

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение
Кафедра точного приборостроения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Микроэлектромеханические системы в системах безопасности автотранспортных средств

УДК 62-799

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2В	Сайлаубаев Темирбек Кайратович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ТПС	Коледа Алексей Николаевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Вопросы технологии»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТПС	Гормаков А.Н.	к.т.н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры МЕН ИСГТ ТПУ	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Точного приборостроения	Бориков В.Н	Доктор технических наук		

Томск – 2016 г.

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 12.03.01
Уровень образования бакалавр
Кафедра точного приборостроения
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
13.11.2015	<i>Обзор литературы по теме</i>	20
09.02.2016	<i>Общие сведения о микроэлектромеханических системах</i>	20
21.04.2016	<i>Разработка двухступенного акселерометра, расчет и анализ конструкции</i>	20
19.05.2016	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	20
23.05.2016	<i>Социальная ответственность</i>	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ТПС	Коледа Алексей Николаевич			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Точного приборостроения	Бориков В.Н	Д.Т.Н.		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
ОК-1	Способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения, владение культурой мышления
ОК-2	Способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, создавать тексты профессионального назначения
ОК-3	Способность к работе в коллективе и кооперации с коллегами
ОК-4	Способность уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные различия
ОК-5	Способность находить организационно-управленческие решения в стандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность
ОК-6	Способность использовать нормативные правовые документы в своей деятельности
ОК-7	Способность к личностному развитию и повышению профессионального мастерства
ОК-8	Способность критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков
ОК-9	Осознание социальной значимости своей будущей профессии, высокая мотивация к выполнению профессиональной деятельности
ОК-10	Способность использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, способность анализировать социально значимые процессы и явления
ОК-11	Способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознание опасности и угроз, возникающих в этом процессе, соблюдение основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОК-12	Способность применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией
ОК-13	Способность использовать один из иностранных языков в общении и профессиональной деятельности на уровне не ниже

	разговорного
ОК-14	Способность предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности
ОК-15	Способность применять средства самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готовность к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
<i>Профессиональные компетенции</i>	
ПК-1	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-2	Способность собирать и анализировать научно-техническую информацию, учитывать современные тенденции развития и использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в профессиональной деятельности
ПК-3	Способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях
ПК-4	Способность проводить исследования, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ПК-5	Способность использовать системы стандартизации и сертификации, осознание значения метрологии в развитии техники и технологий
ПК-6	Способность применять современные программные средства для разработки и редакции проектно-конструкторской и технологической документации, владение элементами начертательной геометрии и инженерной графики
ПК-7	Способность рассчитывать и проектировать элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия
ПК-8	Готовность применять основные методы организации безопасности жизнедеятельности производственного персонала и населения, их защиты от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
ПК-9	Проектно-конструкторская деятельность: способность к анализу технического задания и задач проектирования приборов на основе изучения технической литературы и патентных источников
ПК-10	Способность участвовать в разработке функциональных и структурных схем приборов

ПК-11	Готовность проектировать и конструировать типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования
ПК-12	Способность проводить проектные расчеты и технико-экономическое обоснование конструкций приборов в соответствии с техническим заданием
ПК-13	Готовность составлять отдельные виды технической документации, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы
ПК-14	Способность участвовать в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов техники
ПК-15	Производственно-технологическая деятельность: способность участвовать в технологической подготовке производства приборов различного назначения и принципа действия
ПК-16	Готовность проводить экспериментальные исследования по анализу и оптимизации характеристик материалов, используемых в приборостроении
ПК-17	Способность разрабатывать технические задания на проектирование отдельных узлов приспособлений и оснастки, предусмотренных технологией
ПК-18	Способность обеспечить метрологическое сопровождение технологических процессов производства приборов и их элементов, использовать типовые методы контроля характеристик выпускаемой продукции и параметров технологических процессов
ПК-19	Готовность разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов и заготовок
ПК-20	Способность выбрать типовое оборудование и инструменты, а также предварительно оценить экономическую эффективность техпроцессов
ПК-21	Способность разрабатывать типовые технологические процессы технического обслуживания и ремонта приборов с использованием существующих методик
ПК-22	Научно-исследовательская деятельность: способность анализировать поставленные исследовательские задачи в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации
ПК-23	Способность выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований
ПК-24	Способность разрабатывать программы и их блоки, проводить их отладку и настройку для решения отдельных задач приборостроения

ПК-25	Способность проводить измерения и исследования по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов
ПК-26	Готовность составлять описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов, собирать данные для составления отчетов, обзоров и другой технической документации
ПК-27	Способность выполнять наладку, настройку и опытную проверку отдельных видов приборов и систем в лабораторных условиях и на объектах приборостроительного профиля
ПК-28	Организационно-управленческая деятельность: способность организовать работу малых коллективов исполнителей
ПК-29	Готовность устанавливать порядок выполнения работ и организовать маршруты технологического прохождения элементов и узлов приборов и систем при изготовлении
ПК-30	Способность планировать размещение технологического оборудования, техническое оснащение и организацию рабочих мест, расчет производственных мощностей и загрузку оборудования по действующим методикам и нормативам
ПК-31	Способность осуществлять технический контроль производства приборов, включая внедрение систем менеджмента качества
ПК-32	Способность контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК-33	Готовность использовать исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационно-управленческих решений на основе экономического анализа

