранспорта:

1. Системы определения степени усталости водителя;
2. Системы контроля важнейших биометрических параметров организма;
3. Системы отслеживания обострений хронических заболеваний.

Цель данного исследования анализ систем мониторинга состояния водителя автомобиля.

1 Методы и средства контроля состояния водителя автомобиля

1.1 Принцип работы системы мониторинга состояния водителя автомобиля

Существующие системы контроля бодрствования водителей делятся на 2 группы: с использованием физиологических и нефизиологических методик.

К нефизиологическим методикам относятся: контроль стиля вождения (угловая скорость поворота руля, стандартное отклонение от траектории), контроль внешнего поведения человека (частота моргания, угол наклона головы – отношение в % части интервала времени, в течение которого глаза закрыты на 80 и более %, ко всему интервалу), определение времени реакции на стимул [2].

Физиологические методики базируются на анализе электрофизиологических показателей (ЭКГ, ЭЭГ, ЭДА).

Наиболее точными и эффективными считаются физиологические методики, также существуют интегрированные методики (определяются несколько разнохарактерных показателей). Среди физиологических показателей, наиболее удобным для снятия в условиях вождения является ЭКГ.

Актуальной является задача мониторинга состояния водителя по ЧСС, т.к. метод регистрации ЧСС – наиболее простой и быстрый (по максимумам сигнала ЭКГ). Установлено, что при засыпании наблюдаются признаки брадикардии ($ЧСС < 60 \text{ уд/мин}$). Однако порог засыпания по ЧСС может варьироваться для разных людей, поэтому необходимо осуществлять контроль дополнительных параметров ЭКГ. Перспективным способом контроля бодрствования по ЭКГ, является анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) – изменения длительности кардиоциклов (кардиоинтервалов) от цикла к циклу. ВСР отражает степень влияния на сердечный ритм симпатического и парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) [3].

В постсоветских психофизиологических научных школах, как правило, среди показателей ЭДА выделяют тоническую составляющую (медленные изменения электрического сопротивления кожи (ЭСК)) и физическую составляющую (быстрые изменения ЭСК), которую часто называют кожно-гальванической реакцией (КГР).

По данным многочисленных исследований, КГР является вегетативным компонентом ориентировочной реакции и сопровождает начальный период практически любой психической деятельности. В случае относительно спокойной монотонной работы, КГР уменьшается, однако в момент умственного или эмоционального напряжения она вновь усиливается. Эмоциональное возбуждение, как правило, вызывает четко выраженную КГР. Известно, что эффективность выполнения оператором алгоритмов деятельности во многом определяется текущим функциональным состоянием и, в частности, уровнем эмоционального возбуждения. Согласно закону Джеркса - Додсона, каждому виду деятельности соответствует определенный оптимум эмоционального возбуждения, при котором реакции оператора оказываются наиболее адекватны условиям.

При засыпании увеличивается средняя длительность кардиоцикла. По ВСР также определяют стресс-индекс (индекс напряжения Баевского) путем построения гистограммы – кривой распределения кардиоинтервалов как случайных величин. Основание гистограммы (вариационный размах) - разность между максимальным и минимальным кардиоинтервалом, по оси абсцисс - длительность кардиоинтервалов, по оси ординат – процент числа кардиоинтервалов с заданной длительностью.

Таким образом, для контроля уровня бодрствования водителя предлагается использовать показатели variability сердечного ритма, получаемые при анализе кардиоинтервалограммы длительностью 5 мин, которая отражает баланс влияния на сердце парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы.

Исследования показали, что во время активного бодрствования ЧСС находится в пределах нормы, во время засыпания ниже 60 (около 58 для выбранной ЭКГ), при бодрствовании LF/HF принимает значения от 1,5 и выше, от 2 до 5, в состоянии пониженной активности опускается ниже 1,5, ИН также соответствует известным критериям.

Мониторинг мозговых волн производится с помощью датчиков, встроенных в рулевое колесо. Если активность головного мозга указывает на сонливость или плохую концентрацию водителя, то рулевое колесо или педаль акселератора начинают вибрировать, привлекая внимание к вождению. Если реакции со стороны водителя не последовало, подаются визуальный и звуковой сигналы.

Другая область использования биометрических датчиков связана с контролем физического состояния пожилых водителей, а также водителей с хроническими заболеваниями. В этом направлении работает сразу несколько автомобильных компаний.

Для наиболее полного контроля за состоянием человека за рулем недостаточно одного лишь визуального наблюдения, осуществляемого при помощи анализа изображения с видеокамеры. Система контроля усталости водителя использует анализ множества данных:

1. стиль управления;
2. условия движения – время суток, длительность непрерывной езды;
3. анализ использования переключателей, кнопок управления на панели/руле, использования тормоза;
4. характер движения рулем, состояние дорожного покрытия;
5. оптические данные от видеокамер [4].

Разными производителями авто могут вноситься собственные корректировки в систему контроля усталости – могут отличаться алгоритмы обработки данных, скорость, при которой активируется система, видеокамеры могут отсутствовать. В некоторых авто используется и

технология Seeing Machines, применяемая в авиации и грузопассажирских перевозках. Она позволяет анализировать степень открытия глаз и направление взгляда. Такой датчик усталости, кроме основного предназначения, часто используется для управления некоторыми функциями, активировать которые можно простым взглядом.

Датчик усталости активируется на скорости 60 или 80 км/ч – все зависит от марки автомобиля. Во избежание ложных срабатываний, при котором подается достаточно громкий звуковой сигнал, система постоянно анализирует показания массы датчиков, поступающих от основных систем автомобиля. Время, за которое собирается необходимая информация также различна – от 15 до 30 минут, в зависимости от автопроизводителя [5].

Важно, что работа датчика осуществляется не по заранее запрограммированному шаблону, а по индивидуальным параметрам конкретного водителя. Именно поэтому датчику усталости требуется до получаса для сбора информации о водителе. В отличие от европейских производителей, японские автоконцерны строят работу датчика усталости по-другому принципу. По их мнению, первоначально следует определять психоэмоциональное состояние.

Поэтому в японских авто основным элементом системы контроля выступает видеокамера. В ее задачу входит контроль мимики и движений человека, и в первую очередь датчик усталости обращает внимание на закрытые глаза автовладельца, подавая звуковой сигнал. Во избежание ложных срабатываний, анализу подлежат и другие данные – частота моргания, глубина дыхания, определяемая по движениям грудной клетки, мимика и движения самих глаз [6].

При движении исключительно на небольшие расстояния в городской черте, датчик усталости не является столь необходимым. Но в условиях загородных магистралей, при длительных поездках на высоких скоростях, даже небольшое ослабление внимания вследствие переутомления, может

закончиться фатально. Современные системы контроля становятся все более совершенными.

Для более адекватной оценки текущего состояния, датчик усталости первоначально собирает информацию о манере управления, поэтому анализирует всегда лишь конкретного водителя, не используя шаблонов. К примеру, помимо анализа взгляда, происходит попутная оценка степени усилия, при сжатии рулевого колеса. При ослаблении хвата, датчик может подать предупреждающий сигнал, расценив это как проявление утомления [7].

Система контроля состояния является логичным дополнением к системам активной и пассивной безопасности, которая может оказаться полезной и в условиях города. К примеру, поездка после бессонной ночи может закончиться аварией, даже если она непродолжительная. Предупреждающий сигнал датчика усталости позволит уставшему водителю более адекватно оценивать свое состояние, что в итоге может сохранить здоровье и сам автомобиль.

Второе направление предусматривает дополнительное оснащение автомобиля специальными биометрическими датчиками, позволяющими оценивать общефизическое состояние человека по таким параметрам как частота дыхания, сердечный ритм, кожная проводимость и др. Оценка совокупности этих параметров помогает определить степень напряжения водителя. Эти системы являются более сложными, но и более перспективными, так как они оценивают реальное состояние человека по биологическим показателям, а не по алгоритмам действий (как в первом направлении). Еще более интересной является система контроля, совмещающая в себе особенности и достоинства первых двух направлений сразу [8].

Наиболее сложным направлением является третье, связанное с контролем физиологического состояния водителей, имеющих серьезные хронические заболевания, или с контролем состояния водителя пожилого

возраста. В первую очередь предлагается осуществлять постоянный контроль заболеваний сердца и нарушений кровяного давления.

Таким образом, системы контроля состояния водителя базируются на следующих принципах оценки поведения и физиологического состояния:

1. Манера вождения — разного типа ускорения за полчаса после начала движения, оценка скорости;
2. Условия управления — продолжительность поездки, оценка времени суток;
3. Эксплуатация исполнительных механизмов — оценка интенсивности использования переключателей под рулём, тормозной системы, устройств на панели управления;
4. Интенсивность поворотов рулевого колеса — оценка скорости и ускорения;
5. Состояние дорожного покрытия — контроль режимов ускорения.
6. Направление движения дорожно-транспортного средства — контроль различных видов ускорений.
7. Пульс водителя;
8. Взгляд, направление/положение головы.

Постоянно проводя комплексные расчёты по определённым алгоритмам, устройство обнаруживает отклонения в направлении движения транспортного средства и действиях человека, о чём сообщается на дисплее панели управления, сигнализируя звуком. Если водитель игнорирует сигналы, сонным продолжает управлять автомобилем, то с периодичностью четверть часа оповещение возобновляется. Активация системы безопасности происходит при достижении транспортным средством скорости в 80 км/час.

1.2 Обзор рынка систем мониторинга состояния водителя автомобиля

Анализ рынка систем мониторинга состояния водителя показал, что системы срабатывают если нагрузка на водителя достаточно высока, то система принимает меры для снижения напряжения, в том числе автоматически запускается функция блокирования мобильного телефона от входящих звонков (функция «не беспокоить»).

В настоящее время система контроля усталости водителя реализована на автомобилях Mercedes-Benz, Volvo, Lexus. Определение наступления усталости водителя осуществляется разными способами – оценкой действий водителя по управлению автомобилем, контролем характера движения автомобиля, наблюдением за лицом водителя с помощью видеокамеры.

