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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 12.04.01– Приборостроение
Кафедра точного приборостроения

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Система контроля давления дыхательного аппарата и неподвижного состояния спасателя МЧС

УДК 614.8:681.586

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ4В	Курманканов Эрмек Булатбекович		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Вопросы технологии»

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой Мен	Чистякова Н. О.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой точного приборостроения	Бориков В.Н	д.т.н.		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
Профессиональные компетенции	
Р1	**Способность** совершенствовать и повышать свои специальные знания в области математических, физических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире;
Р2	**Способность** адаптироваться к новым ситуациям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности в понимании сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения задач современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области.
Р3	**Способность** использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом; эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей; в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
Р4	**Способность** к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты инженерной деятельности в областях контроля деформации измерительной техники и точного приборостроения; приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности умения непосредственно не связанных со сферой деятельности.
Р5	**Умение** использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в инженерной деятельности при разработке средств измерении и контроля, используя макеты и средства автоматизированного проектирования в приборостроении.
Р6	**Умение** профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы в соответствии с целями магистерской программы, организовывать технологическую подготовку производства приборных систем различного назначения и принципа действия, разрабатывать и внедрять новые технологические процессы с использованием гибких САПР и оценивать их экономическую эффективность и социальную ответственность.
Р7	**Способность** проектировать приборные системы и технологические процессы с использованием средств САПР и опыта разработки

	конкурентоспособных изделий; осуществлять проектную деятельность в профессиональной сфере на основе системного подхода.
Р8	**Умение** разрабатывать результаты исследований по анализу; способность разработать и проводить оптимизацию натурных экспериментальных исследований приборных систем с учётом критериев надёжности; использовать результаты научно-исследовательской деятельности.
Р9	**Умение** организовывать современное обеспечение технологических процессов производства приборных систем; решать экономические и организационные задачи технологической подготовки приборных систем и выбирать системы обеспечения экологической безопасности в производстве и при технологическом контроле.
Р10	**Способность** проектировать математические модели анализа и оптимизации объектов исследования, выбирать численные методы их моделирования или разработать новый алгоритм решения задачи; выбирать оптимальные методы и программы экспериментальных исследований и испытаний, проводить измерения с выбором современных технических средств и обработкой результатов измерений.
Р11	**Способность** формулировать цели, определять задачи, выбирать методы исследования в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных и патентных и других источников***;*** разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию на объекты приборостроения, а также осуществлять системные мероприятия по реализации разработанных проектов и программ; составлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам исследовательской деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт неразрушающего контроля

Направление подготовки Приборостроение

Профиль Системы ориентации, стабилизации и навигации

Кафедра точного приборостроения

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ _____ В.Н. Бориков

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	**ФИО**
1БМ4В	Курманканов Эрмек Булатбекович

Тема работы:

Система контроля давления дыхательного аппарата и неподвижного состояния спасателя МЧС	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 642/с 03.02.16

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06.2016

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.).	*Наименование объекта исследования: Система контроля давления дыхательного аппарата и неподвижного состояния спасателя МЧС* *Требования к объекту исследования: Создание датчика неподвижного состояния для спасателей МЧС,*
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	*Проведение аналитического обзора.* *1.Объект и метод исследования* *2.Создание датчика неподвижного состояния спасателя* *3.Анализа прочности конструкции.* *4.Разработка программы в среде графического программирования LabVIEW для получения сигнала с радиопередатчика на приемник.* *5.Оценка технологичности конструкции* *6.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.* *Социальная ответственность.* *Выводы по результатам работы.*
Перечень графического материала *(с точным указанием обязательных чертежей)*	Таблицы, графики, рисунки, чертежи

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Чистякова Н.О.
Социальная ответственность	Анищенко Ю.В.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Обзор литературы

Обзор существующих систем обеспечения безопасности спасателя МЧС

Структура системы слежения за безопасностью работ спасателей МЧС

Проектирование сигнализатора неподвижного состояния спасателя МЧС

The review of existing safety systems of the Ministry of Emergency Situations rescuer

Signaling device of motionless condition of the Ministry of Emergency Situations rescuer

ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Социальная ответственность

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2016 г

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	**ФИО**	**Подпись**	**Дата**
1БМ4В	Курмакнов Эрмек Булатбекович		

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт неразрушающего контроля

Направление подготовки 12.04.01 - Приборостроение

Профиль «Системы ориентации, стабилизации и навигации»

Кафедра точного приборостроения

Уровень образования магистратура

Период выполнения осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	

Дата контроля	**Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)**	**Максимальный балл раздела (модуля)**
10.11.15	Составление и утверждение темы проекта	
27.01.16	Анализ актуальности темы.	
13.02.16	Поиск и изучение материала по теме	
25.02.16	Выбор направления исследований	
7.03.16	Календарное планирование работ	
14.03.16	Изучение литературы по теме	
5.04.16	Подбор нормативных документов	
16.04.16	Выбор датчика и изучение констркции, принцип работы	

15.05.16	Создание макета датчика неподвижного состояния спасателя	
17.05.16	Проведение рядов испытания, сбор характеристик	
24.05.16	Разработка технологического процесса изготовления датчика неподвижного состояния	
27.05.16	Подготовка материалов для ВКР	
1.06.16	Оформление ВКР	

составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПС	Бориков В.Н.	д.т.н		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из: страниц 139, рисунков 25, таблиц 21, источников 23

Ключевые слова: Дыхательный аппарат, сигнализатор неподвижного состояния, микроконтроллер Arduino uno, радио модуль МГц 433,акселерометр, гироскоп, датчик неподвижного состояния MPU 650

Цель работы – Создание датчика неподвижного состояния для спасателей МЧС.

В ходе выполнения работы синтезирована структура сигнализатора, разработан алгоритм его функционирования, выбраны элементы и изготовлен макетный образец, проведены его экспериментальные исследования, разработана конструкция сигнализатора неподвижного состояния спасателя, проведен анализ прочности конструкции, оценена технологичность конструкции для условий серийного производства, разработан технологический процесс сборки сигнализатора.

Дальнейшая детальная конструкторская проработка сигнализатора позволит создать малогабаритный прибор, способный работать в реальных условиях чрезвычайных ситуаций.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 и представлена на CD диске.

Содержание

Введение 12

Глава 1. Обзор существующих систем обеспечения безопасности спасателя МЧС 14

1.1 Обзор дыхательных аппаратов для пожарных и спасателей МЧС ... 14

1.2 Обобщенная структурная схема дыхательного аппарата 16

1.3 Устройства принцип действия аппарата 17

1.4 Основные параметры и характеристики 24

1.5 Приборы и датчики для контроля давления воздуха в баллоне 25

1.6 Система контроля неподвижного состояния 27

1.7 Обоснования выбора прибора контроля давления воздуха в баллоне

Глава 2. Структура системы слежения за безопасностью работ спасателей МЧС 30

2.1 Сигнализатор неподвижного состояния спасателя МЧС 31

2.2 Выбор элементов датчика движения 32

Глава 3. Проектирование сигнализатора неподвижного состояния спасателя МЧС 36

3.1 Структурная схема сигнализатора 36

3.2 Создание и исследования макетного образца сигнализатора 36

3.2.2 Плата Arduino 37

3.2.3 Модуль радиопередатчика (приемника) 41

3.2.4 Автономный блок питания сигнализатора 44

3.2.5 Разработка программы вывода информации на компьютер 45

(LabWIEV) 45

3.2.6 Техническое описание макетного образца 46

3.2.7 Результаты экспериментальных исследований 46

3.3 Разработка конструкции носимого на спасателя МЧС сигнализатора неподвижного состояния 48

3.3.1 Чертеж общего вида 48

3.3.2 Схема радио модуля передатчик приемник 48

3.3.3 Инструкция по применению сигнализатора неподвижного состояния 49

Глава 4. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» 51
4.1. Потенциальные потребители результатов исследования 52
4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции 52
4.3 SWOT-анализ 55
4.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации 57
4.5 Инициация проекта 60
4.5.1.Цели и результат проекта 60
4.5.2 Организационная структура проекта 61
4.6. Планирование управления научно-техническим проектом 61
4.6.1 Иерархическая структура работ проекта 61
4.6.2 Матрица ответственности 62
4.6.3 Контрольные события проекта 63
4.6.4 Реестр рисков проекта 63
4.6.5 План проекта 65
4.7 Бюджет научного исследования 67
4.7.1 Расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты 67
4.7.3 Расчет основной заработной платы 68
4.7.4 Расчет дополнительной заработной платы 70
4.7.5 Расчет отчислений на социальные нужды 70
4.7.6 Расчет накладных расходов 70
4.7.7 Оценка сравнительной эффективности исследования 71
Заключение по разделу 74
Список публикации студента 74
Заключение 75

Введение

В связи с возрастающим числом чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, сопровождаемых разрушением инфраструктуры, городов, промышленных предприятий, загазованностью атмосферы, высокими температурами и т.п., личный состав формирований и подразделений МЧС должен быть оборудован необходимыми средствами, обеспечивающими его безопасность.