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

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки (специальность) Приборостроение
 Кафедра точного приборостроения

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) _____
 (Дата) Бориков В.Н.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2В	Сайлаубаеву Темирбеку Кайратовичу

Тема работы:

Система стабилизации видеокамеры	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе: <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т.д.); вид сырья или материала изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта</i>	– МЭМС акселерометр; – габаритные размеры акселерометра, не более 2х2х0,5 мм; – измерение ускорения вдоль осей X и Y; – максимально измеряемое ускорение 8g; – материал сенсора - монокристаллический кремний.
---	--

или изделий в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ т.д.)	
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью достижений мировой науки техники в рассмотрении области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)	– Обзор систем безопасности автомобилей использующих МЭМС сенсоры; – Изучение принципов работы МЭМС акселерометров; – Разработка конструкции акселерометра; – Определение собственных частот и форм колебаний МЭМС сенсора; - Выбор типа гребенчатых структур, используемых для снятия полезного сигнала; - Определение емкостей гребенчатых структур; - Комплект конструкторской документации на МЭМС акселерометр.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Раздел «Вопросы технологии»	Коледа Алексей Николаевич
Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Николаенко Валентин Сергеевич
Раздел «Социальная ответственность»	Мезенцева Ирина Леонидовна

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ТПС	Коледа Алексей Николаевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2В	Сайлаубаев Темирбек Кайратович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2В	Сайлаубаеву Темирбеку Кайратовичу

Институт	неразрушающего контроля	Кафедра	точного приборостроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.01 Приборостроение

Исходные данные к разделу «Вопросы технологии»:

1. Годовая программа выпуска или размер партии	Подготовка документации, для изготовления тестовой партии двухступенного МЭМС акселерометра.
2. Конструкторская документация на изделия	– стандартами системы безопасности труда (ССБТ); – «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ); – «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ); – «Санитарными правилами организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию» (СанПин № 11-04-74); – «Перечнем регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» (СанПин № 11-19-94); – Инструкция по охране труда;
3. ГОСТы, стандарты, нормали, справочники	ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. ПР 50.2.006-94 Правила по метрологии. Порядок проведения поверки средств измерений. ГОСТ ИСО 14644-1-2002 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды». Часть 1. Классификация чистоты воздуха.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Разработка технологического процесса изготовления двухступенного МЭМС акселерометра	
---	--

Перечень разработанной документации (с точным указанием обязательных чертежей):

Карта технологичного процесса изготовления двухступенного МЭМС акселерометра Чертеж общего вида двухступенного МЭМС акселерометра.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТПС	Гормаков А.Н.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2В	Сайлаубаев Темирбек Кайратович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 86 страница, 50 рисунков, 10 таблиц, 26 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: акселерометр, микроэлектромеханические системы, система безопасности, подушка безопасности.

Объектом исследования являются микроэлектромеханические акселерометры в системах безопасности автотранспортных средств.

Цель: разработка двухступенного микромеханического акселерометра, предназначенного для систем безопасности автотранспортных средств.

В результате исследования проводились:

- Изучение используемых МЭМС акселерометров;
- изучение принципов работы МЭМС акселерометров;
- расчет динамических характеристик модели акселерометра;
- разработка конструкции.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Микроэлектромеханические системы (МЭМС): устройства микросистемой техники, выполненные по технологии объёмной микромеханики, сформированные путём локального вытравливания подложки, легирования, нанесения на неё материала и т. д.

Акселерометр: прибор, измеряющий проекцию кажущегося ускорения. Как правило, акселерометр представляет собой чувствительную массу, закреплённую в упругом подвесе.

Датчик: средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Система: множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство.

Безопасность: условия, в которых находится объект, когда действие внешних и внутренних факторов не влечёт действий, считающихся отрицательными по отношению к данному объекту в соответствии с существующими на данном этапе потребностями, знаниями и представлениями.

Сокращения

МЭМС – микроэлектромеханические системы

VDC – Vehicle Dynamic Control (динамический контроль транспортного средства)

GPS – Global Positioning System (спутниковая система навигации)

ИИУ – инерционный измерительный узел

ДТП – дорожно транспортное происшествие

КНИ – кремний на изоляторе

Оглавление

Реферат.....	10
Введение	14
1. Обзор литературы.....	16
1.1 Микроэлектромеханические системы	16
1.2 Аварийные сенсоры для контроля подушек безопасности	18
1.3 Динамический контроль транспортного средства	20
1.4 Обнаружение при опрокидывании автомобиля	21
1.5 Противоугонные системы.....	23
1.6 Электронные системы парковочного тормоза (парктроник тормозной системы).....	23
1.7 Навигационные системы транспортного средства.....	24
1.8 Кластерные датчики	24
2. Разработка двухстепенного микромеханического гироскопа.....	27
2.1 Анализ и выбор типа акселерометра	27
2.2 Функциональная схема МЭМС акселерометра.	29
2.2 Уравнение движения двухстепенного микромеханического акселерометра	30
2.3 Частотный анализ конструкции	34
2.4 Статический анализ конструкции	38
2.5 Анализ чувствительности гребенок акселерометра.....	43
3. Технология изготовления двухстепенного акселерометра	53
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	61
4.1 Анализ конкурентных решений. Технология QuaD	61
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	62

4.3 Бюджет научно-технического исследования	64
5. Социальная ответственность	69
5.1 Производственная безопасность	69
5.2 Экологическая безопасность	73
5.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	73
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	74
Заключение	76
Список использованных источников	77
Приложение А. Чертеж общего вида двухступенного МЭМС акселерометра....	80
Приложение Б. Карта технологичного процесса изготовления двухступенного МЭМС акселерометра	82

Введение

По мнению большинства инженеров как современные, так и передовые, микроэлектромеханические системы (МЭМС) были использованы в автомобильной промышленности, для того, чтобы улучшить производительность, уменьшить стоимость и увеличить надежность автомобиля. Фактически, за прошлое десятилетие в автомобилях использовались сотни миллионов датчиков МЭМС.