Компания Volkswagen устанавливает на автомобили систему экстренной помощи, которая является расширением системы помощи движению по полосе. Если водитель не в состоянии управлять автомобилем (теряет сознание) система Emergency Assist принимает управление на себя и останавливает транспортное средство, а также предупреждает других участников движения об опасной ситуации [9].

Если водитель не использует рулевое управление в течение определенного времени, система Emergency Assist предупреждает его визуальными и звуковыми сигналами, подтормаживает автомобиль. При отсутствии реакции со стороны водителя система определяет, что он не в состоянии управлять автомобилем. Система помощи движению по полосе обеспечивает движение автомобиля в пределах занятой полосы, а адаптивный круиз-контроль предотвращает наезд на впереди идущий автомобиль. Для предупреждения других водителей включается аварийная сигнализация, автомобиль начинает двигаться змейкой в пределах полосы движения и в завершении останавливается.

Компания Jaguar Land Rover предлагает контролировать состояние водителя с помощью биометрических датчиков, встроенных в водительское

сиденье. В системе Driver Wellness Monitoring используются датчики частоты дыхания и пульса. Если система определяет серьезные проблемы со здоровьем или излишнее возбуждение водителя, то принимаются меры для обеспечения безопасности движения. При стрессе регулируются внутреннее освежение, аудиосистема и климатическая установка. При наступлении внезапной и тяжелой болезни производится вызов экстренной помощи, а автомобиль автоматически останавливается [10].

В 2016 году компания Audi представила проект FitDriver под девизом «Моя Audi заботится обо мне». Жизненно важные параметры водителя, такие как пульс и температура, контролируются с помощью носимых устройств (тренировочный браслет или SmartWatch). Эти данные дополняются информацией о стиле вождения, частоте дыхания, погодных и дорожных условиях, представляемой различными автомобильными датчиками. В совокупности полученные данные позволяют определить текущее состояние водителя, в том числе повышенную усталость или стресс [11].

В результате всесторонней оценки физического состояния задействуются различные системы автомобиля для отдыха, восстановления и защиты водителя: массаж сидений, беззвучный режим телефона, климат-контроль, адаптивная информационно-развлекательная система, адаптивное внутреннее освещение. В перспективе Audi планирует задействовать системы активной безопасности.

Компания Ferrari запатентовала технологию, которая оценивает уровень напряжения водителя по изменению мозговых волн. Мозговая биоэлектрическая активность измеряется с помощью беспроводных датчиков, встроенных в подголовник водительского сиденья. В зависимости от состояния водителя производится уменьшение подачи топлива в двигатель и автоматическая стабилизация автомобиля.

В этом направлении ведет работу и Jaguar Land Rover. Система Mind Sense определяет, когда водитель отвлекается или засыпает во время движения по мозговой активности. Установлено, мозг человека генерирует

несколько мозговых импульсов различной частоты. Постоянно измеряя импульсы, можно оценить, насколько сосредоточен водитель (замешкался, задремал или отвлекся) [12].

Рассмотрим существующие на рынке системы более подробно:

1. Attention Assist. Система Attention Assist осуществляет контроль, используя несколько параметров и элементов. Данную систему встраивают в автомобиль немецкой марки Mercedes-Benz. Система Attention Assist состоит из нескольких датчиков, каждый из которых отвечает за особый показатель утомляемости. Это такие датчики, как например, рулевого колеса, двигателя или тормозной системы. Одним из главных является датчик блока управления [12].

Он проводит мониторинг физического состояния водителя за многими показателями. В первую очередь он контролирует манеру вождения, а именно скорость. Следующими показателями служат условия, в которых движется автомобиль. Здесь имеется ввиду, время длительности поездки и когда она происходит, в какое время суток [13].

Тормозная система и подрулевые переключатели относятся к управленческой системе, которая также контролируется системой. И наконец, осуществляется контроль за ускорением, а именно боковым и продольным.

Следя за нынешним состоянием, система сравнивает его с первоначальным. Если показатели сигнализируют о значительном отклонении от нормы, включается звуковой сигнал и на панели экрана выводится сообщение «Attention Assist: Pause», предупреждающее остановиться водителю [14].

Сигнал оповещается каждые 15 минут в случае игнорирования предупреждения. Система приходит в действие на скорости от 80 км/ч. Анализ скорости, маневренности и снятие других параметров происходит через 30 минут после старта движения, так как чаще всего именно столько времени требуется для движения на дальние дистанции.

2. Driver Alert Control (DAC). Следующая система контроля Driver Alert Control создана шведской автомобильной компанией Volvo. Здесь принцип построен на слежении за состоянием водителя через манеру движения автомобиля. Для этого в автомобиль Volvo встроена специальная видеокамера, которая следит за характером вождения на дороге. Происходит оценка траектории и её изменения с помощью датчика рулевого колеса и мониторинга дорожных полос. Вторая видеокамера следит за внешним состоянием водителя, а именно движением глаз [15].

Если фиксируется состояние переутомления, система оповещает водителя с помощью сигнала и сообщения «Driver Alert. Time for a break». Система начинает действовать на скорости от 60 км/ч [19].

3. Seeing Machines - система, контролирующая состояние водителя – Seeing Machine, внедренная в автомобиль британской марки Jaguar. Примечательно, что данная технология применяется не только в случае вождения автомобиля, а в других сферах. Построена система исключительно на мониторинге внешнего физического состояния водителя. Встроенная камера фиксирует положение глаз и их направление.

В случае отклонения показателя от нормы, система оповещает об усталости и вероятности уснуть за рулём с помощью сигнала и специального сообщения.

Совершенство данной технологии состоит в том, что она активизируется даже если водитель находится в солнцезащитных очках. Также эта система включает в себя дополнительные параметры. Например, системой фиксируется отсутствие внимания на зеркало заднего вида. В таком случае водителю приходит напоминание о данном действии.

4. Система контроля бодрствования Neuromatix Sleep Alert анализирует в реальном времени ЭЭГ сигналы пользователя. На их основе делается вывод о состоянии монотонии, потенциальной возможности уснуть, войти в состояние рассеянности, потерять контроль. Так же лобный электрод получает и ЭМГ сигналы, по которым определяется частота и

закономерность морганий пользователя. При приближении к такому нежелательному состоянию, система извещает пользователя звуковыми сигналами, которые воспроизводятся служебным модулем кепки, а также происходит вибрация браслета. Такого рода сигналы позволяют пользователю поддерживать состояние бодрствования. Если система начинает срабатывать с частотой 1 раз в 10 минут или чаще, то рекомендуется прекратить текущую деятельность (вождение, работа и т.д.) и обеспечить организму достаточный сон и отдых.

Система контроля бодрствования водителя Neuromatix Sleep Alert опирается на ЭЭГ и ЭМГ данные. Поэтому на работу системы и ее результативность никак не влияют такие факторы, как положение тела пользователя, положение головы, движения головы или тела, движения транспортного средства или места осуществления активности. Это создает существенные удобства для использования системы в самых широких областях [16].

Элементы системы оборудованы встроенными аккумуляторами, что обеспечивает экономию на сменных элементах питания. Полной зарядки аккумулятора хватает на срок 6-7 часов. Время полной зарядки аккумуляторов составляет 1 час.

6. Прибор, предупреждающий засыпание за рулем StopSleep. Надев такой прибор на пальцы, водитель будет контролировать себя в те моменты, когда сон может начать рассеивать внимание и мешать сосредоточиться на дороге. Прибору необходимо некоторое время, чтобы проанализировать состояние водителя.

Портативный аппарат Stopsleep способен предупредить и об опасном состоянии пользователя приближающегося к состоянию сна. Stopsleep не препятствует физически или, иным способом, процессу засыпания пользователя. Stopsleep лишь настойчиво предупреждает пользователя об опасном состоянии [16].

Stopsleep прибор контроля сна сканирует проводимость кожи, анализирует психофизическое состояние, и сигнализирует об опасной близости впадения в сон. Основная функция Stopsleep предупредить о возможной опасности, а адекватная оценка и действия в результате этого – свобода выбора потребителя. Stopsleep способен записывать данные о динамике засыпания, что, возможно, будет интересно исследователям характеристик сна в разных профессиях и режимах.

Прибор выполнен в виде двойного перстня, в верхней части которого находится аналитический модуль. Прибор снабжен средствами оповещения: вибрация, звук и свет.

Все элементы прибора, контактирующие с телом человека, выполнены из антиаллергенных материалов, не вызывающих раздражения или неудобства при длительном ношении. Корпус прибора выполнен из прочного износостойкого пластика, безопасного для человека.

Дополнительные характеристики:

1. Прибор констатирует не факт засыпания, а оповещает носителя о том, что сон наступит через 2-3 минуты.
2. Оповещение о засыпании происходит вибрационным, звуковым и световым сигналами.
3. Использование прибора не требует специальной подготовки или обучения.

Таким образом, большинство представленных систем используют браслет или перстень со встроенными датчиками пульса, снижение которого говорит о расслаблении водителя и снижении концентрации его внимания. Люксовые системы, не только предупреждают и «будят» водителя, но и берут управление автомобилем на себя, останавливая автомобили оповещают о состоянии водителя других участников дорожного движения.

2 Методы и средства контроля, используемые в системе мониторинга состояния водителя

2.1 Пульсометры

Работает пульсометр по принципу аппарата ЭКГ. Действие устройства происходит следующим образом: электронные сигналы работы сердца, возникающие в результате его сокращений, передаются от датчика к принимающему устройству, которое, в свою очередь, их обрабатывает и показывает на дисплее. Эти данные можно сохранять и воспроизводить после тренировок.

Оптический пульсометр просвечивает кожу человека при помощи относительно мощного пучка света, а оптический датчик определяет скорость и характеристики отраженного светового излучения, определяя параметры циркуляции крови по капиллярам. Датчики такого типа — достаточно точные. Преимущество оптического пульсометра — портативность, такие модули встраивают в умные часы, фитнес-трекеры и другие устройства.