К основным техническим средствам обеспечения безопасности спасателя МЧС следует отнести дыхательный аппарат и датчик неподвижного состояния. Аппарат дыхательный на сжатом воздухе используется для открытой схемы дыхания (аппаратный вдох– выдох в атмосферу) и предназначен для следующего:

– защита органов зрения и дыхания от вредного и токсического воздействия продуктов горения при пожаротушении и АСР в зданиях и сооружениях, участников проводимых работ непосредственно на производственных площадках;

– эвакуация пострадавших из зоны с газовой смесью непригодной для дыхания, при использовании спасательного устройства. Дыхательные аппараты на сжатом воздухе надежны и просты в эксплуатации, при работе исключена опасность кислородного голодания, вдыхаемый атмосферный воздух имеет нормальную температуру и влажность, имеет сравнительно низкую стоимость эксплуатации[2]. Дыхательному аппарату нужно датчик неподвижного состояния, которая обеспечит безопасность спасателю. Датчик неподвижного состояния предназначен, сигнализатор неподвижного состояния крепится на одежду или элементы спасательного оборудования, т.е. ремни или элементы экипировки.

Датчик неподвижного состояния автоматически активируется, если датчики зафиксировали отсутствие движения, что может свидетельствовать о

возможной опасности жизни и здоровью спасателя. Отсутствием признаков движения может являться попадание под завал или потеря ориентации в местности или в здании [1].

По истечении 30 – 35 секунды с момента неподвижности спасателя, сигнализатор подает световой сигнал, и переходит в режим «предварительной тревоги», которая сопровождается нарастающим звуковым сигналом. Если спасатель обездвижен, и каких либо признаков движения не возобновилось, через 10–15 сек, то сигнализатор неподвижного состояния подаст сигнал тревоги, на пульт диспетчера.

В данной ВКР проведен обзор и сравнительный анализ дыхательных аппаратов и датчиков неподвижного состояния спасателя, выпускаемых отечественными и зарубежными предприятиями. Осуществлен выбор датчика остаточного давления воздух в баллоне дыхательного аппарата, исходя из условий надежности, стойкости к воздействию ударов, пыли и других факторов ЧС. Разработана система контроля и датчик за неподвижным состоянием спасателя на основе серийно выпускаемых компонентов. Сущность проекта выпускной квалификационной работы по выполняемой теме заключает в создании датчика. Система контроля давления дыхательного аппарата и не подвижного состояния спасателя МЧС. В рабочей зоне можно столкнуться с вредными факторами: шум вследствие работы, электромагнитное поле, недопустимые условия микроклимата, недостаточная освещенность. Опасные факторы: опасность возникновения пожара, вследствие чего может произойти взрыв, опасность поражения электрическим током, термическим ожогам.

Достижение необходимого результата обеспечивается решением задач:

– разработка комплексной экономической идеи проекта, формирование концепции проекта;

– организация работ по научно-исследовательскому проекту;

– рассмотреть все возможные альтернативы проведения научных исследований

– планирование научно-исследовательских работ;

– оценки коммерческой перспективы проведения научных исследований с позиции ресурсосбережения и ресурс эффективности;

– определение ресурсосберегающей, финансовой, социальной бюджетной и экономической эффективности исследования.

На мировом рынке в настоящее время Система контроля давления дыхательного аппарата и неподвижное состояния спасателя МЧС производят следующие организации: ПТС "Авиа"-140 М, ПТС «Профи», зарубежные Drager Bg 4 Plus, Dräger PSS® 7000 Bodyguard.

Глава 1. Обзор существующих систем обеспечения безопасности спасателя МЧС

1.1 Обзор дыхательных аппаратов для пожарных и спасателей МЧС

Создания дыхательного кислородного аппарата. Интерес человека к неизведанным тайнам природы и необходимость в развитии промышленности и других сфер деятельности, заставляла человека находить все новые решения, связанные с продлением (увеличения времени) своего пребывания подводой, в горных выработках, космосе то есть там, где нет возможности дышать, говоря на языке пожарных в непригодной для дыхания среде.

Таким образом, самыми элементарными средствами защиты органов дыхания до конца 18 столетия служили смоченные тряпки и губки (смачивались водой, содой, уксусом) наложенные на нос и рот, что позволяло хотя бы частично очистить вдыхаемый воздух от избытка CO_2 или пыли.

Анализ всевозможных источников, касающийся истории создания аппаратов защиты органов дыхания, можно практически со 100%-й уверенностью сказать, что первопроходцами в этой сфере были европейцы, а

точнее сказать немцы, французы и др. Первые потому, что именно там в то время вершилась вся наука. Первые идеи для обеспечения дыхания горняков были предложены Вильгельмом Генрих Александр фон Гумбольдтом в1790 году.

Прорыв в области разработки дыхательных аппаратов для работы в шахтах дал толчок здоровой рыночной конкуренции (1897–1901) и открыл для мира ряд компаний, среди которых необходимо отметить «Dreger» и его ближайшего конкурента «Westfalia».

1903 Бернхард Дрегер представил дыхательный аппарат с щелочным картриджем, дыхательный аппарат Drager модель 1904 г. который в последствии переделывался («Draeger Модель 1904–09»). Это устройство являлось одним из первых в мире аварийно-спасательным оборудований, которые использовали кали патрон. В дальнейшем будущем именно эти дыхательные аппараты на сжатом кислороде послужили прототипами для сегодняшних КИП–8, Dreger PSS BG 4 Plus и других.

Подтверждением перспективы разработки автономных дыхательных аппаратов явилось продолжения развития данного направления, для обеспечение безопасности пожарных при тушение пожаров и АСР. Дыхательному аппарату нужен датчик неподвижного состояния для обеспечения безопасности спасателя, для того что бы при работе в задымленном помещении он не потерялся наместности.

Результаты обзора современных отечественных и зарубежных дыхательных аппаратов сведены в таблицу 1.

Таблица1–Основные параметры и характеристики аппаратов

Обозначение аппарата	Кол.баллонов шт.	Вместимость Баллона, л	Размеры габаритов не более мм	Масса не привышает кг	Сигнальное устройство, МПа (кгс/см^2)	Фирма производитель E-mail
ПТС "Авиа"-140 М	1-2	4,0 БК-4-300С	650х280х200	8,5	5,0...6,2 (50...62)	info@pto-pts.ru
ПТС «Профи»			705х280 х190	8,7	5,0...6,0 (50...60)	

АП "Омега" 1	1-2	7,0 БГ-6,8-30,4 НПО "Поиск	670х280х215	9,6	4,9 … 6,3 (49….63)	АО Кампо kampo@kampo.ru
АП"Омега"-Север			790х320х220	15,8	5,0…7,0 (50….70)	АО Кампо kampo@kampo.ru
DragerBg 4 Plus	1	5,5	595х 450 х 185	15,5	4,5...55 (45...55)	info@raboservice.cm
Dräger PSS® 7000 Bodyguard	1	6,8	-	12	5,3 (53)	mail@brandmaster.spb.ru
ПТС «Базис-168 М»	1	6,8 БК-7-300С	670х290х220	12,3	5,0...6,2 (50..62)	info@pto-pts.ru
АП-98-7К	1	6,8 R-EXTRA-5/PTS	700х300х200	15,9	5,3 (53)	ООО «Сопос» http://48516.ru.all.biz
АИР-98МИА-130	1	4,0-	690х300х170	8,5	5,0...6,2 (50...62)	**ООО “Пожтехсервис”** pto_pts@aha.ru

Анализ полученной информации позволяет сделать заключение о том, что наибольшим количеством функций обладает дыхательный аппарат DragerBg 4. А по вместимости баллона и габаритам удобен ПТС профи и ПТС авиа 140. При авариной– спасательной работе двигаться удобно и является маленькой по масса-габаритным характеристикам.