Быстрое увеличение количества инерционных датчиков МЭМС в автомобилях заставляет инженеров, разрабатывающих автомобили, заново продумать автономную архитектуру датчика в пользу сенсорных групп. Как только инерционная информация будет доступна, дополнительные функции будут ограничены только воображением проектировщиков.

Многие из этих датчиков (например, датчики давления МЭМС) просто заменяют старые технологии более дешевыми и надежными устройствами. Использование разнообразных МЭМС датчиков в автомобилестроении позволило существенно увеличить безопасность водителя и пассажиров. В данной курсовой работе я исследую использование датчиков МЭМС в автомобилестроении. Многие применения датчиков Вам уже известны, потому что они стали повсеместными в автомобилях. Некоторые функции сначала появляются в дорогостоящих моделях, но предназначены для того, чтобы стать стандартным оборудованием.

Целью данной работы является разработка двухступенного микромеханического акселерометра, предназначенного для систем безопасности автотранспортных средств.

Объект исследования: микроэлектромеханические акселерометры в системах безопасности автотранспортных средств.

Предмет исследования: микромеханический акселерометр.

В задачи исследования входят:

- 1) изучение используемых МЭМС акселерометров;
- 2) изучение принципов работы МЭМС акселерометров;

- 3) расчет динамических характеристик модели акселерометра ;
- 4) разработка конструкции.

1. Обзор литературы

1.1 Микроэлектромеханические системы

Микроэлектромеханические системы или сокращённо МЭМС представляют собой устройства микросистемой техники, выполненные по технологии объёмной микромеханики, сформированные путём локального вытравливания подложки, легирования, нанесения на неё материала и т. д. Подложки, как правило, изготавливаются из кремния благодаря его превосходным электрическим, механическим и тепловым свойствам. Размеры МЭМС лежат в диапазоне от 1 микрона до нескольких миллиметров, в зависимости от мощности, области применения, наличия встроенных схем обработки и количества элементов.

Основные преимущества:

- Миниатюрность;
- Высокая функциональность;
- Надёжность;
- Малое энергопотребление;
- Возможность интеграции электроники с механическими, оптическими и прочими узлами;
- Малый разброс параметров в пределах одной партии изделий;
- Высокая технологичность и повторяемость;
- Возможность достичь очень низкую стоимость (при больших или очень больших объёмах производства).

Применение МЭМС технологий позволяет получать микромеханические и оптические узлы значительно меньших размеров, чем это возможно по традиционным технологиям. Идея изготовления сенсоров и обрабатывающих схем в одном устройстве даёт прекрасную возможность создавать готовые, достаточно высокой сложности изделия в едином, относительно небольшом корпусе, что является выгодным разработчикам конечных устройств, поскольку позволяет выполнять проект на основе готовых решений на уровне законченных функциональных модулей. Так же преимуществом МЭМС

является электронная часть, и электрические соединения с датчиками и механизмами, выполненные по интегральной технологии и имеющие малые размеры, поскольку они позволяют улучшить такие характеристики, как рабочие частоты, соотношение сигнал/шум и т. п. Применение МЭМС уменьшает стоимость как механической, так и электронной частей устройства, поскольку обрабатывающая электроника и МЭМС интегрированы в единой подложке, что позволяет избежать дополнительных соединений и, в некоторых случаях, применения согласующих схем [1].

Применение:

- Военная техника;
- Космические аппараты;
- Автомобилестроение;
- Медицина;
- Наука;
- Промышленность;
- Мобильные устройства;
- Бытовая техника.

На сегодняшний день МЭМС технологии крупно используют в системах безопасности автотранспортных средств.

Система безопасности автомобиля включает в себя два направления: активное и пассивное. К пассивной системе безопасности относится разработка дизайна и технические решения в оформлении конструкции автомобиля, которое сводит к минимуму последствия автомобильной катастрофы для человека. Так же элементы кузова, которые поглощают часть энергии при столкновении, и смягчающие, без острых углов фрагменты интерьера, и ремни безопасности.

1.2 Аварийные сенсоры для контроля подушек безопасности

Подушка безопасности – это мешок из тонкой ткани, в большинстве случаев – из нейлона.

На сегодняшний день, инерционные датчики МЭМС получили самое большое применение в аварийных сенсорах автомобилей для контроля подушек безопасности. В этом случае акселерометр непрерывно измеряет ускорение автомобиля. Когда этот параметр идет вне предопределенного порога, микроконтроллер вычисляет интеграл ускорения, чтобы определить, произошло ли большое изменение в скорости. Если произошло изменение в скорости, подушка безопасности будет запущена. Решение запустить передние подушки безопасности должно быть принято в десятках миллисекунды; решение запустить боковые подушки безопасности должно быть принято еще быстрее, потому что автомобильная дверь находится ближе к водителю и пассажирам, чем руль или приборная панель. Реакция происходит настолько молниеносно, что происходит буквально взрыв. Чтобы полностью раскрыть мешок, надо всего лишь 30-50 миллисекунд, а скорость выстрела подушки доходит до 322 км/ч. «Поймав» водителя, она за несколько секунд сдувается. Газ выходит через микроскопические отверстия, чтобы человек снова мог передвигаться.