Фотоплетизмограф – прибор, который определяет изменение размера органов человека с помощью фоточувствительных элементов. Он может использоваться для измерения пульса. В этом случае регистрируется изменение интенсивности света от искусственного источника из-за прохождения пульсовой волны. Как правило, для регистрации используются последняя фаланга пальца, мочка уха, запястье или висок. Очень часто принцип фотоплетизмографии применяется в различных спортивных аксессуарах.

Для регистрации фотоплетизмограммы нужны источник света и фотоприемник. Источником обычно служит светодиод, а приемником — фототранзистор или фотодиод. Свет, излученный источником, поглощается телом человека. В первом приближении можно сказать, что степень поглощения зависит от количества крови в той точке тела, где находится

датчик. При изменении количества крови, изменяется поглощение света и сигнал на выходе фотоприемника.

По отношению друг к другу источник и приемник могут располагаться двумя способами. Эти способы называются «на отражение» и «на просвет». В случае «на отражение» приемник и источник располагаются в одной плоскости. Свет от источника попадает на кожу, частично поглощается и, отражаясь, попадает на приемник. На рисунке 1 представлен чувствительный элемент собственного производства. Он состоит из печатной платы, с напаянными на неё фототранзистором и светодиодом. Провод идет к измерительному блоку.

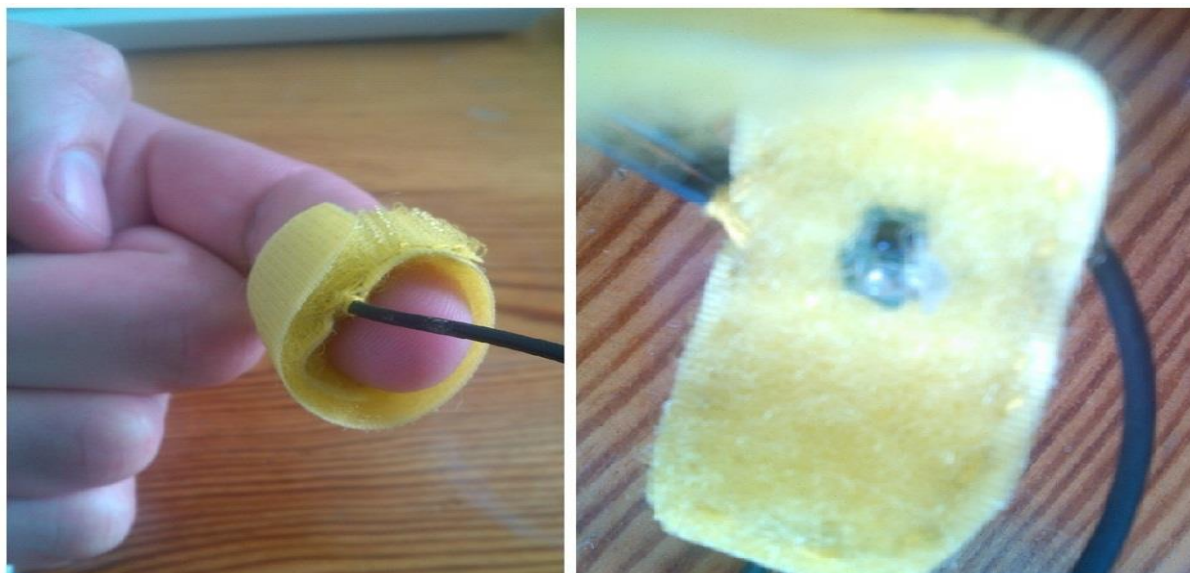


Рисунок 1 - Варианты расположения источников.

В варианте «на просвет» источник и приемник располагаются по разные стороны от части тела. На рисунке 2 они находятся в разных половинках пульсометрической клипсы. Излученный свет проходит палец насквозь и попадает в фотоприемник.

Сигнал с фотоприемника поступает на схему усиления и фильтрации. Пример такой схемы приведен на рисунке 2. Резисторы R1 и R2 задают ток светодиода и рабочую точку фототранзистора соответственно.

Основным элементом датчика является микроконтроллер PIC16F1705. У него на борту встроенный операционный усилитель, АЦП, ЦАП, COM порт и достаточно ресурсов для проведения несложных вычислений. Первоначально разработанная схема включения усилителя соответствовала приведенной на рисунке 2. После испытаний некоторые узлы были изменены. В частности, в обратную связь вместо напряжения смещения добавлен конденсатор 47 мкФ. Он выполняет функцию устранения постоянной составляющей, которая создается делителем напряжения. Для снижения энергопотребления светодиод подключается к выходу ЦАП, который работает только в момент выборки данных АЦП. Питающее напряжение поступает от Li-Ion аккумулятора LP502030 емкостью 250 мАч. Зарядка происходит через разъем мини-USB и схему, реализованную на контроллере заряда MCP73831. Радиосвязь обеспечивается модулем HC-05. Для связи с компьютером или смартфоном используется символьный протокол. Датчик располагается в корпусе OKW minites, в комплекте с которым может идти ремешок для крепления на запястье.

Датчик имеет следующие характеристики:

1. измерение пульсовой волны;
2. частота дискретизации 200 Гц;
3. аккумулятор 250 мАч, заряд от USB;
4. не менее пяти часов непрерывной работы;
5. размеры 50 x 45 x 16 мм;
6. вес 20 г.

Для отображения пульсовой волны на графике и сохранения данных используется андроид приложение. Подпрограмма работы с блютуз модулем использует коды из свободно распространяемой программы терминала BlueTerm. От блютуз адаптера данные передаются в класс-декодер для расшифровки, а затем в класс-обработчик для формирования массива выборок и, возможно, проведения необходимых расчетов.

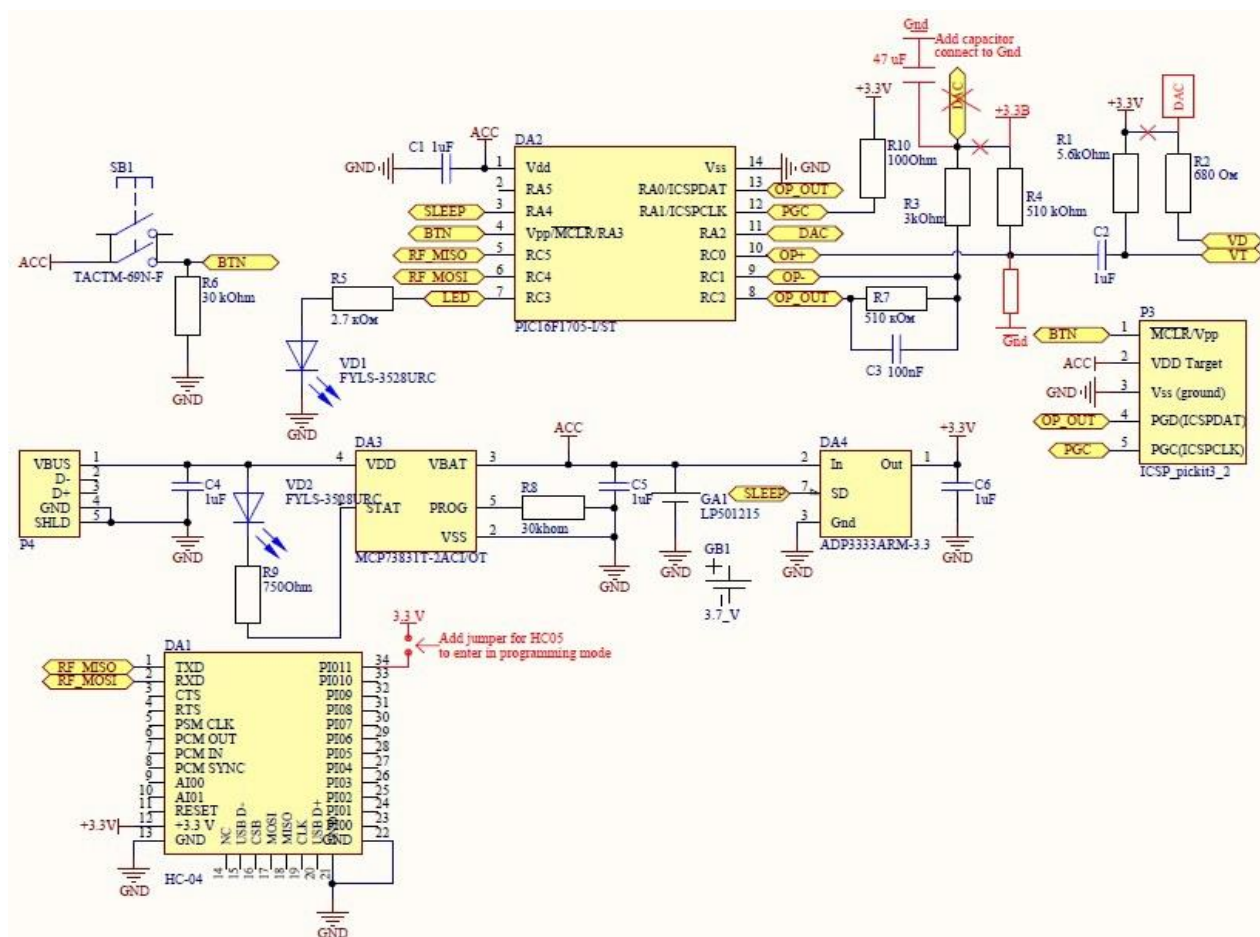


Рисунок 3 - Электросхема датчика

В настоящий момент библиотеки расчета ЧСС и других значимых параметров не подключены. После обработчика данные поступают в главное окно приложения, где выводятся на графике и сохраняются в файл, который может быть открыт сторонним приложением. Во время работы над проектом была подобрана программа LabChart, которая работает с несколькими форматами файлов, в том числе текстовыми. Существуют платная и бесплатная версии этой программы. Бесплатная отображает данные на графике и позволяет проводить математическую обработку: сглаживание, фильтрацию и Фурье анализ. На рисунке 4 изображено окно этой программы с графиком данных, полученных от датчика. Применен фильтр высоких частот.