1.2 Обобщенная структурная схема дыхательного аппарата

Дыхательный аппарат с воздухом сжатым в баллоне для пожарных и спасателей гражданской авиации ПТС «Профи». Аппарат предназначается для защиты индивидуальной органов зрения и дыхания, от воздействия вредных веществ выделяемых при пожаре, задымление на авиационной технике, в зданиях сооружениях и т.д.[1].

Аппарат собой представляет резервуарный дыхательный прибор с рабочим давлением 29,4 МПа и избыточным давлением под лицевой частью.

Аппарат выполнен в климатическом исполнение категории «У» размещения1 по ГОСТ 15150 , но рассчитан на эксплуатацию в условиях от минус 40 до плюс 60 и относительной влажности 98%.

Аппарат не изменил своих технических параметров после воздействия 200 °С в течение 60сек, и выдерживает воздействия открытого пламени 800°С в течение 5 сек.

1.3 Устройства принцип действия аппарата

Аппарат выполнен по открытой (незамкнутой) схеме (рис. 1) с выходом в атмосферу и работает следующим образом.

При открытии вентиля 1 воздух под высоким (первичным) давлением поступает из баллона 2 в коллектор 3 и через фильтр 4 редуктора 5 в полость высокого давления А и после редуцирования в полость Б редуцированного давления. Редуктор поддерживает постоянное редуцированное давление в полости Б независимо от изменения давления в баллоне (баллонах).

В случае нарушения работы редуктора и, как следствие, повышения редуцированного давления воздуха в полости срабатывает предохранительный клапан 6.

Из полости Б редуктора воздух поступает по шлангу 7 в легочный автомат 8. При комплектации аппарата спасательным устройством воздух через адаптер 9 поступает к разъему 10. Через клапан 11 подсоединяется спасательное устройство.

При вдохе воздух из полости легочного автомата через промежуточный клапан 12 поступает в полость лицевой части 13. При этом происходит обдув панорамного стекла 14 лицевой части, что исключает его запотевание. Далее через клапаны вдоха 15 воздух поступает в полость дыхания.

При выдохе клапаны вдоха закрываются, препятствуя попаданию выдыхаемого воздуха на стекло. Для выхода воздуха в атмосферу открывается клапан выдоха 16, расположенный в клапанной коробке 17. Пружина

поджимает клапан выдоха с усилием, позволяющим поддерживать в подмасочном пространстве под лицевой частью заданное избыточное давление.

Для контроля запаса воздуха в баллоне (баллонах) воздух из полости высокого давления А поступает по шлангу – капилляру 18 в манометр 19, а из полости редуцированного давления Б через сигнальное устройство 20 по шлангу 21 к свистку 22. При исчерпании рабочего запаса воздуха в баллоне включается свисток, предупреждающий звуковым сигналом о необходимости немедленного выхода в безопасную зону.

1.3.1 Состав аппарата содержит: подвесную систему 1, баллон с вентилем 2, редуктор 3, коллектор 4, адаптер 5 (при комплектации спасательным устройством), шланг – капилляр со свистком сигнального устройства 6, манометр 7, шланг 8, легочный автомат 9, лицевая часть 10, спасательное устройство 11.

1.3.2 Подвесная система предназначена для регулирования и фиксации аппарата на теле человека и состоит из пластиковой спинки 1 и системы ремней: плечевых 2, концевых 3, закрепленных на спинке пряжками 4, поясного 5 и нагрудного 6 с быстроразъемными регулируемыми пряжками.

На спинке установлен кронштейн 7 для крепления редуктора аппарата и ложемент 8, служащий опорой для баллона.

Фиксация баллона осуществляется баллонным ремнем 9 со специальной пряжкой. В варианте исполнения аппарата с двумя баллонами между баллонами устанавливается натяжной ремень 10 и пряжка 11 (или пластмассовая поставка).

1.3.3 Баллон предназначен для хранения рабочего запаса сжатого воздуха и представляет собой металлический сосуд, упроченный стеклопластиком.

Горловина баллона имеет коническую резьбу, по которой в баллон ввинчивается запорный вентиль.

Вентиль состоит из корпуса 1, трубки 2, клапана 3 со вставкой 4, шпинделя 5, сухаря 6, гайки сальниковой 7, маховик, состоящего из обоймы 8 и облицовки 9, заглушки 10, гайки 11 и пружины 12.

Шайба 13 уменьшает трение между сальниковой гайкой 7 и обоймой маховик 8.

Герметичность вентиля обеспечивается прокладками 14 и 15.

Герметичность вентиля в месте соединения с баллоном обеспечивается уплотнителем ФУМ–2.

При хранении баллона с вентилем отдельно от аппарата в вентиль ввинчивается заглушка 16.

При вращении маховик по часовой стрелке клапан, перемещаясь по резьбе в корпусе вентиля, прижимается вставкой к седлу и перекрывает канал, по которому воздух поступает из баллона в аппарат. При вращении маховик против часовой стрелки клапан отходит от седла и обеспечивает поступление воздуха из баллона в аппарат.

1.3.4 Коллектор предназначен для подсоединения баллонов к редуктору при варианте исполнения аппарата с двумя баллонами.

Коллектор состоит из корпуса 1, в который вмонтированы штуцеры 2. Коллектор подсоединяется к вентилям баллонов при помощи муфт 3.

Герметичность соединений обеспечивается уплотнительными кольцами

1.3.5 Редуктор предназначен для преобразования высокого (первичного) давления воздуха в баллоне до редуцированного.

При комплектации аппарата спасательным устройством в редуктор устанавливается адаптер, при помощи которого производится разводка воздухоподводящей магистрали.

В конструкции редуктора предусмотрен предохранительный клапан, конструктивно выполненный на ниппеле шланга редуцированного давления.

1.3.6 Адаптер предназначен для подсоединения легочного автомата основной лицевой части и спасательного устройства к редуктору.

Адаптер состоит из тройника 1, на одном штуцере которого закреплен шланг легочного автомата, на другом – шланг 2, соединяющий тройник с разъемом 3. Шланги зафиксированы на штуцерах колпачками 4.

В корпус разъема 3 ввинчена втулка 5, на которой смонтирован узел фиксации штуцера спасательного

устройства состоящих из обоймы 6, шариков 7, втулки 8, пружины 9, корпуса 10, уплотнительного кольца 11 и клапана 12.

Герметичность соединения втулки 5 с седлом 13 и корпусом 2 обеспечивается прокладками 14.

Герметичность соединения разъема со шлангом спасательного устройства обеспечивается манжетой 15.

Для защиты от загрязнения разъем закрыт колпаком 16.

Вместо спасательного устройства к разъему можно подключить магистраль шланговой подачи воздуха или устройство поддува защитного костюма. При соединении с разъемом торец штуцера спасательного устройства, упираясь в манжету 15 и преодолевая сопротивление пружины 9, отводит клапан 12 с уплотнительным кольцом 11 от седла 13 и обеспечивает подачу воздуха из редуктора в спасательное устройство. Кольцевой выступ штуцера при этом смещает внутрь разъема втулку 8, шарики 7 выходя из соприкосновения с втулкой 8, входят в кольцевую проточку штуцера спасательного устройства. Освобожденная обойма 6 под воздействием пружины 17 смещается и фиксирует шарики в кольцевой проточке штуцера спасательного устройства, обеспечивая, таким образом, необходимую надежность соединения штуцера с разъемом.

Для отсоединения штуцера шланга спасательного устройства необходимо одновременно нажать на штуцер и сдвинуть обойму. При этом штуцер вы толкнется из разъема усилием пружины 9 и клапан закроется.

1.3.7 Лицевая часть предназначена для защиты органов дыхания и зрения человека от токсичной и задымленной окружающей среды и соединяет дыхательные пути человека с легочным автоматом.