Приблизительно 15 - 20 лет назад, когда подушки безопасности только появились в автомобилях, производители подушек безопасности полагались на g выключатель (инерционный выключатель, составленный из контакта, шара, и пружины, размещенной в цилиндрическом вложении). Эти выключатели не дают большую информацию об ускорении, они просто обеспечивают сигнал включения - выключения, говоря Вам, что ускорение выше или ниже нужного предела. В результате управляющий модуль подушки безопасности центральной консоли требует, чтобы несколько выключателей (обычно три - семь) решили, является ли ускорение результатом дорожной грубости или же катастрофы. Проводка g выключателей по периметру автомобиля увеличила их

стоимость и уменьшила их надежность. Срок службы g выключателей оставляет желать лучшего.

Внедрение МЭМС акселерометров фактически устранило использование g выключателей как основной датчик ускорения в модулях подушек безопасности. Поскольку МЭМС акселерометр получает непрерывное (аналоговое) измерение, Вы можете заменить g выключатели одним устройством МЭМС в центральной консоли. Достигнутое увеличение надежности, и сокращение стоимости систем подушек безопасности помогло вызвать почти универсальное использование в автомобилях. Большой плюс МЭМС акселерометров в том, что они могут выполнить надежное самотестирование, позволив процессору модуля подушек безопасности определить, надежны ли данные датчики или модуль подушки безопасности требует доработки.

МЭМС акселерометры обычно управляют боковыми подушками безопасности. Так как решение запуска должно быть принято быстро, нет никакого времени, чтобы ждать распространения сигнала через шасси автомобиля, таким образом, датчик должен быть помещен рядом с подушкой безопасности.

Передние датчики столкновения, помещены только позади переднего бампера, и встраиваются только к некоторым моделям, чтобы помочь определить серьезность лобового столкновения. Ускорение переднего датчика сравнивается с микроконтроллером акселерометра, позволяя микроконтроллеру подушек безопасности смоделировать уровень инфляции подушек безопасности, чтобы соответствовать уровню замедления автомобиля.

1.3 Динамический контроль транспортного средства

Системы динамического контроля транспортного средства (VDC) помогают водителю восстановить управление автомобилем, на случай если автомобиль начало заносить. Если VDC работает надлежащим образом, то водитель может не заметить вмешательство системы.

До появления МЭМС гироскопов и акселерометров, использование системы VDC для обычных легковых автомобилей было непрактично. Обычные гироскопы и акселерометры добавили бы тысячи долларов к стоимости автомобиля. Действительно, ведь обычные гироскопы, построенные с вращающимися массами и тензодатчиками. Вероятно то, что они не удовлетворили бы потребности автомобильного рынка в ближайшее десятилетие. Ведь даже гироскопы МЭМС едва справляются с этими задачами.

Типичный МЭМС гироскоп использует кварцевый камертон. Вибрация камертона, вместе с угловым вращением (угловой скоростью рыскания автомобиля), создает ускорение Кориолиса на камертоне. Акселерометр или тензодатчик прикрепленный к камертону измеряет минутную силу Кориолиса.

Выходной сигнал пропорционален размеру камертона. Чтобы создать достаточно сильный выходной сигнал, камертон должен сильно вибрировать. Используя высокую добротность датчика, можно добиться нужного эффекта. Автопроизводители часто размещают кварцевый камертон в вакууме, для того чтобы минимизировать механическое демпфирование воздушным путем вокруг камертона. Это все производится для того, чтобы не повредить микромеханические структуры, так как они довольно хрупкие.

Гироскоп должен быть жестко связан с автомобилем, так как очень чувствительны к внешним помехам и вибрациям, для более точного измерения скорости вокруг вертикальной оси. Эти механические вибрации передают сигнал акселерометру датчика Кориолиса. Данный сигнал будет выше величины сигнала, который произвел камертон Кориолиса.

Обычные МЭМС гироскопы, как правило, громоздкие, порядка 100 см³. Частично это результат добавления механических антивибрационных опор,

которые включены, чтобы минимизировать чувствительность к внешней вибрации. Новые МЭМС устройства стараются избежать этих недостатков. Например, iMEMS гироскоп Analog Devices (который находится в развитии) имеет габариты равные 7x7x3 мм (0,15 см³).

1.4 Обнаружение при опрокидывании автомобиля

Немногие автомобили имеют системы обнаружения во время опрокидывания автомобиля, но автопроизводители стараются внедрять эту функцию. Это будет уместно для микроавтобусов, пикапов и внедорожников, которые с большей вероятностью перевернуться из-за их более высокого центра тяжести. Эти системы определяют угол крена и скорость крена транспортного средства, чтобы определить, является ли это опрокидыванием автомобиля. Если да, то срабатывает система, которая запускает боковые подушки безопасности для защиты водителя и пассажиров.

Системы обнаружения при опрокидывании автомобиля используют гироскоп для расчета скорости крена. Чтобы получить угол крена транспортного средства необходимо проинтегрировать скорость крена, но данных о скорости крена не достаточно, чтобы предсказать, произойдет ли опрокидывание транспортного средства или нет.