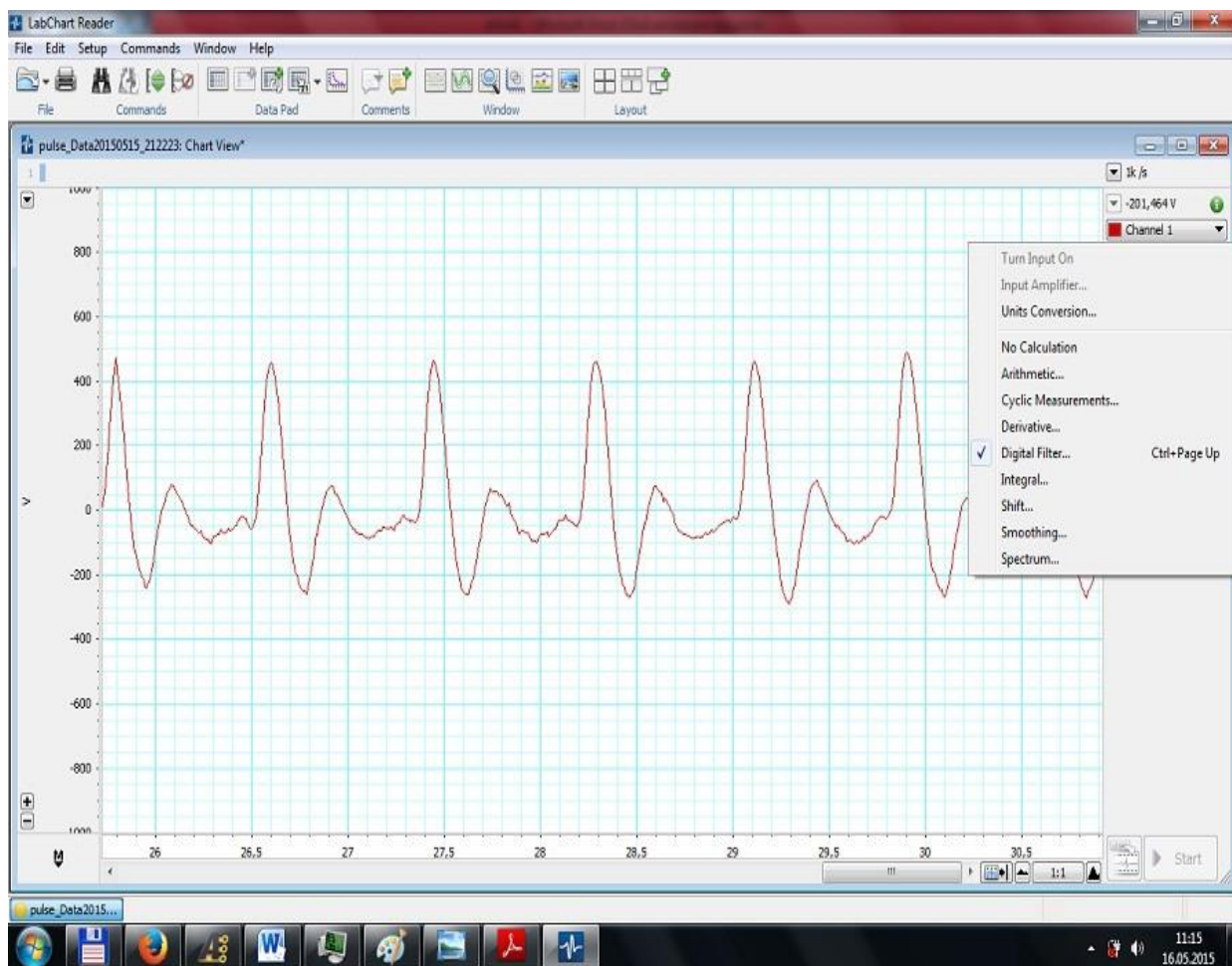


Рисунок 4 – Регистрация показателей датчика

Программа позволяет рассчитывать ЧСС, моду, амплитуду моды, строить интервалограммы и многое другое.

На качество полезного сигнала влияют следующие факторы:

1. отсутствие артефактов;
2. наличие выраженной пульсовой волны в точке регистрации;
3. конструкция чувствительного элемента.

Артефакт – не относящееся к полезной составляющей изменение формы сигнала, спектрально и амплитудно схожее с ним.

Существуют несколько источников артефактов:

1. передвижения человека, использующего фотоплетизмограф, относительного источника освещения, естественного или искусственного, например, перемещение тени от солнца во время занятий спортом;

2. передвижения источника света относительно человека или изменение яркости этого источника. Например, мерцания люминесцентных ламп;
3. не связанные с пульсом движения частей тела вызывающие движения фотоплетизмографа или точек тела в том месте, где установлен чувствительный элемент. Например, движения костей предплечья, возникающие при движениях пальцами, движения костей головы, связанные с речью и мимикой.

Кроме артефактов качество измерения пульса зависит от выраженности пульсовой волны. У одного и того же человека пульс может быть проявлен очень хорошо и очень плохо, что было выявлено в процессе трехчасового тестирования.

Измерение пульсограммы производилось с мочки уха. При этом сигнал ухудшался с течением времени. Это могло происходить достаточно быстро – за полчаса, и связано, предположительно, с тем, что ушная клипса ухудшает кровоток, а также с вынужденной неподвижностью испытуемого.

Похожая ситуация наблюдается при измерении пульса с фаланги пальца. Изменение температуры в помещении или легкое изменение позы человека и вызванное этим смещение точки регистрации на небольшое расстояние могут привести к снижению уровня сигнала или вовсе к его исчезновению.

При измерении пульса с виска, проблема отсутствия сигналов обостряется. Площадь виска больше площади пальца, труднее найти точку, в которой пульс лучше проявлен, и больше вероятность, что пользователь наденет датчик неправильно.

Для решения описанной проблемы может быть применен распространенный в технике принцип – дублирования, который в данном случае подразумевает использование датчика с несколькими чувствительными элементами. Принципиальная схема, реализующая такую идею, приведена на рисунке 5.

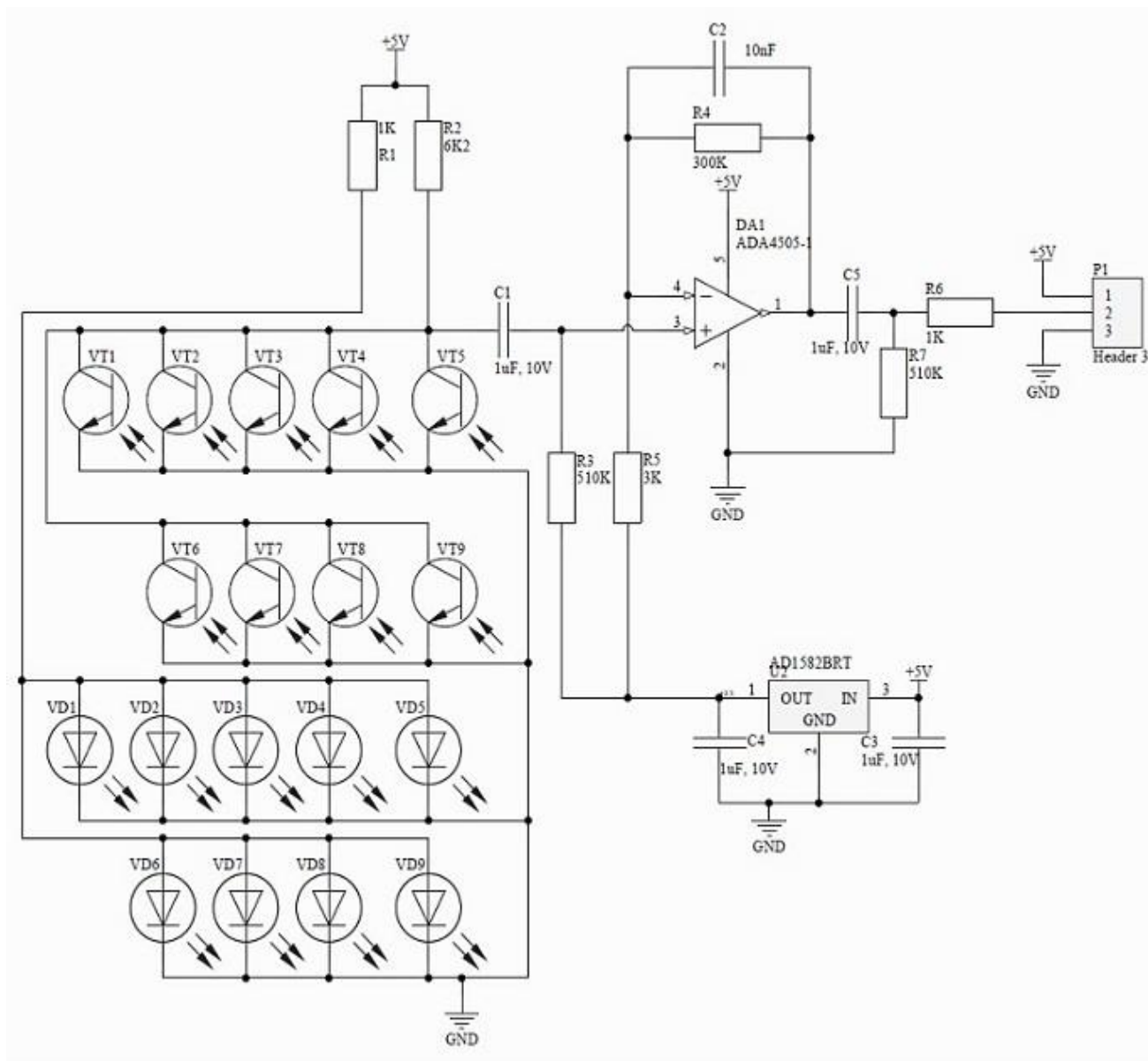


Рисунок 5 - Принципиальная схема

Светодиоды и фототранзисторы на печатной плате располагаются попарно. Размер платы выбирается таким, чтобы перекрывать всю область виска, это позволяет располагать там же схему усиления и фильтрации сигнала. Плата может содержать отверстия для крепления к ленте-тесье. Внешний вид датчика с девятью чувствительными элементами представлен на рисунке 6.

Аналогичное решение может быть применено для измерения пульса с пальца или запястья. На рисунке бизображена схема датчика, состоящего из четырех фототранзисторов и одного светодиода.