Лицевая часть состоит из корпуса 1 с панорамным стеклом 2, клапанной коробки 3 с переговорным устройством 4, на корпусе которого крепится подмасочник 5 с клапанами вдоха 6. В клапанной коробке установлен подпружиненный клапан выдоха 7. Пружина 8 фиксируется пружинной скобой 9. Снизу клапанная коробка закрыта крышкой 10.

К клапанной коробке при помощи штекерного соединения крепится легочный автомат 11. Для отсоединения легочного автомата от клапанной коробки следует нажать на кнопку 12.

На голове лицевая часть крепится при помощи оголовья 13,состоящего из объединенных между собой лямок, соединенных пряжками 14 с корпусом.

Для ношения лицевой части на шее в ожидании применения предназначен шейный ремень 15.

1.3.8 Легочный автомат предназначен для автоматической подачи воздуха для дыхания пользователя и поддержания в зоне вдоха избыточного давления.

Легочный автомат включается при первом вдохе, выключается нажатием на кнопку выключения 1 (красную), расположенную на его передней части.

Дополнительная подача воздуха осуществляется нажатием на кнопку включения 2 дополнительной подачи воздуха (байпас).

Герметичность соединения легочного автомата с лицевой частью обеспечивается уплотнительным кольцом 3.

Шланг – капилляр служит для присоединения к редуктору сигнального устройства с манометром.

Манометр предназначен для контроля давления воздуха в баллоне.

Сигнальное устройство предназначено для подачи свистком звукового сигнала об исчерпании рабочего запаса воздуха.

1.3.9 Спасательное устройство предназначено для эвакуации пострадавшего из непригодной для дыхания зоны.

В комплект спасательного устройства входит шлем - маска ШМП–1 и легочный автомат со шлангом.

В спасательном устройстве применяется легочный автомат без избыточного давления под лицевой частью. Легочный автомат спасательного устройства состоит из корпуса с гайкой, седла клапана с уплотнительным кольцом 4 и контргайкой, щитка, закрепленного винтом. На рычаг 9 установлена возвратная пружина, обеспечивающая возврат рычага в исходное положение.

Крышка с корпусом легочного автомата и мембраной герметично соединены хомутом при помощи винта и гайки .

Рычаг управления легочного автомата красного цвета.

При вдохе под мембранной полости создается разрежение, под действием которого мембрана, прогибаясь, воздействует через рычаг 17 на клапан 20, открывая его. В образовавшийся зазор между седлом и клапаном поступает воздух из адаптера. При выдохе мембрана возвращается в исходное положение, клапан закрывается, подача воздуха прекращается.

Для дополнительной подачи воздуха необходимо нажать на рычаг управления в направлении "Вкл".

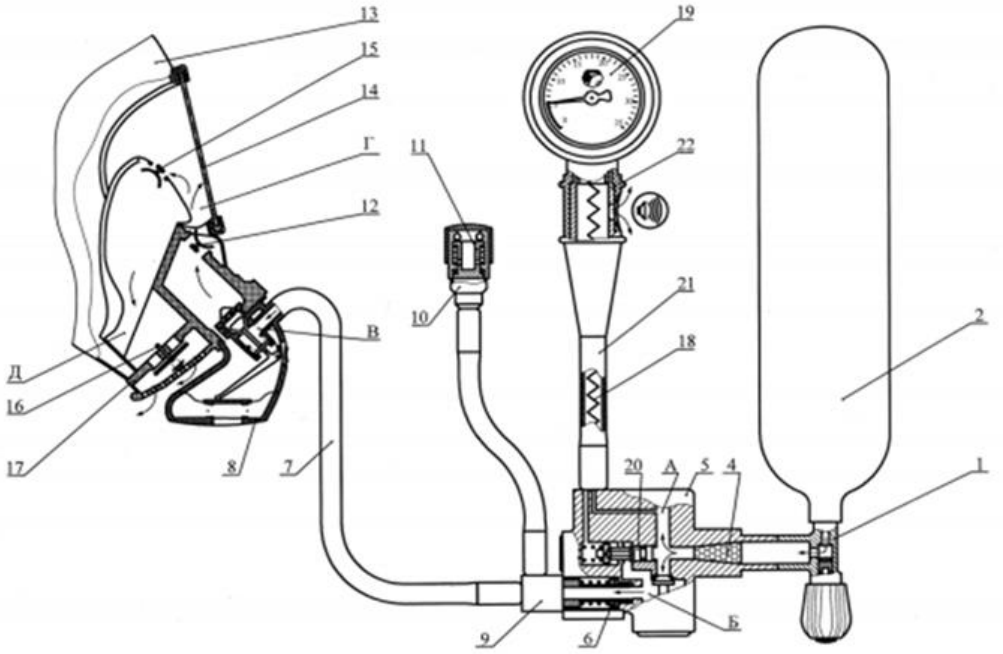


Рисунок 1 – Принципиальная схема аппарата спасателя «Профи140Т»

1.4 Основные параметры и характеристики

Таблица 2 –Основные параметры характеристики, являющиеся общими для всех исполнений аппарата

Наименование параметров		Значения
1	Рабоче давление в баллоне МПа (кгс/см^2)	29,4(300)
2	Редуцированное давление при нулевом расходе воздуха, МПа (кгс/см^2)	0,6…..0,9 (6,0…..9,0)
3	Давление открытие предохранительного клапана редуктора МПа (кгс/см^2)	1,3…..2,0 (13,0……20,0
4	Избыточное давление в подмасочном пространстве при нулевом расходе воздуха Па (кгс/см^2)	250…..40 (25,0….0,0)
5	Фактическое сопротивление дыханию на выдохе при легочной вентиляции 30 дм^3/мин, Па (мм.Вод.ст.)	350 (35,0)
6	Масса маски спасательного устройства , кг не превышает	1,0
7	Срок службы ,лет	10

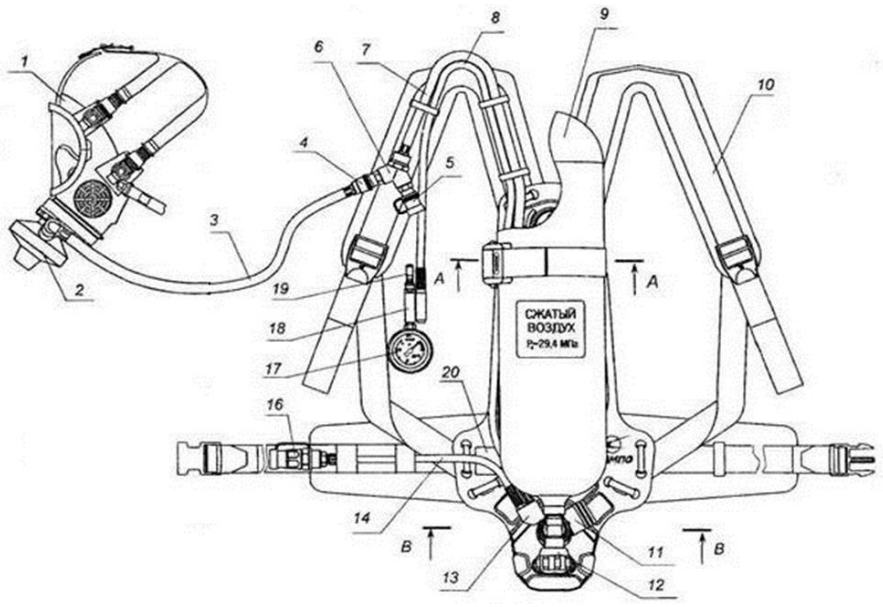


Рисунок 2 – Устройство аппарата и назначение его основных частей

1 – маска; 2 – легочный автомат; 3 – шланг легочного автомата; 4,5 – быстроразъемные замки; 6 – тройник; 7 – шланг редуцированного давления; 8 – шланг высокого давления; 9 – баллон с вентилем; 10 – подвесная система; 11– редуктор; 12 – маховик вентиля; 13–переходник; 14–шланг устройства для

дозарядки; 15–спасательное устройство; 16 – штекерный ниппель; 17– манометр; 18– корпус сигнального устройства;19 – свисток, устройство; 16 – штекерный ниппель; 17– манометр; 18 –корпус сигнального, устройства; 19 – свисток

1.5 Приборы и датчики для контроля давления воздуха в баллоне

Рассмотрим в качестве примера датчик давления аппарата DragerBg 4 Plus. Bodyguard включает следующие возможности:

– Контроль за текущим давлением кислорода в системе PSS BG 4

– Оставшееся время работы в минутах до подачи предупредительного сигнала при остаточном давлении приблизительно 55 бар[5].