Рисунок 1.1 – Использование трехосевого акселерометра при опрокидывании

Много систем обнаружения опрокидывания используют трехосевой акселерометр (рисунок 1.1), чтобы измерить поперечное ускорение (Ось Y). Если автомобиль будет свободно скользить боком, то вероятность опрокидывания очень мала. Но если он попадает на бордюр или другой объект, шанс на опрокидывание значительно возрастет. Акселерометр обнаружения бокового столкновения обычно не может выполнить эту задачу, потому что величина ускорения, при боковом скольжении близка к типичному уровню вибраций.

Гироскопы, используемые для обнаружения опрокидывания, должны иметь превосходное подавление внешних ударов и вибрации. Так как для автомобиля весьма обычное дело столкнуться с другим транспортным средством или неподвижным объектом. Но в некоторых случаях, после такого столкновения автомобиль ждет переворот, в этот момент и должна сработать система обнаружения опрокидывания автомобиля.

1.5 Противоугонные системы

Один из более популярных способов украсть автомобиль состоит в том, чтобы увезти его с помощью простой буксировки. В ответ на это многие автопроизводители (особенно европейцы) устанавливают противоугонные системы, включающие в себя системы обнаружения наклона. Общеввропейские спецификации требуют, чтобы принятая система была способна на обнаружение наклона. Данная система должна иметь возможность измерения изменения наклона 3° в течение 3 мин. периода (т.е. скорость $0,016^\circ$ наклона в секунду).

Большинство электролитических флюидных датчиков наклона имеют необходимую чувствительность для этого применения, но они терпят неудачу во многих других областях. Диапазон наклона датчиков ограничен, но машину можно парковать под углом, который больше, чем датчик может допустить. Кроме того, флюидные датчики наклона не подходят для переменчивой автомобильной температурной среды. С другой стороны, МЭМС датчики идеальны в данном применении.

1.6 Электронные системы парковочного тормоза (парктроник тормозной системы)

При активации педали тормоза, водитель обычно не заботится о том, какое требуется усилие. Таким образом, парктроники должны быть хорошо настроены.

Нажатие кнопки активирует парктроники тормозной системы. Система измеряет наклон транспортного средства, тем самым определяя какое усилие требуется для тормозной системы. Данные системы освобождают производителя от грубой настройки тормозных систем и дают такую функцию как автоматический парковочный тормоз. Принцип работы такого тормоза заключается в том, что после того, как система определяет, что автомобиль находится в состоянии покоя, он применяет нужное усилие парковочного тормоза.

В данной системе используется тот же МЭМС акселерометр, что и в противоугонных системах. В некоторых случаях один и тот же датчик может обеспечить данные об угле наклона для двух систем.

1.7 Навигационные системы транспортного средства.

В настоящее время навигационные системы транспортного средства быстро становятся стандартной функцией в роскошных автомобилях американского производства. В Японии, более половины автомобилей, проданных в 2001 году, были оснащены навигационными системами.

Глобальная система позиционирования (GPS) является основной частью навигационной системы, но GPS информации недостаточно для навигации. GPS может сказать вам, где вы находитесь (положение и высота над уровнем моря), но не в каком направлении вы движетесь. Магнитометры (электронные компасы) не надежны, потому что они сбиваются при наличии больших черных металлических предметов на близком расстоянии (например, грузовик, полный металлолома в соседнем ряду).

Во время первого запуска навигационные системы сначала полагаются на информацию с компаса и GPS. Направление движения совпадает с данными на карте, чтобы дать системе больше уверенности относительно направления. После того, как первоначальное направление установлено, система снимает информацию с гироскопа о том, когда и сколько раз автомобиль повернул во время движения.

В городских условиях настройка GPS сигнала весьма усложнена, так как сигнал заглушается из-за высоких зданий и тоннелей в течение короткого периода времени. В этот момент, навигационная система опирается на МЭМС гироскопы и акселерометры для получения информации о месторасположении автомобиля. Сигнал увеличивается в два раза, для того чтобы получить информацию о месторасположении (такой способ называют точным расчетом).

1.8 Кластерные датчики

На сегодняшний день, в полнофункциональных автомобилях используются разнообразные инерционные датчики, рисунок 1.2, 1.3.

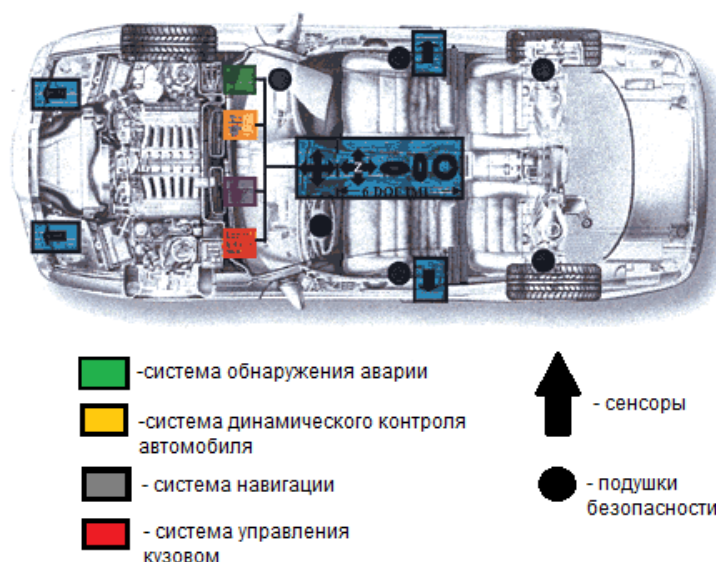


Рисунок 1.2 – Типы датчиков, используемые в автомобилях

Использование датчиков МЭМС как единой системы, расположенных в центре автомобиля, требует меньшее количество устройств, для предоставления информации, которую запрашивают различные подсистемы (например, система безопасности и система навигации). Этот метод становится целью многих автомобильных производителей.