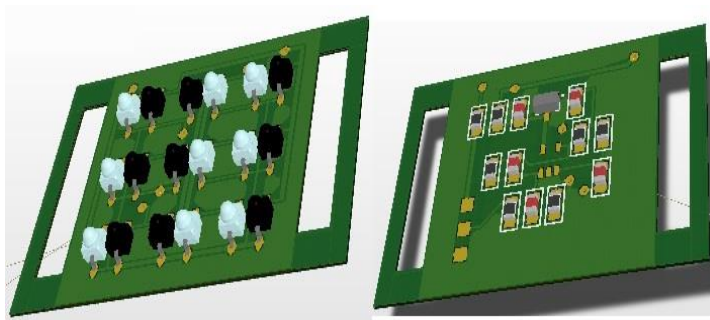


Рисунок 6 – Печатная плата

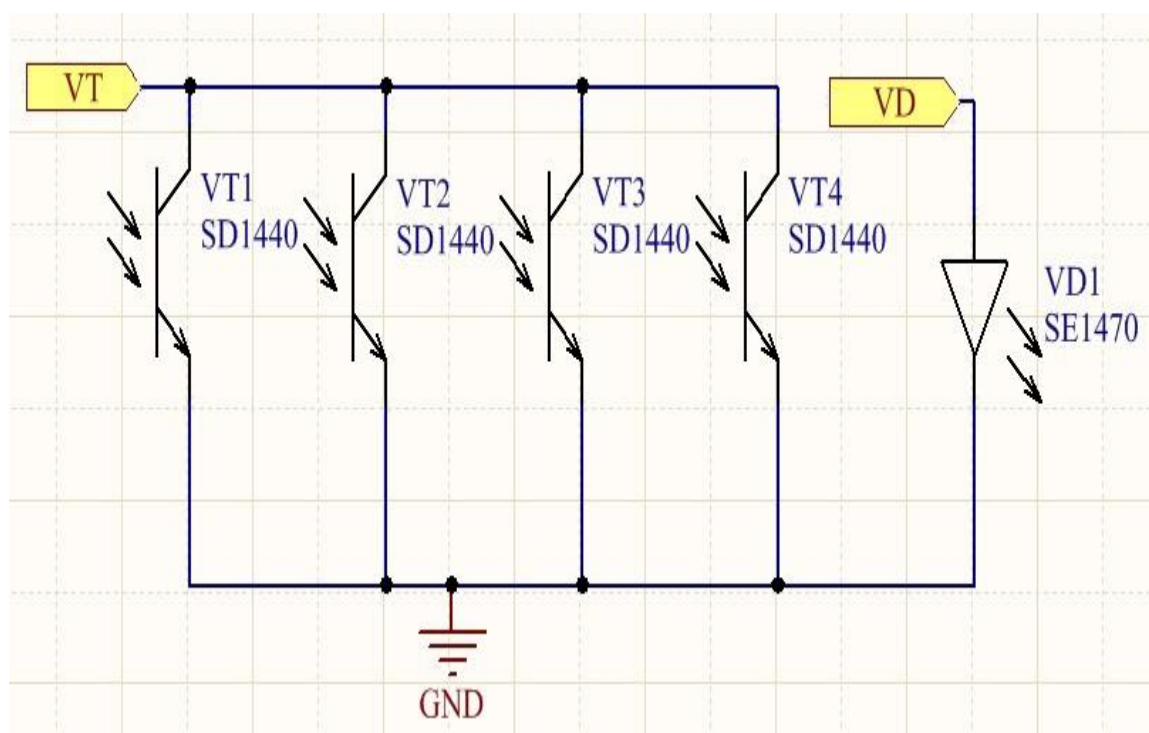


Рисунок 7 – Схема датчика, состоящего из четырех фототранзисторов и одного светодиода

Эмиттеры фототранзисторов могут не соединяться и тогда сигналы с каждого из них измеряются независимо, в этом случае требуется специальное многоканальное измерительное устройство. Многоканальное исполнение может быть также полезно для устранения артефактов. Если артефакт возникает только в районе одного фотоэлемента, он фиксируется и не учитывается в общей картине измерения. Однако использование такой схемы не всегда удобно, так как приводит к увеличению габаритов. Совсем другое дело, если соединить фоточувствительные элементы параллельно. В этом

случае требуется только один измерительный канал. На рисунке 8 приведен прототип такого датчика. Он работает по схеме «на отражение». Светодиод располагается в центре, а фототранзисторы по краям. Датчик может использоваться для регистрации пульсограммы с фаланги пальца или запястья. Печатная плата разведена так, чтобы иметь возможность подключать фототранзисторы в многоканальный или одноканальный варианты.

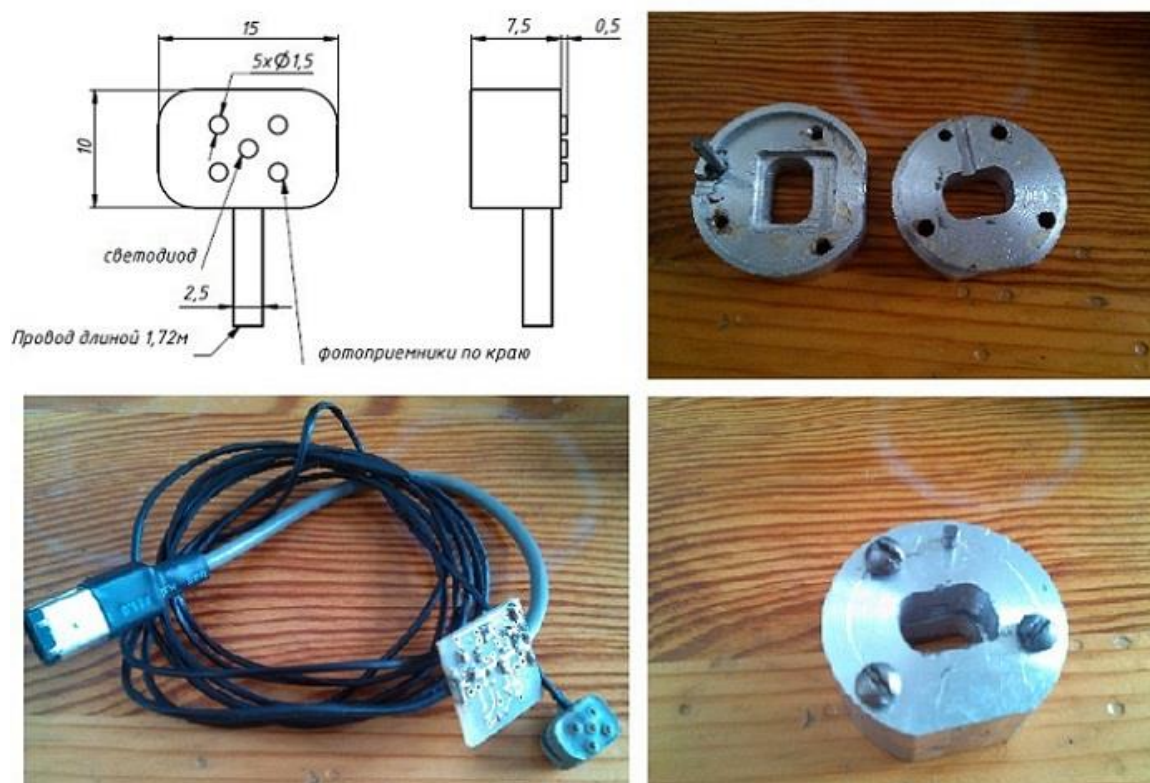


Рисунок 8. - Компаудирование

Для лучшей фиксации фотоэлементов поверхность печатной платы может быть залита компаундом. Для заливки изготавливается специальная форма, которая также представлена на рисунке. Чтобы компаунд не прилипал к форме, ее изготавливают из фторопласта. Если форму выполнить из другого материала, например из металла, то перед заливкой компаунда ее следует смазать специальным составом. Если такого состава нет в наличии, подойдет обычный вазелин. Следует также внимательно подходить к выбору

компаунда, так как неправильно выбранный состав может деформировать элементы при отверждении.

Кроме фиксации, компаунд выполняет роль светофильтра. Для этой цели подходят эпоксидные компаунды с красителями. Например, может использоваться компаунд «Эпоксикон».

Альтернативу компаундам могут составить твердые светофильтры. Они вплотную прилегают к печатной плате, а для светодиодов и фототранзисторов выполняются пазы фрезой или лазером. На рисунке 9 изображен датчик с элементами, закрытыми отфрезерованной пластиной.

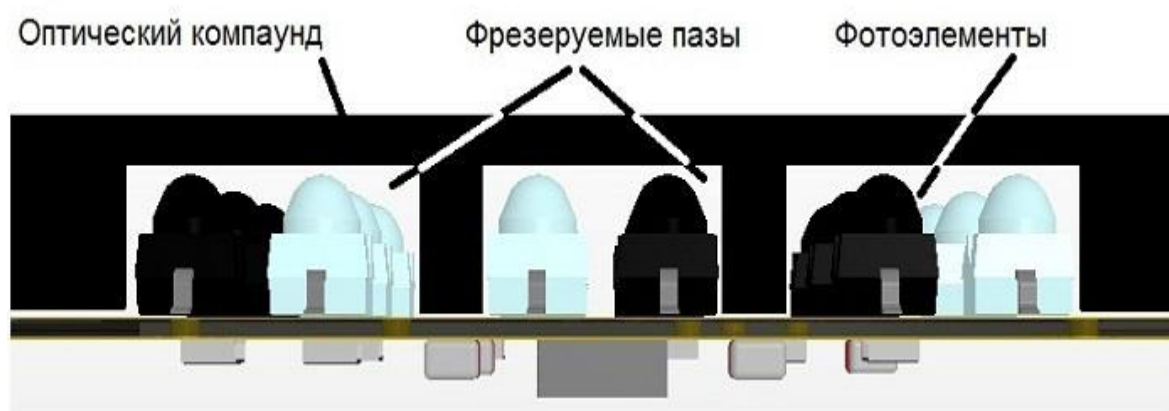


Рисунок 9 – Твердые светофильтры

Наличие светофильтра позволяет минимизировать артефакты, создаваемые внешними источниками света. На рисунке 10 представлен вид оптических компаундов до отверждения и после.