– Датчик движения пользователя и блок автоматического сигнала бедствия (ADSU)

Эта функция активна только при вынутой "скобе".

– Желтая кнопка аварийного сигнала

для ручного включения сигнала бедствия (DSU)

– Емкость батареи

– Включение подсветки дисплея.

– Предупреждение об остаточном давлении при 55 бар

– Температура окружающего воздуха

– Имеет сертификат искробезопасности

– Предупреждение о низком остаточном давлении. Предупреждает при использовании, что либо закрыт вентиль баллона, либо пуст кислородный баллон.

– Цикл самотестирования (автоматический)

– Проверка отсутствия утечки из высоконапорных линий.

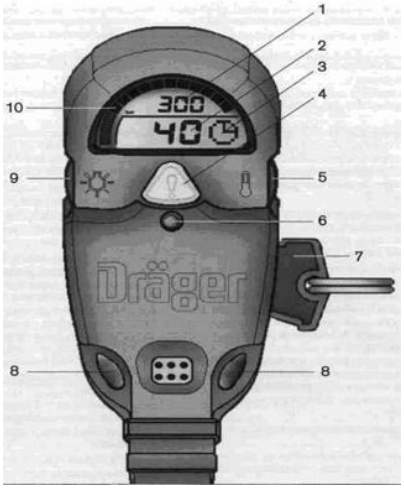


Рисунок 3 – Сигнализирующее устройство DragerBg 4

1 – Цифровая индикация давления кислорода (бар), 2 – время до предупредительного сигнала об остаточном давлении 55 бар, 3 – значок для обозначения минут, 4 – желтая кнопка аварийного сигнала для ручного включения сигнала бедствия (DSU), 5 – правая кнопка, 6 – Зеленый светодиод, 7 – Скоба – блок автоматического сигнала бедствия (ADSU), 8 – красные светодиоды, 9 – левая кнопка, 10 – аналоговая индикация давления кислорода.

Таблица 3 – Тактико-технические характеристики DragerBg 4

Показатель	Значение
Время защитного действия	4 часа
Вес снаряженного аппарата (кг)	15,5 кг (вкл. маску, полный кислородный баллон (алюминиевый), химический поглотитель CO_2 и примерно 1,2 кг охлаждающего элемента)
Размеры (В х Ш х Г), мм.	595 х 450 х 185 мм
Постоянный поток кислорода (л/мин O_2)	1,5 — 1,9 %
Легочный автомат (л/мин O_2)	> 80
Объем дыхательного мешка (л)	5,5

Байпасный клапан (л/мин)	> 50
Рабочие температуры	–40°C +90°C (если хранится при комнатной температуре)

Сигнальное устройство, предназначено для контроля давления воздуха в баллоне по манометру и подачи звукового сигнала об исчерпании рабочего запаса воздуха.

Для контроля за расходом сжатого воздуха при работе в дыхательных аппаратах применяются манометры, как стационарно расположенные на баллонах, так и выносные укрепленные на плечевом ремне. Для сигнализации о снижении давления воздуха в баллонах аппарата до заданной величины служат указатели минимального давления[5].

Принцип действия указателей основан на взаимодействии двух сил

– силы давления воздуха в баллонах и противодействующей силы пружины. Указатель срабатывает, когда сила давления газа становится меньше силы пружины.

1.6 Система контроля неподвижного состояния

Персональная система предупреждения: датчик неподвижного состояния Bodyguard 1000 (активация кнопкой) – прибор нового типа повышает безопасность работы пожарных и спасателей. Bodyguard 1000 (активация кнопкой) используется как с дыхательным аппаратом так и автономно. Модель компактна, надёжна и безопасна. Используется при высоких температурах и задымленности. Обладает защитой от пыли и влаги.

В опасных ситуациях датчик оперативно обнаруживает пользователя. Достаточно 25 секунд для того, чтобы Bodyguard 1000 подал звуковой и световой сигналы.Функциональная проверка производится автоматически, сразу после включения датчика.

Предусмотрено крепление для фиксации на плечевом или поясном ремне, дыхательном аппарате или на одежде. Bodyguard 1000 позволяет быстро обнаружить пользователя в опасных ситуациях.

Особенности: Прочная конструкция, прост в эксплуатации, возможность выбора различных режимов работы, возможно автономное применение, работа в экстремальных условиях, пыленепроницаемый, водонепроницаемый, максимальная безопасность, сигнал тревоги: световой, звуковой.

Рисунок 4 – Датчик неподвижного состояния Bodyguard 1000

1.7 Обоснования выбора прибора контроля давления воздуха в баллоне

Важнейшим условием безопасности спасателя является предупреждение его о допустимом оставшемся времени работы. Это время зависит от остаточного давления сжатого воздуха в баллоне. Для этой цели в дыхательном аппарате спасателя предусмотрен сигнализатор остаточного давления. После срабатывания сигнального устройства запас воздуха в баллоне обеспечивает 10–12 минут для выхода из непригодной для дыхания среды. Сигнальное устройство считается исправным, если звуковой сигнал включается при снижении давления воздуха в баллоне до 4,9–6,3 МПа. Давление воздуха в

баллоне спасатель проверяет по показанию манометра аппарата, открыв и закрыв вентиль баллона (баллонов) при выключенном легочном автомате.

Принципиальная схема и принцип действия сигнальных устройств большинства действующих дыхательных аппаратов.

Сигнальное устройство предназначено для контроля по манометру давления воздуха в баллоне и для подачи звукового сигнала свистком об исчерпании рабочего запаса воздуха.

Сигнальное устройство (рис. 5) состоит из корпуса 1, манометра 2 с облицовкой и прокладкой 3, штока 4, запорного кольца 5, регулировочных шайб 6, пружины 7, вставки 8, уплотнительных колец 9 и 10, свистка 11 и уплотнительной шайбы.

Сигнальное устройство работает следующим образом. При открытом вентиле баллона [3] воздух под высоким давлением поступает через штуцер шланга высокого давления в полость А и через канал в полость Б, к которой подсоединены манометр и свисток. Манометр показывает непосредственно величину давления воздуха в баллоне. Под воздействием высокого давления шток 4 сжимая пружину 7, уплотняется по шайбе 12. Воздух в свисток по капиллярному отверстию в штоке не поступает. По мере уменьшения давления воздуха в баллоне в процессе эксплуатации и, соответственно, давления на шток, пружина перемещает последний вверх, открывая капиллярное отверстие штока. Воздух поступает в свисток, вызывая устойчивый звуковой сигнал. Регулировка давления срабатывания свистка производится при помощи регулировочных шайб 6.

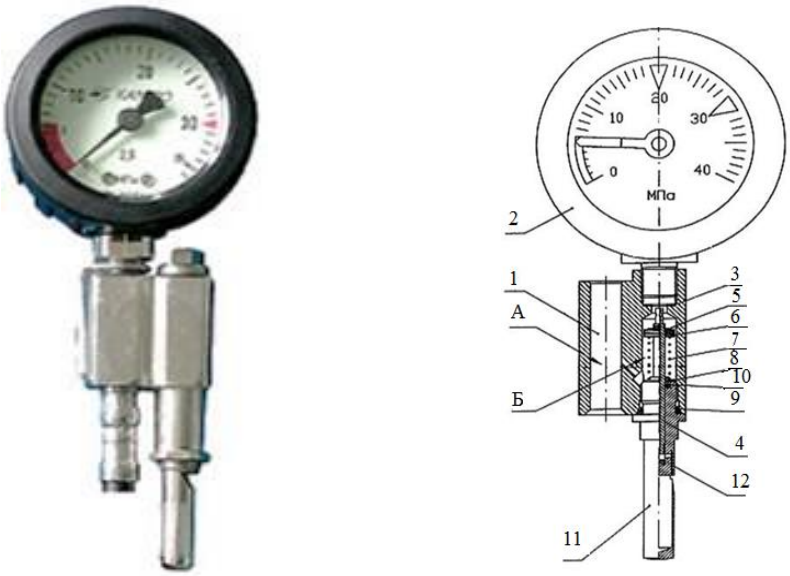


Рисунок 5– Сигнальное устройство

Проведя анализ конструкции и принципа действия типового сигнального устройства дыхательного аппарата спасателя, можно отметить один недостаток – наличие подвижных частей, как в самом манометре, так и в сигнальном устройстве.Устройство контроля давления в баллоне без подвижных элементов могло бы существенно повысить надежность системы безопасности спасателя.