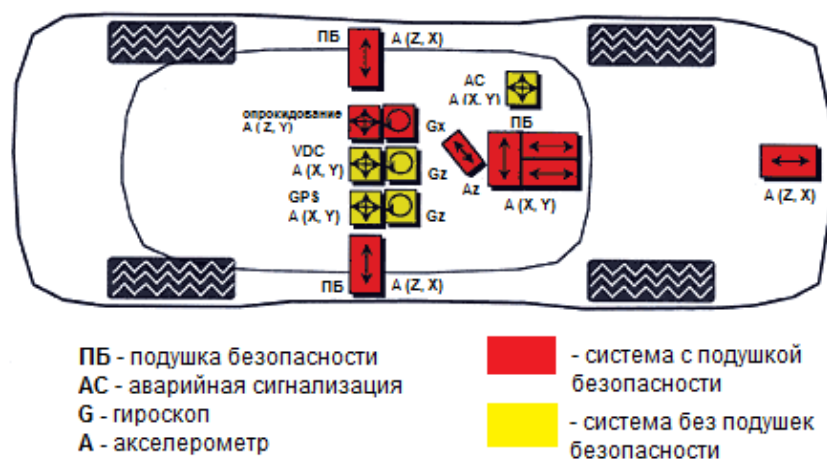


Рисунок 1.3 – Оси чувствительности МЭМС датчиков

Число инерционных датчиков МЭМС, используемых в автомобилях, существенно растет. Здесь показаны инерционные датчики, используемые на сегодняшний день в полнофункциональных автомобилях.

В некоторых случаях в одном транспортном средстве используется 15 инерционных датчиков (акселерометры и гироскопы). Главная причина того, что изготовители не используют каждый датчик для многократных функций в

том, что до настоящего времени ни у кого не было экспертных знаний, либо интереса объединить все функции в единой системе. Так же основной причиной было то, что производители боятся принять такое решение в связи с тем, что инерционные сигналы датчика системы безопасности могут потерять сигнал датчика столкновения, так как другая подсистема, например навигационная, будет снимать свой сигнал.

Тем не менее, много автомобильных производителей принимают концепцию использования кластера инерционных датчиков для передачи информации в любую систему, которая в этом нуждается (рисунок 1.3). В этой конфигурации, шести степенной инерционный измерительный узел (ИИУ) расположен в центре автомобиля. Дополнительные инерционные системы (например, противоугонные системы, системы динамического контроля транспортного средства, электронные системы парковочного тормоза, и навигационные системы) используют ИИУ сигналы, так же ИИУ может передавать информацию в блок управления подушек безопасности. Отдельные автономные акселерометры по-прежнему расположены по периметру автомобиля для распознавания ДТП. Это связано с тем, что программное обеспечение должно лучше чувствовать ударные зоны автомобиля. Дополнительным преимуществом инерционного датчика кластерной концепции является то, что новые возможности могут быть разработаны при минимальных затратах, так как инерционная система находится в свободном доступе. Все что нужно сделать разработчику, это добавить немного мозгов в систему.

Количество МЭМС датчиков в автомобилях продолжает значительно расти. По мере роста, разработчики находят новые возможности применения этих датчиков, и их использования в целях повышения безопасности и надежности автомобилей. Сегодня, производители в основном используют инерционные датчики МЭМС для реализации оборудования систем безопасности (например, контроль воздушного мешка).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2В	Сайлаубаев Темирбек Кайратович

Институт	ИНК	Кафедра	ТПС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценка потенциальных потребителей, технология QuaD.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Определение структуры и трудоемкости выполнения работ, разработка графика проведения НИ, расчет бюджета НИ.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка сравнительной эффективности проекта.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Альтернативы проведения НИ</i> 3. <i>График проведения и бюджет НИ</i> 4. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2В	Сайлаубаев Темирбек Кайратович		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Анализ конкурентных решений. Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

- 1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:
 - влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
 - перспективность рынка;
 - пригодность для продажи;
 - перспективы конструирования и производства;
 - финансовая эффективность;
 - правовая защищенность.
- 2) Показатели оценки качества разработки:
 - динамический диапазон;
 - вес;
 - ремонтпригодность;
 - энергоэффективность;
 - долговечность;
 - эргономичность;
 - унифицированность;
 - уровень материалоемкости разработки.

Для сравнения конкурентоспособности методов неразрушающего контроля при контроле изделий из неметаллов выбран капиллярный метод.

Выбранные показатели для оценки конкурентоспособности метода показаны в табл. 4.1.