Для регистрации пульсовой волны используются фоточувствительные элементы – фотодиоды или фототранзисторы. В этом параграфе речь идет только о фототранзисторах, потому что уже ранее уже проводились исследования в данном направлении и имелись в наличии транзисторные сенсоры (клипсы, прищепки и напалечники), а также были наработанные схемотехнические решения. Использование диодов при этом ничуть не хуже и повсеместно применяется в различных приложениях, например, в распространённых медицинских датчиках стандарта Nellcor.

При выборе фототранзисторов и светодиодов в первую очередь следует обращать внимание на следующие характеристики:

1. длину волны (максимум спектральной характеристики) [нм];
2. угол половинной яркости для светодиодов и угол охвата для фототранзисторов [град.];
3. интенсивность излучения [мВт/ср] для светодиодов и чувствительность для фототранзисторов [мА/(мВт/см²)];
4. номинальный ток фототранзистора и светодиода [мА];
5. темновой ток фототранзистора [мА];
6. наличие встроенных в корпус линз и светофильтров.

Для измерения пульса лучше всего подходят длины волн, которые сильнее всего поглощаются кровью. Это волны, соответствующие зеленому цвету 530 нм. Так же используются красный и инфракрасный диапазоны.

При выборе фотоэлементов следует обращать внимание на наличие линз и светофильтров, которые позволяют достичь желаемого угла половинной яркости и охвата, а, значит, быть менее чувствительным к излучению от других источников. Встроенные фильтры позволяют работать только в выбранном спектральном диапазоне. Если выбрать светодиод с большим углом половинной яркости и фототранзистор с большим углом охвата, то свет будет проходить, минуя поверхность кожи. Это приведет к ухудшению измерительного диапазона и световой поток, модулируемый пульсовой волной, практически не будет влиять на выходной сигнал измерительной схемы. Эта ситуация проиллюстрирована на следующем рисунке 10.

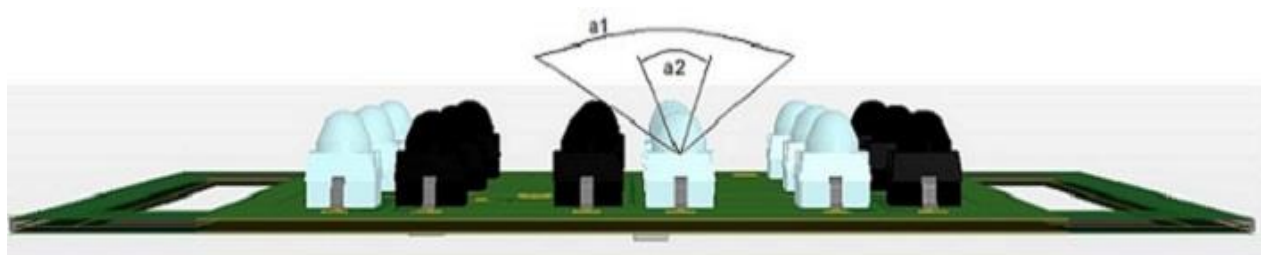


Рисунок 10 – Желаемый угол фотоэлемента

Угол α_2 является допустимым, а угол α_1 слишком велик для того чтобы использовать светодиод с таким углом в устройстве измерения пульса. Этот пример относится к случаю измерения пульса «на отражение». Выбор светодиода с большим углом половинной яркости в устройствах, работающих «на просвет» приведет к тому, что большая мощность излучения будет проходить мимо фотоприемника. Это нежелательно, особенно в мобильных устройствах.

Также следует обращать внимание на интенсивность излучения светодиода, измеряемую в милливаттах настерадиан [мВт/ср]. В документах на светодиоды она указывается обычно при токах 20, 100 и 1000 мА. Для экономии электроэнергии лучше выбирать светодиоды, у которых эта характеристика выше при одном и том же потребляемом токе. Следует обращать внимание на величину фотоэлектрического тока фототранзистора, чем больше ее значение, тем лучше. Последние две характеристики связаны между собой. В результате, уровень минимально ожидаемого сигнала должен быть хотя бы в несколько раз выше ожидаемого уровня шумов в измерительном устройстве. Сравнительный анализ транзисторов диодов приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение транзисторов диодов

Марка -транзистора -диода	Угол охвата и угол половинной яркости [град]	Длина волны [нм]	Интенсивность излучения [мВт/ср] при токе 20мА (для светодиодов)	Фотоэлектрический ток [мА] при 1 мВт на см ² (для фототранзистора)
VEMT2020X01 VSMB2020X01	±15 ±12	830-950 940	8	6
PT100MF0MP1 GL100MD1MP1	±15 ±80	910 940	0,3	2
TEMT7000X01 VSMB1940X01	±60 ±60	830-950 940	1,2	0,45
OP571 OP271	±25 ±25	910 890	1,5	0,5
SD1440 SE1470	±12 ±12	880 880	-	0,14

Светодиоды и фототранзисторы часто продаются парами, подходящими друг к другу конструктивно и по спектральным характеристикам. В таблице приведены характеристики нескольких пар светодиодов и фототранзисторов. Пары в строчках 2 и 3 не подходят для использования в пульсометрах из-за большого угла и низкой мощности излучения. Пары 1, 4 и 5 подходят, причем первая пара подходит лучше всего. Это было подтверждено испытаниями. При прочих равных условиях лучший сигнал пульсограммы снимался при использовании первой пары. Нужно отметить, что если между светодиодом и фототранзистором поставить непрозрачную преграду, то угол излучения и чувствительности будут не так сильно влиять на качество измерения пульса.

2.2 Температурный датчик

Для оценки положения головы человека в пространстве и уровня её температуры можно использовать температурный датчик. Исследование показало, что лучше его крепить на уровне головы, а не на руле, так как разные водители используют различные манеры удержания руля, как видно из рисунка 11.



Рисунок 11 - Типы удержания руля во время вождения

В таком случае необходимо крепление температурных датчиков в месте соприкосновения рук и руля, что тяжело предсказать, либо производить монтаж по всей поверхности руля, что приводит к дополнительным тратам и удорожанию конструкции.

Рассмотрим бесконтактный датчик температуры MLX90614.

Это инфракрасный датчик, позволяющий определять температуру бесконтактным методом. Такой датчик позволяет практически моментально считывать температуру тела, измеряя инфракрасное излучение объекта. Рассмотрим принцип действия температурного датчика Vascom-AVR.



Рисунок 12 - бесконтактный датчик температуры MLX90614

Для начала разберемся с тем, какие модификации датчика существуют. Во-первых, они различаются по напряжению питания, бывают 3-х и 5-и вольтовые версии.

Во-вторых, различаются количеством сенсоров внутри датчика: бывают с одним сенсором и двумя:

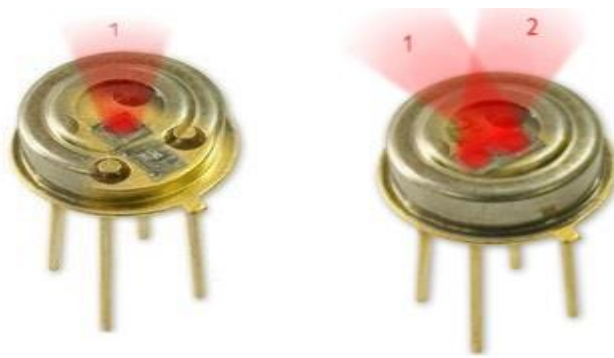


Рисунок 13 – Отличия датчиков по количеству сенсоров

Также есть версия датчика, в которой два сенсора, но показания с них суммируются и усредняются.

Третье различие в угле обзора. Бывают, как на рисунке 13, с открытым окном, у которых угол обзора стремится к 180°. А есть версии с уменьшенным до 35°, 10° и 5° углом. Датчик с углом обзора 10 имеет на корпусе запрессованную черную трубку, обрезающую часть обзора. Все датчики подключаются по стандартному интерфейсу I2C.

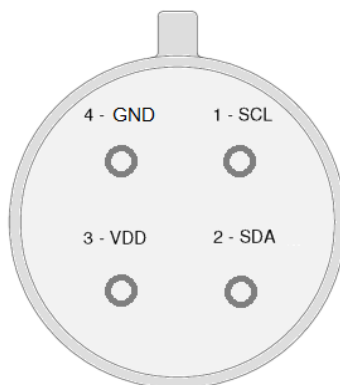


Рисунок 14 - Распиновка со стороны ножек.

На шине I2C датчик имеет настраиваемый адрес, по умолчанию отзывается на `&hB4` (`&b10110100`). Для считывания температуры измеряемого объекта нужно обратиться по адресу `&h07` (`&b00000111`) для первого сенсора, и `&h08` (`&b00001000`) для второго (если датчик имеет два отдельных сенсора).

Для предлагаемого варианта, два сенсора объединены, показания считываются только с первого сенсора. Также датчик может измерить

собственную температуру, ее значение хранится по адресу &h06 (&b000000110)

Предел температур для измеряемого объекта составляет $-70 \div 380$ °C, а для самого датчика $-40 \div 125$ °C.

Данные в датчике хранятся в необработанном виде и занимают два байта, поэтому для перевода их в градусы Цельсия необходимо преобразование: поделить значение на 50 и затем вычесть из результата 273,15. Еще нужно учитывать одну особенность - датчик сперва отправляет младший байт, а затем старший. Поэтому полученные данные перед преобразованием приходится "переворачивать".

Собранная схема на микроконтроллере ATmega8 выводит показания на ЖК дисплей. Датчик в пятивольтовой версии, поэтому никаких преобразователей между ним и схемой не нужно. Только подтяжка резисторами к плюсу согласно стандарту протокола I2C.