Глава 2. Структура системы слежения за безопасностью работ спасателей МЧС

Система оповещения (рис.6) включает в себя радиопередающая станция УВЧ радиодиапазона 1 [1], которая соединена со звуковым шумом 2 и с блоками индикаторов 3. Мобильная приемо-передающая станция 1 связана с набором от 1 до n индивидуальных сигнальных средств спасателя 4, которые предварительно запрограммированы в LabVIEW в системе оповещения, и с радиоканальным устройством персонального оповещения (УПО) 5. Сигнальное средство спасателя, содержащее устройство определения неподвижного состояния, связано с блоком управления и питания.

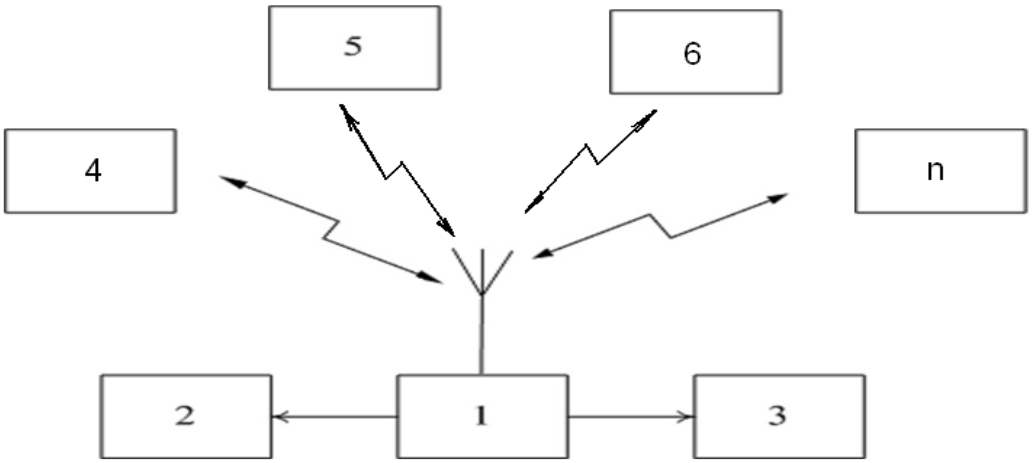


Рисунок 6 – Принципиальная схема системы оповещения

2.1 Сигнализатор неподвижного состояния спасателя МЧС

Для предупреждения чрезвычайных ситуаций, возникающих при работе персонала аварийно спасательных групп, технологического персонала и пожарной службы, связанных с обеспечением безопасности, предназначен сигнализатор неподвижного состояния (СНС).

Сигнализатор неподвижного состояния крепится на одежду или элементы спасательного оборудования, т.е. ремни или элементы экипировки. СНС автоматически активируется, если датчики зафиксировали отсутствие движения, что может свидетельствовать о возможной опасности жизни и здоровью спасателя. Отсутствием признаков движения может являться попадание под завал или потеря ориентации в местности или в здании [1]. По истечении 30–35 секунды с момента неподвижности спасателя, сигнализатор подает световой сигнал, и переходит в режим «предварительной тревоги», которая сопровождается нарастающим звуковым сигналом. Если спасатель обездвижен, и каких либо признаков движения не возобновилось, через 9–15 сек, то сигнализатор неподвижного состояния подаст сигнал тревоги, на пульт диспетчера. Радиус действия прибора десять метров в помещении достаточен, чтобы сигнал пробился на пульт управления руководителя работ.

Вспышки светового сигнализатора видны через густой слой дыма. Для эвакуации спасателя или пострадавшего человека придут спасатели пожарного и будут ориентироваться по характерным шумовым сигналам. Особая частота звука позволяет очень просто определить местоположение его источника. Сигнализатор неподвижного состояния обеспечивает надежность и безопасность пожарного спасателя, при угрозе спасателя режим тревоги можно включить вручную. В штатной ситуации руководителю работ за пультом удобно знать информацию о запасе кислорода у спасателей и тревожной кнопке, при нажатии на которую все спасатели будут осведомлены в том, что требуется незамедлительно покинуть зону ЧС.

2.2 Выбор элементов датчика движения

Наиболее полно требованиям задания на разработку датчика неподвижного состояния спасателя удовлетворяют следующие элементы.

Микроконтроллер Arduinounoэто устройство на основе микроконтроллера .

В его состав входит все необходимое для удобной работы с микроконтроллером:14 цифровых входов выходов (из них 6 могут использоваться в качестве ШИМ–выходов), 6 аналоговых входов, кварцевый резонатор на16 МГц, разъем USB, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования (ICSP) и кнопка сброса. Для начала работы с устройством достаточно просто подать питание.

Модуль GY-521 на микросхеме MPU6050

Это 3х осевой гироскоп и акселерометр на три координаты, а также датчик температуры окружающей среды.

- На плате модуля GY–521 размещены необходимые для надежного функционирования подтягивающие резисторы.
- Обмен данными с роботизированным контроллером управления осуществляется по шине IIC (I2C).

- Необходимое напряжение питания для модуля RKP – GY-521– MPU6050 и всех имеющихся на нем датчиков равно 3,3V.
- Модуль GY– 521 на базе микросхемы MPU – 6050 это решение, объединяющее 3х координатный гироскоп, 3 х координатный акселерометр и 9ти координатные алгоритмы Motion Fusion.
- Датчик GY–521– MPU6050 является первым, в мире интегрированным шести координатным решением на базе технологии Motion Processing, которое позволяет избавиться меж координатнойраз ориентации гироскопа и акселерометра.
- Датчики на основе чипов MPU–6050 имеют такие же размеры и распиновку, как и предыдущее семейство MPU–3000 3 – координатных гироскопов, что позволяет легко провести модернизацию уже созданного оборудования.
- Для наиболее точного трекинга быстрых и медленных движений, возможно самостоятельно запрограммировать необходимые режимы: ±250, ±500, ±1000, ±2000°сек для гироскопа, а также ±2g, ±4g, ±8g, ±16g для акселерометра.

Радиомодуль, передатчик и приемник

Передатчик

Приемник и передатчик 433 МГц рассчитаны на антенны с волновым сопротивлением 50 Ом. Они изготавливаются из одножильного провода длинной 17 см, что примерно соответствует 1/4 длины волны сигнала 433,92 МГц или из проволоки длинной 33 см, свернутой в спираль, что примерно соответствует ½ длины волны. Антенны устанавливаются как можно дальше от источников помех и металлических конструкций [4].

Модуль содержит резонатор на поверхностных акустических волнах. Металлический корпус резонатора выполнен в виде большой таблетки. Для передачи используется амплитудная модуляция. Когда на управляющем входе

уровень лог. 1 передатчик 433MHZ работает и передает в эфир сигнал несущей частоты, а когда лог.0 выключается питание (VCC) +12В, на практике проверял от +1,5В до +12В – во всем диапазоне излучает нормально, дальность приема, естественно меняется, но частота излучения стабильна (приемник – ловит).

Приемник

После сборки комплекта приемник + передатчик 433MHZ может потребоваться настроить приемник. Для этого предусмотрена подстроечная катушка L0. Для настройки необходимо включить передатчик в режим отправки сигналов с частотой модуляции несущей 2–5 Гц и проверить наличие сигнала на выходе приемника. Перед настройкой следует проверить работу канала связи в таком режиме при удалении между приемником и передатчиком на 1, 5 м и более. Если сигнала нет, то следует вращать сердечник катушки L0, добиваясь наилучшего приема. Далее подать на передатчик цифровой сигнал который будет использоваться для связи между приборами, установить щуп осциллографа в точку соединения конденсаторов С8 и С9 и растягивая, сжимая витки катушки L1 добиться наибольшей амплитуды сигнала на экране осциллографа. После этого опять подстроить индуктивность L0. Окончательную настройку следует проводить при разнесении модулей на расстояние, соответствующему предполагаемому в проекте расстоянию.