Таблица 4.1

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	0,21	90	100	0,9	18,9
2. Помехоустойчивость	0,15	95	100	0,95	14,25
3. Надежность	0,24	98	100	0,98	23,52
4. Уровень шума	0,19	98	100	0,98	18,62
5. Безопасность	0,21	100	100	1	21
Итого	1				96,29

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i * B_i, \quad (4.1)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$P_{cp} = 18,9 + 14,25 + 23,52 + 18,62 + 21 = 96,29$$

Показатель $P_{cp} = 96,29$ получился высоким, это говорит о том, что разработка считается перспективной.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- Определение структуры работ в рамках научного исследования;

- Определение участников каждой работы;
- Установление продолжительности работ;
- Построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления Исследований	2	Подбор и изучение материалов по Теме	Бакалавр
	3	Выбор направления исследований	Руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Основной этап	5	Разработка двухступенного микромеханического акселерометра	Руководитель, Бакалавр
	6	Анализ замечаний, несоответствий, выявленных руководителями	Руководитель, Бакалавр
	7	Устранение замечаний и несоответствий	Бакалавр
Оформление работы	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, бакалавр

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i + N_{расхi}, \quad (4.2)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносим в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы(Z_m), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Блокнот	Шт.	1	1	1	45	45	45	49	50	49
Ручка	Шт.	1	1	1	20	20	20	25	29	25
USB накопитель	Шт.	1	1	1	1000	1000	1000	1025	1100	1095
Итого								1099	1179	1169

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в таблицу 4.4. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Таблица 4.4 – Расчет бюджета затрат на приобретение оборудования для научных работ.

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования			Цена единицы оборудования, руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	ПК	1	1	1	19000	19000	19000	24000	23900	25000
2	Настольная лампа	1	1	1	1200	1300	1250	1525	1365	1400
Итого								25525	25265	26400

Проводя расчет энерго - и ресурсоэффективности и сравнив различные исполнения приходим к выводу, что исполнение №1 является лучшим вариантом.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2В	Сайлаубаев Темирбек Кайратович

Институт	ИНК	Кафедра	ТПС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Характеристика объекта исследования: – МЭМС акселерометр; – Монокристаллический кремний. Область применения объекта исследования: – системы безопасности автотранспортных средств.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: 1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности	<i>Вредные факторы</i> - повышенная доза электромагнитных излучений; - недостаточная освещенность рабочего места; - отклонения показателей микроклимата от нормы. <i>Опасные факторы</i> - электрический ток (источник – ПЭВМ).
2. Экологическая безопасность	- возможно воздействие на литосферу.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	На объекте возможны следующие ЧС: - техногенного характера – пожар; - стихийного характера – землетрясение. Наиболее типичная ЧС – пожар.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Требования к организации оборудования рабочих мест с ПЭВМ регулируется в СанПин 2.2.2/2.4.1340 – 03.
---	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2В	Сайлаубаев Темирбек Кайратович		

5. Социальная ответственность

В данной выпускной квалификационной работе представлена разработка двухступенного микромеханического акселерометра. Работа проводилась в положении сидя в учебной аудитории за рабочим столом, с использованием ноутбука. В данном разделе разработан комплекс мероприятий, снижающих негативные последствия таких работ для человека, общества и окружающей среды в целом.

Проведение мероприятий по снижению негативных воздействий обеспечивает улучшение условий труда и повышает производительность человека.

5.1 Производственная безопасность

Анализ рабочей зоны на предмет возникновения возможных вредных и опасных факторов представлен в таблице.

Таблица 5.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении проекта

Наименование вида работы	Факторы	
	Вредные	Опасные
Работа выполнялась в положении сидя в офисном помещении за рабочим столом с использованием компьютера.	• повышенная доза электромагнитных излучений; • отклонение показателей микроклимата от нормы; • недостаточная освещенность рабочего места.	• электрический ток

Элементы питания, экран дисплея ПЭВМ являются источниками электрических и магнитных полей. Интенсивность электромагнитных полей создается внешними источниками, такими как: элементы систем электроснабжения зданий, трансформаторы, воздушные линии электропередач.

Повышенный уровень электромагнитных излучений может стать причиной возникновения у человека:

- утомляемости,
- помутнения хрусталика и потери зрения,
- головной боли,
- нарушения сердечно-сосудистой системы,
- нарушения центральной нервной системы,
- нервно-психического расстройства,
- изменения в крови (уменьшение количества лейкоцитов).

Защита от электромагнитных излучений:

- защита расстоянием и временем,
- рациональное размещение оборудования, использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии,
- лечебно-профилактические мероприятия.

Допустимый уровень воздействия на человека регулируется в СанПиН 2.2.4.1191-03 и приведен в таблице.

Таблица 5.2 – предельно допустимые уровни электромагнитных полей

Параметр	Диапазоны частот, МГц				
	0,03 - 3	3 – 30	30 – 50	50 - 300	300 – 300000
$E, (В/м)^{2*ч}$	20000	7000	800	800	-
$H, (А/м)^{2*ч}$	200	-	0,72	-	-
ППЭ, $(мкВт/см)^{2*ч}$	-	-	-	-	200

Для защиты от электромагнитных полей необходимо проконтролировать правильность установки ПЭВМ, его подключение к электропитанию, заземление. Экран дисплея ежедневно очищать от пыли. Между рабочими столами устанавливать специальные защитные экраны, с покрытием, поглощающим низкочастотное электромагнитное излучение. Также необходимо использовать очки для работы с ПЭВМ со специальным покрытием.

Показатели микроклимата:

- температура;
- относительную влажность;
- скорость движения воздуха.