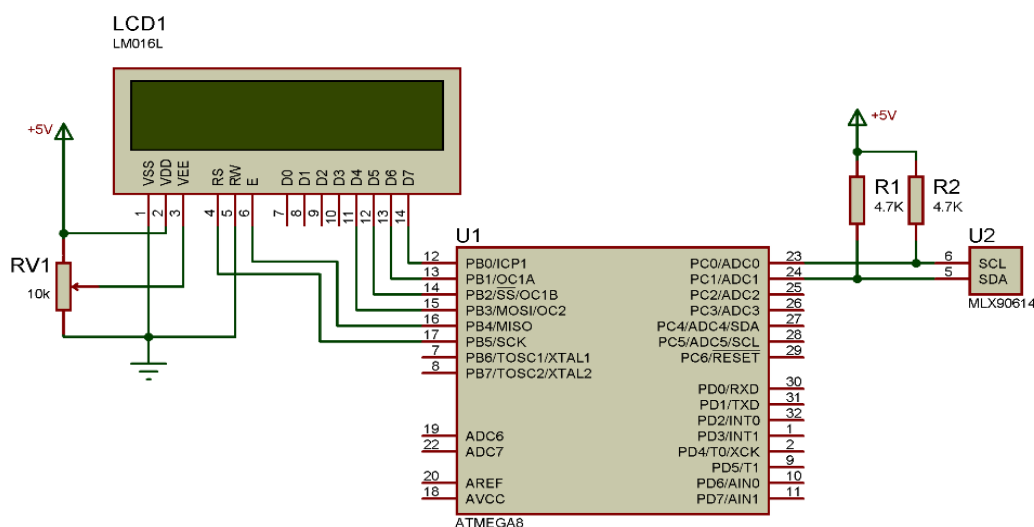


Рисунок 15 - Схема на микроконтроллере ATmega8

Для работоспособности устройства необходима Программа в Bascom-AVR, которая так же устанавливается на смартфон.

Программа выводит на дисплей две температуры.

На рисунке 16 показана погрешность датчика в зависимости от внешних факторов.

Для более точного измерения температуры, датчик нужно подносить как можно ближе, чтобы объект перекрывал весь угол обзора датчика.

Результатом проведенного исследования должна стать система мониторинга состояния водителя автомобиля, которая состоит из двух датчиков, один из них снимает показания пульса (сделан в виде браслета), а другой температуру тела человека (сделан в виде прищепки на зеркале заднего вида) и передает данные на смартфон посредством установки программного обеспечения.

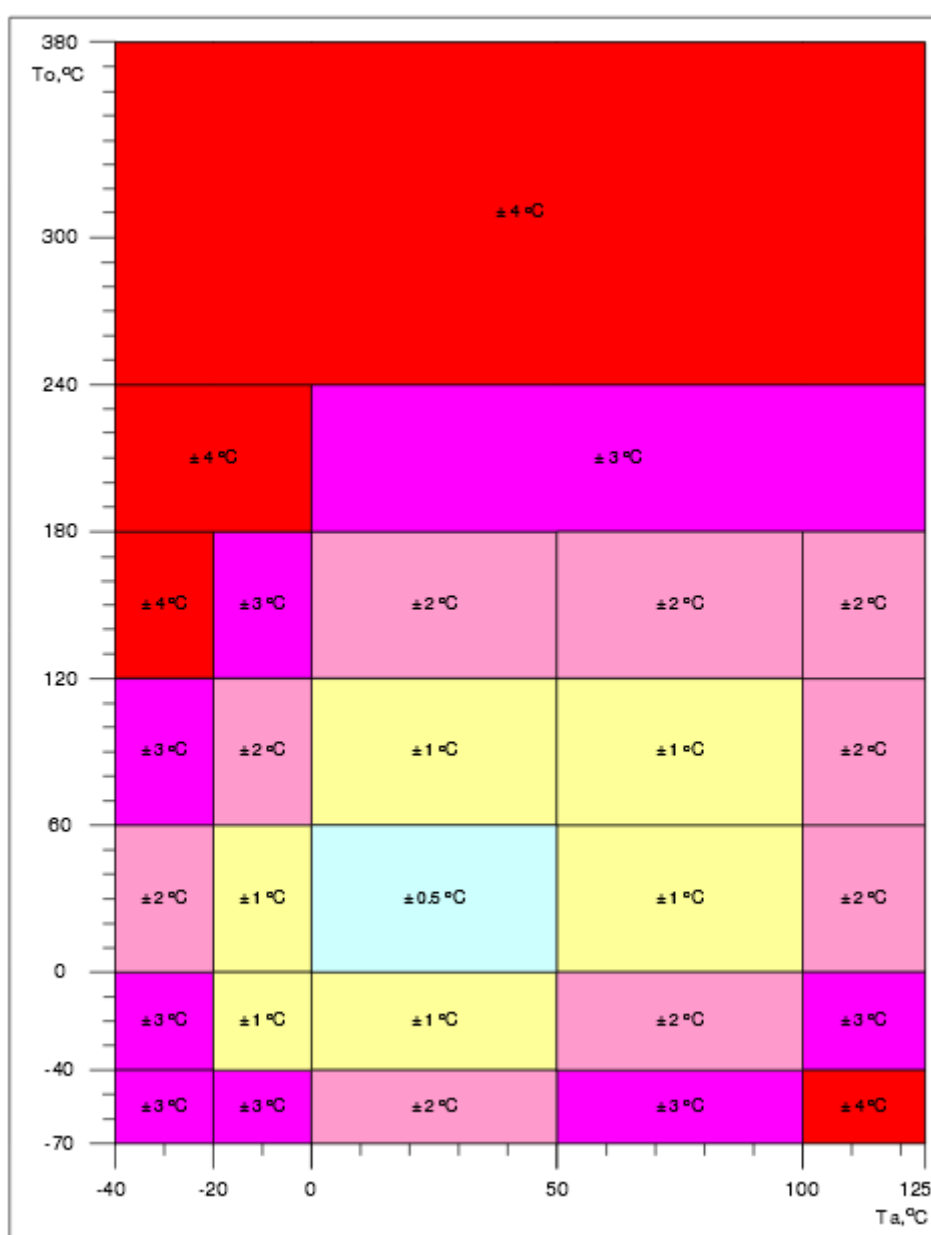


Рисунок 16 – Погрешность датчика температуры. T_o - измеряемая температура объекта, T_a - температура окружающей среды.

Системы мониторинга состояния водителя с помощью планшета/смартфона выдает предупреждающие звуковые сигналы, при устойчивой динамике функционального состояния водителя в направлении к снижению уровню бодрствования (релаксации).

Самые лучшие системы, но и самые дорогостоящие, те, что при наступлении утомления у водителя, берут управление на себя.

Широкому кругу пользователей доступны системы на основе пульсометра, они более дешевые и могут только предупредить водителя, об опасности, но и этого бывает достаточно, чтоб предупредить серьёзное ДТП.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3- 1Б21	Панин Руслан Юрьевич

Институт	ИнЭо	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Бакалавр	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	87273, 87 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	...-
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	...30,2%

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	87273, 87 руб.
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 кафедры менеджмента	Фигурко Аркадий Альбертович	к.э.н., доцент		08.02.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Б21	Панин Руслан Юрьевич		

3 Экономическая часть

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления системы мониторинга водителя автомобиля

С целью анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления система мониторинга состояния водителя был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

Анализ рынка показал, что данные системы разрабатываются в основном автогигантами и монтируются на заводе-изготовителе.

На территории РФ и СНГ рынок данных системы представлен всего 5 производителями занимающимися мелкосерийным производством.

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбраны: отрасль («приборостроение»), выпускаемая продукция (система мониторинга состояния водителя), 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 основаны на удешевлении технологического процесса изготовления системы мониторинга состояния водителя 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», так и постоянного монтажа и подключения к общей системе мониторинга «Глонасс»

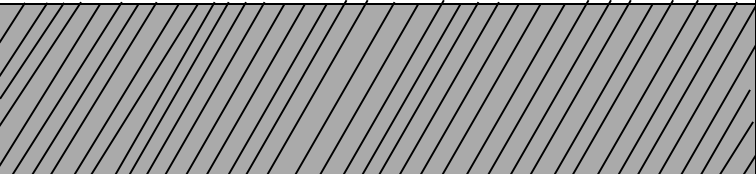
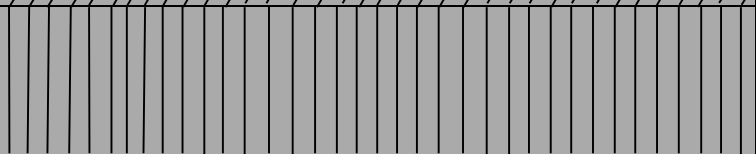
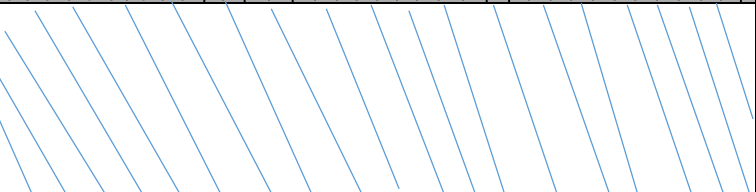
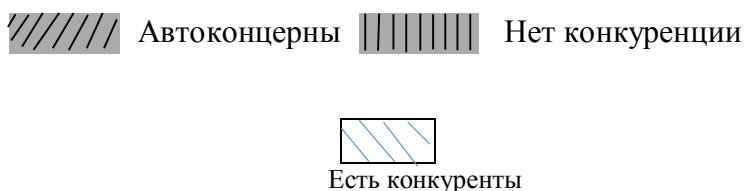
		Предложенные на рынке систем мониторинга водителя
<i>Производство системы</i>	Крупносерийное	
	Среднесерийное	
	Мелкосерийное	

Рисунок 17 - Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления»:



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

3.1.2. Определение качества технологического процесса изготовления системы мониторинга состояния водителя и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD.

Таблица 2 - 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
Показатели оценки качества разработки					
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
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
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
Итого	1				0,7895

Значение $P_{ср}$ 78,95 показывает, что перспективность технологического процесса изготовления система мониторинга состояния водителя на рынке выше среднего.

3.1.3 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления система мониторинга состояния водителя 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 3.