Приемник восприимчив к помехам. Для исключения ложного приема требуется цифровое кодирование и декодирование сигналов, содержащее многократные повторы команд. Программная обработка принятых данных на приемной стороне делает цифровой модуль, соединенный с приемником частью приемного устройства. Реализуя с помощью программы фильтрацию ложных сигналов, микроконтроллер использует большой объем передаваемой информации, но этого вполне достаточно для передачи одной команды в 2–3 секунды[4]. При этом значительно расходуется пропускная способность канала, но зато повышается достоверность распознавания команды.

Таким образом, при наличии сигнала на входе приемника в указанном диапазоне, на выходе получаем "единицу", при отсутствии сигнала – "ноль". Приемник, имевшийся в моем распоряжении, несколько отличается от приведенной схемы. В частности, подстройка частоты производится не конденсатором, а индуктивностью, а выход операционного усилителя прямо подключен к линии DATA. Питание (VCC) +5В.

Простейший вид модуляции (ООК) обладает рядом недостатков, главный из которых низкая помехоустойчивость. Во время передачи лог «О» передатчик не излучает несущей, и любая помеха на рабочей частоте приведет к наличию сигнала лог. «1» на выходе приемника.

Глава 3. Проектирование сигнализатора неподвижного состояния спасателя МЧС

3.1 Структурная схема сигнализатора

Структурная схема системы контроля движением спасателя (рис.7) включает в свой состав: МЭМС–гироскоп и акселерометр MPU 650, микроконтроллер Arduino uno, радиопередатчикMX-FO1 443,92 МГц и радиоприемникMX-RM443,92 МГц, микроконтроллер Arduino который преобразует сигнал с приемника и передает на компьютер. Конструктивно МЭМС–гироскоп и акселерометр, микроконтроллер Arduino uno, радиопередатчик MX-FO1 443,92 МГц объединены в одном корпусе и представляют собой ДДС.

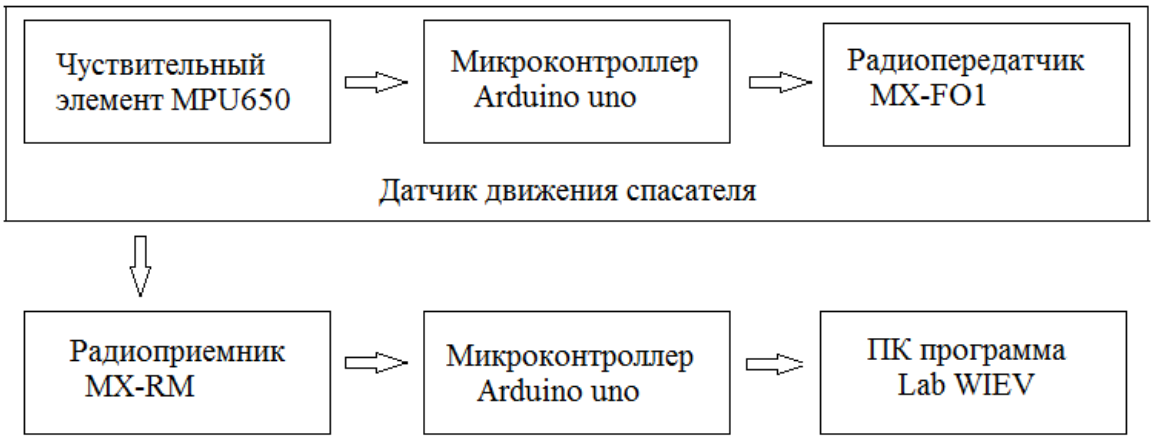


Рисунок7– Структурная схема системы контроля за подвижностью спасателя

3.2 Создание и исследования макетного образца сигнализатора

Датчик движения гироскоп и акселерометр модуль MPU6050

Передатчик и приемник 433мГц

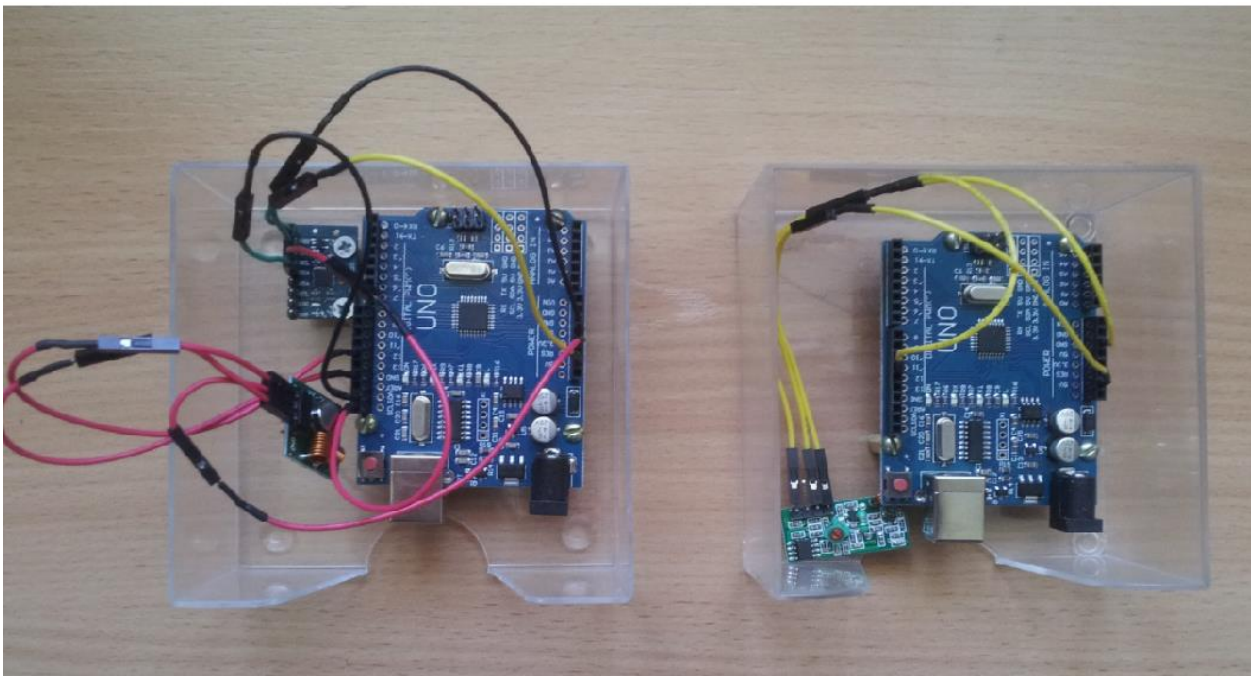


Рисунок 8–Датчик не подвижного состояния

3.2.2 Плата Arduino

Arduino Uno это устройство на основе микроконтроллера. В его состав входит все необходимое для удобной работы с микроконтроллером:14 цифровых входов выходов (из них 6 могут использоваться в качестве ШИМ–выходов), 6 аналоговых входов, кварцевый резонатор на16 МГц, разъем USB, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования (ICSP) и кнопка сброса. Для начала работы с устройством достаточно просто подать питание от AC DC – адаптера или батарейки, либо подключить его к компьютеру посредством USB–кабеля.

Характеристики:

Микроконтроллер: Arduino uno

Рабочее напряжение: 5В

Напряжение питания (рекомендуемое): 7–12В

Напряжение питания (предельное): 6–20В

Цифровые входы выходы: 14 (из них 6 могут использоваться в качестве ШИМ–выходов)

Аналоговые входы: 6

Максимальный ток одного вывода: 40 мА

Максимальный выходной ток вывода 3.3V: 50 мА

Питание

Arduino Uno может быть запитан от USB либо от внешнего источника питания – тип источника выбирается автоматически. В качестве внешнего источника питания (не USB) может использоваться сетевой ACDC

адаптер или аккумулятор батарея. Штекер адаптера (диаметр – 2.1мм, центральный контакт положительный) необходимо вставить в соответствующий разъем

питания на плате. В случае питания от аккумулятора батареи, ее провода необходимо подсоединить к выводам Gnd и Vinразъема POWER.