Если показатели микроклимата отклоняются от нормы, возможны следующие последствия для организма человека:

- Нарушение терморегуляции, которое может привести к понижению температуры, обморожению, или наоборот, к повышению температуры, обильному потоотделению.
- Нарушение водно-солевого баланса, может привести к слабости, головной боли, потери сознания.

Оптимальные и допустимые величины показателей при работе в положении сидя с ПЭВМ, категория работ 1а, регламентируются в ГОСТ 12.1.005 88 и приведены в таблице.

Таблица 5.3 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне

Период года	Температура, °С		Относительная влажность		Скорость движения, м/с	
	оптимальная	допустимая	Оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
Холодный	22-24	21-25	40-60	75	0,1	Не более 0,1
Теплый	23-25	22-28	40-60	55 (при 28°С)	0,1	0,1-0,2

Для поддержания оптимальных значений микроклимата, в рабочей зоне должна быть установлена система кондиционирования и поддерживаться влажность воздуха с помощью современных увлажнителей воздуха.

Микроклимат исследуемой рабочей зоны поддерживается на допустимом уровне.

Недостаточная освещенность рабочей зоны может привести к уменьшению остроты зрения человека, головным болям, а также может быть причиной переутомления.

Согласно требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 необходимо применять комбинированную освещенность, естественный свет преимущественно должен падать слева. «Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300лк. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.».

В исследуемой рабочей зоне освещенность комбинированная, естественный свет падает слева. Освещенность помещения соответствует норме.

Для соблюдения санитарных норм, нужно осуществлять очистку окон два раза в год и своевременно проводить замену перегоревших ламп.

ПЭВМ также является потенциальным источником опасности поражения электрическим током. Проходя через тело человека, электрический ток оказывает действие:

- термическое (нагревание и ожоги различных частей тела),
- биологическое (нарушение протекания в организме различных внутренних процессов – прекращение процесса дыхания, остановка сердца),
- электролитическое (изменение состава и свойства крови и других жидкостей).

Основным физическим фактором электрического тока, который несет серьезные последствия на организм человека, является сила тока. Сила переменного тока по воздействию на человека делится на три уровня:

- осязаемый ток $I=0,6$ мА,
- отпускающий ток $I=6$ мА,
- нефибрилляционный ток $I=50$ мА.

Электрозащитные средства:

- Заземление (зануление) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации электроустановок и вычислительной техники.
- Изоляция. Не ставить компьютер в зоне повышенной влажности, повышенного содержания пыли.

- Сигнализирующие средства защиты (запрещающие и предупреждающие знаки безопасности).

5.2 Экологическая безопасность

Предполагаемым источником загрязнения окружающей среды в данной исследовательской работе является ПЭВМ. ПЭВМ состоит из опасных металлов таких, как мышьяк, сурьма, свинец, ртуть и кадмий. При правильной эксплуатации данные вещества не несут опасности для окружающей среды. Однако при неправильной утилизации вышеперечисленные металлы переходят в органические и растворимые соединения и становятся ядами.

Утилизация компьютеров регламентируется Федеральным законом от 10 января 2002 г. №7. Комплексная система утилизации ПЭВМ сводит к минимуму не перерабатываемые отходы, а основные материалы (пластмассы, цветные и черные металлы) и ценные компоненты (редкие металлы, люминофор, ферриты и др.) возвращаются в производство. Драгметаллы, содержащиеся в электронных компонентах оргтехники, концентрируются и после переработки на аффинажном заводе сдаются в Госфонд.

5.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [25].

Согласно стандарту, должна быть обеспечена оптимальная высота рабочей поверхности, высота сидения, оборудовано пространство для размещения ног и высота подставки для ног. Конструкция рабочего стула должна поддерживать рациональную рабочую позу, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц. Важно, чтоб конструкция рабочего стола обеспечивала оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей.

Общие требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ даны в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [22].

Необходимо соблюдать чистоту и порядок на рабочем месте, не создавать шума, проветривать помещение, не нарушать инструкции по технике безопасности.

В рабочей зоне все требования соблюдены.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В офисном помещении возможны следующие чрезвычайные ситуации: пожар и землетрясение. Наиболее типичная ЧС – пожар. Рабочее место по категории пожарной опасности относится к классу В, как пожароопасное. Пожар носит техногенный характер. Источником пожара могут быть ПЭВМ, электрический ток. К возможным причинам пожара можно отнести:

- неисправность электрической проводки;
- возгорание ПЭВМ;
- несоблюдение правил ПБ.

При возникновении пожара необходимо позвонить в пожарную службу, эвакуировать людей, принять возможные меры по тушению пожара.

Меры по предупреждению пожара:

- недопущение использования неисправного оборудования;
- ознакомление сотрудников с правилами пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность;
- наличие системы сигнализации при возникновении пожара;
- выключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;
- наличие планов эвакуации;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Землетрясение носит стихийный характер. Поэтому причиной такой чрезвычайной ситуации является природа. Землетрясение невозможно предотвратить, но можно снизить тяжесть последствия для людей и объектов производства.

Меры обеспечения безопасности жизнедеятельности:

- сейсмическое наблюдение и прогнозирование землетрясений;
- выбор местоположения предприятия вдали от сейсмоопасных районов;
- строительство сейсмоустойчивых зданий и сооружений;
- обучение персонала правилам поведения в ЧС.

При возникновении землетрясения на предприятии должны быть прекращены все работы и предприняты меры к отключению тока. Сотрудники должны быть доставлены в места сбора или безопасные места. Необходимо оказать помощь пострадавшим.