Таблица 3 - Матрица SWOT

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

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

С - сильные стороны проекта;

Сл - слабые стороны проекта;

В - возможности;

У - угрозы;

«+» - сильное соответствие;

«-» - 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	+	+	+	+	-
	B2	+	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	+
	B4	+	+	-	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	+	+	-	-	-
	B3	-	+	-	-	-
	B4	-	+	-	-	-

Таблица 4. - Интерактивная матрица угроз

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

3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Таблица 5 - Морфологическая матрица для системы мониторинга состояния водителя

	1	2	3	4
А. Устройство вывода информации	Дисплей в автомобиле	Дисплей оператора	Без дисплея	Два дисплея
Б. Анализ движения машины	Датчик на рулевой рейке	Датчик на осях	Нет датчика	Два датчика
В. Анализ сердечного ритма	Датчик на ремне	Датчик на часах напульснике	Беспроводной датчик прищепка	Комплект датчиков
Г. Анализ силы обхвата руля	Датчик на рулевом колесе	Датчик в перчатках	Комплект датчиков	Датчик в оплетке руля
Д. Датчик обзора дороги	Датчик в противобликовых очках - хамелеонах	Датчик на стекле автомобиля	Комплект датчиков	Датчик в зеркале заднего вида
Е. Средство воздействия на водителя	Нарастающая вибрация в датчиках на теле	Звонок оператора на мобильный	Звуковой сигнал с устройства	Вибрация сиденья

Анализ показал, что система не может обойтись без следующих элементов: анализатора сердечного ритма, анализатора обхвата руля, датчика обзора дороги и устройства воздействия на водителя

Анализ показал, что наиболее дорогостоящим будет полный комплект :

А4, Б4, В4, Г3, Д3, Е2

Бюджетная модель состоит из следующих показателей: А3, Б3, один из анализаторов деятельности на выбор, но оптимально либо В2, либо Д1, Е3

3.3 Планирование научно-исследовательской работы

3.3.1 Структура работы в рамках научного исследования

Таблица 6 - 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 по НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер (дипломник)
	17	Оформление патента на способ производства	Инженер (дипломник)
	18	Размещение рекламы	Инженер (дипломник)

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.

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

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

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

$t_{\text{min}i}$ – 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.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1 работы составило:

$$t_{\text{ож}1} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2 работы составило:

$$t_{\text{ож}2} = \frac{3*10 + 2*20}{5} = 14 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3 работы составило:

$$t_{\text{ож}3} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4 работы $t_{\text{ож}4}$ составило:

$$t_{\text{ож}4} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5 работы составило:

$$t_{\text{ож}5} = \frac{3 * 30 + 2 * 50}{5} = 38 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6 работы составило:

$$t_{\text{ож}6} = \frac{3 * 20 + 2 * 30}{5} = 24 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7 работы составило:

$$t_{\text{ож}7} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8 работы составило:

$$t_{\text{ож}8} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9 работы составило:

$$t_{\text{ож}9} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 10 работы составило:

$$t_{\text{ож}10} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 11 работы составило:

$$t_{\text{ож}11} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 12 работы составило:

$$t_{\text{ож}12} = \frac{3*7 + 2*14}{5} = 9,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 13 работы составило:

$$t_{\text{ож}13} = \frac{3*3 + 2*5}{5} = 3,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 14 работы составило:

$$t_{\text{ож}14} = \frac{3*7 + 2*14}{5} = 9,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 15 работы составило:

$$t_{\text{ож}15} = \frac{3*5 + 2*10}{5} = 7 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 16 работы составило:

$$t_{\text{ож}16} = \frac{3*30 + 2*40}{5} = 34 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 17 работы составило:

$$t_{\text{ож}17} = \frac{3*328 + 2*413}{5} = 362 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 18 работы составило:

$$t_{\text{ож}18} = \frac{3*3 + 2*5}{5} = 3,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

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.

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1 работы:

$$T_{p_1} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 2 работы:

$$T_{p_2} = \frac{14}{1} = 14$$

Продолжительность 3 работы:

$$T_{p_3} = \frac{1,4}{2} = 0,7$$

Продолжительность 4 работы:

$$T_{p_4} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 5 работы:

$$T_{p_5} = \frac{38}{1} = 38$$

Продолжительность 6 работы:

$$T_{p_6} = \frac{24}{1} = 24$$

Продолжительность 7 работы:

$$T_{p_7} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 8 работы:

$$T_{p_8} = \frac{2,4}{1} = 2,4$$

Продолжительность 9 работы:

$$T_{p_9} = \frac{1,4}{2} = 0,7$$

Продолжительность 10 работы:

$$T_{P_{10}} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 11 работы:

$$T_{P_{11}} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 12 работы:

$$T_{P_{12}} = \frac{9,8}{1} = 9,8$$

Продолжительность 13 работы:

$$T_{P_{13}} = \frac{3,8}{1} = 3,8$$

Продолжительность 14 работы:

$$T_{P_{14}} = \frac{9,8}{1} = 9,8$$

Продолжительность 15 работы:

$$T_{P_{15}} = \frac{7}{1} = 7$$

Продолжительность 16 работы:

$$T_{P_{16}} = \frac{34}{1} = 34$$

Продолжительность 17 работы:

$$T_{P_{17}} = \frac{362}{1} = 362$$

Продолжительность 18 работы:

$$T_{P_{18}} = \frac{3,8}{1} = 3,8$$

3.3.3 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:

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

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{k1} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{k2} = 14 \cdot 1,48 = 21$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{k3} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{k4} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{k5} = 38 \cdot 1,48 = 56$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{k6} = 24 \cdot 1,48 = 36$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{к7} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 2,4 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях

$$T_{к10} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 11-й работы в календарных днях

$$T_{к11} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 12-й работы в календарных днях

$$T_{к12} = 9,8 \cdot 1,48 = 15$$

Продолжительность выполнения 13-й работы в календарных днях

$$T_{к13} = 3,8 \cdot 1,48 = 6$$

Продолжительность выполнения 14-й работы в календарных днях

$$T_{к14} = 9,8 \cdot 1,48 = 15$$

Продолжительность выполнения 15-й работы в календарных днях

$$T_{к15} = 7 \cdot 1,48 = 10$$

Продолжительность выполнения 16-й работы в календарных днях

$$T_{к16} = 34 \cdot 1,48 = 50$$

Продолжительность выполнения 17-й работы в календарных днях

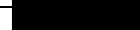
$$T_{к17} = 362 \cdot 1,48 = 536$$

Продолжительность выполнения 18-й работы в календарных днях

$$T_{к18} = 3,8 \cdot 1,48 = 6$$

На основе полученных данных составим Календарный план-график

Таблица 7 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ раб от	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составлени е ТЗ	Руководитель	4													
2	Изучение литературы	Инженер (дипломник)	28													
3	Патентный поиск	Инженер (дипломник)	6													
4	Выбор напр. исслед.	Руков., инж.	4													
																
...			...													
			34													
			50													
<i>i</i>			12													

■ – руководитель

■ – инженер

3.3.4 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 8 - Материальные затраты

Наименование затрат	Сумма, руб.
Бумага	600
Канцелярские товары	350
Флеш-карта	800
Итого	1750

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: $Д_1$ - доплата за ученую степень, $Д_1 = 2200$;

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

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

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

Рассчитываем заработную плату труда каждого исполнителя за отработанное время:

$$ЗП_{н.р.} = (ЗП_{н.р.}^м / 21) \cdot n = (36128,95 / 21) \cdot 5 = 8602,13 \text{ руб.}$$

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

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

$$И_{з/п} = ЗП_{н.р.} + ЗП_{ин.} = 8602,13 + 44432,14 = 53034,27 \text{ руб.}$$

Итого затраты на оплату труда на реализацию проекта (45 дней) составили: 53034,27 рублей.

Отчисления на социальные нужды

В разделе «Отчисления на социальные нужды» отражаются обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования от элемента «Затраты на оплату труда» 30,2%.

$$И_{с.о.} = 0,302 \cdot 53034,27 = 16016,35 \text{ руб.}$$

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 9 - Потребность в оборудовании

Наименование оборудования	Количество, шт.	Сумма, руб
Монитор SAMSUNG S24C570HL	1	10000
Процессор INTEL PENTIUM	1	19000
Принтер Epson WorkForce Pro WP-4020	1	6000
Итого		35000

Общая стоимость оборудования 35000 рублей.

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

$I_{ам}$ – амортизация основных фондов;

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

T – количество дней в году;

Φ – стоимость компьютерной техники, тыс.руб.;

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

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

$$N_{ам} = 1/5 = 0,2$$

$$И_{ам} = (45/365) \cdot 35000 \cdot 0,2 = 863,01 \text{ руб.}$$

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.

$$И_{пр} = 10\% (\sum И)$$

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

$$И_{пр} = (1750 + 53034,27 + 15910,28 + 863,01) \cdot 0,1 = 7155,76 \text{ руб}$$

Накладные расходы

К разделу «Накладные» принимаем коэффициент 16%

$$И_{накл} = 2 \cdot И_{з/п} = 0,16 \cdot 53034,27 = 8454,48 \text{ руб.}$$

Себестоимость проекта

Расчет себестоимости проекта:

$$C_c = И_{м.з.} + И_{з/п} + И_{с/о} + И_{ам} + И_{пр} + И_{накл} =$$

$$= 1750 + 53034,27 + 16016,35 + 863,01 + 7155,76 + 8454,48 = 87273,87 \text{ руб.}$$

Смета затрат на выполнение проекта приведена в таблице 3.9

Таблица 10 - Смета затрат на реализацию проекта

Элементы текущих затрат	Сумма затрат, руб
1. Материальные затраты	1750
2. Затраты на оплату труда	53034,27
3. Отчисления на социальные нужды	16016,35
4. Амортизация основных фондов	863,01
5. Прочие затраты: налоги, сборы, отчисления во внебюджетные фонды, командировочные, оплата услуг связи, оплата электрической и тепловой энергии	7155,76
6. Накладные расходы	8454, 48
7. Сумма затраты на проект	87273, 87

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 11.

Таблица 11 - 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.