Связь

ArduinoUno предоставляет ряд возможностей для осуществления связи с компьютером, еще одним Arduino или другими микроконтроллерами. Имеется приемопередатчик, позволяющий осуществлять последовательную связь посредством цифровых выводов 0 (RX) и 1 (TX). Микроконтроллер на плате обеспечивает связь этого приемопередатчика с USB – портом компьютера, и при подключении к ПК позволяет Arduino но определяться как виртуальный COM – порт. Прошивка микросхемы 16U2 использует стандартные драйвера USB – COM, поэтому установка внешних драйверов не требуется. На платформе Windows необходим только соответствующий.inf файл. В пакет программного обеспечения Arduino входит специальная программа, позволяющая считывать и отправлять на Arduino простые текстовые данные. При передаче данных через микросхему – преобразователь USB – UART во

время USB–соединения с компьютером, на плате будут мигать светодиоды RX и TX.

(При последовательной передаче данных посредством выводов 0 и 1, без использования USB – преобразователя, данные светодиоды не задействуются).

Библиотека SoftwareSerial позволяет реализовать последовательную связь на любых цифровых выводах ArduinoUno.

В микроконтроллере также реализована поддержка последовательных интерфейсов I2C (TWI) и SPI. В программное обеспечение Arduino входит библиотека Wire, позволяющая упростить работу с шинойI2C. Для работы с интерфейсом SPI используйте библиотеку SPI.

Модуль GY-521 на микросхеме MPU6050

Это 3х осевой гироскоп и акселерометр на три координаты, а также датчик температуры окружающей среды.

- На плате модуля GY–521 размещены необходимые для надежного функционирования подтягивающие резисторы.
- Обмен данными с роботизированным контроллером управления осуществляется по шине IIC (I2C).
- Необходимое напряжение питания для модуля RKP–GY-521–MPU6050 и всех имеющихся на нем датчиков равно 3,3V.
- Модуль GY– 521 на базе микросхемы MPU – 6050 это решение, объединяющее 3х координатный гироскоп, 3х координатный акселерометр и 9ти координатные алгоритмы MotionFusion.
- Датчик GY-521– MPU6050 является первым, в мире интегрированным шести координатным решением на базе технологии Motion Processing, которое позволяет избавиться от меж координатной раз ориентации гироскопа и акселерометра.
- Датчики на основе чипов MPU–6050 имеют такие же размеры и распиновку, как и предыдущее семейство MPU–3000 3–координатных

гироскопов, что позволяет легко провести модернизацию уже созданного оборудования.

- Для наиболее точного трекинга быстрых и медленных движений, возможно самостоятельно запрограммировать необходимые режимы: ±250, ±500, ±1000, ±2000°сек для гироскопа, а также ±2g, ±4g, ±8g, ±16g для акселерометра.

Принципиальная схема модуля GY-521 на базе микросхемы MPU-6050

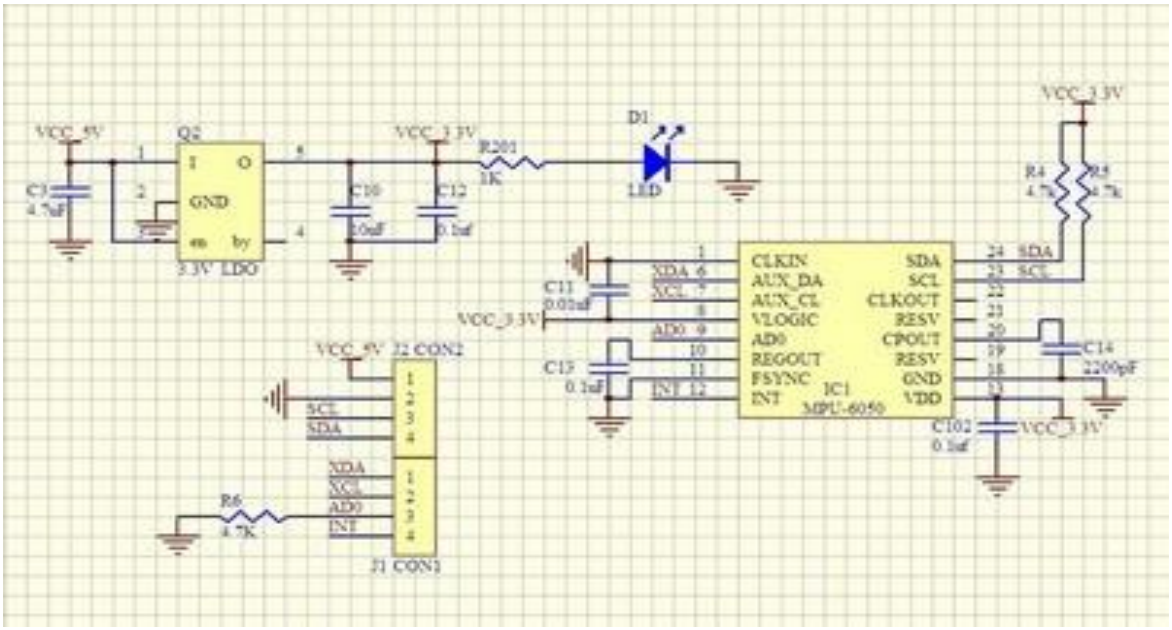


Рисунок 9– Принципиальная микросхема MPU–6050

Характеристика модуля GY– 521

Микросхема: MPU–6050 (гироскоп 3-осевой + акселерометр на три координаты). Напряжение питания модуля: от 3,3V до 5V (DC);Чип MPU–6050: 16 битный АЦП, 16-ти битный вывод данных; Гироскоп диапазон: ± 250 500 1000 2000 ° с Акселерометр диапазон: ± 2 ± 4 ± 8 ± 16g

Связь с контроллером по стандартному коммуникационному протоколу IIC (I2C)

Размеры модуля: 15x20 мм.

Вес модуля: 5 грамм

Диаметр отверстий (2 шт.) для монтажа датчика GY-521: 3 мм

Шаг распиновки: 2,54 мм

Датчик GY–521 отлично подходит для любых DIY проектов

3.2.3 Модуль радиопередатчика (приемника)

Передатчик

Радио модуль передатчика собран на печатной плате,19х19мм примерная схема показана на (рис. 9). Общий принцип работы из рисунка ясен: есть генератор ВЧ колебаний, стабилизированный кварцевым резонатором генератор нагружен на излучающую антенну, питание генератора осуществляется через транзисторный ключ

Подключение модуля: GND – общий провод питания, VCC - питание передатчика, DATA – TTL сигнал с выхода микроконтроллера (логическая единица включает излучение передатчика). К выводу ANT подключается антенна, в качестве которой можно использовать – отрезок провода 10см для диапазона 433МГц.Устройство передает сигналы с помощью разновидности амплитудной модуляции OOK. Это альтернатива обычной амплитудной модуляции ASK несущей частоты. Альтернативой является бинарная форма модуляции. генератора осуществляется через транзисторный ключ.

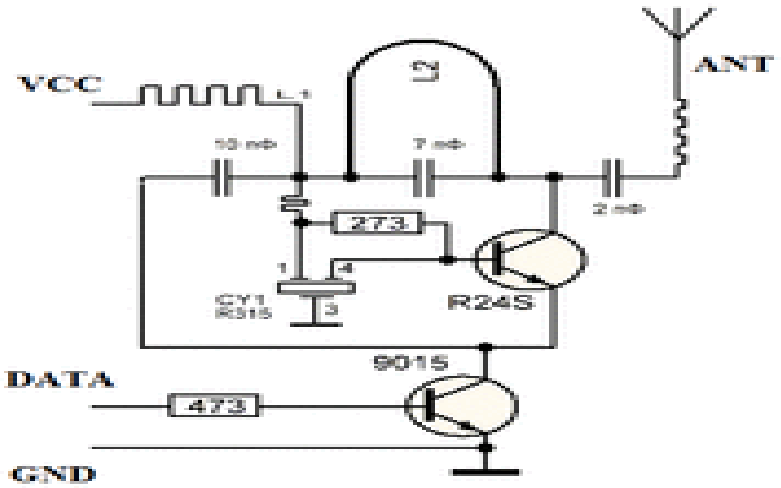


Рисунок – 10 Схема передатчика

Питание (VCC) +12В, на практике проверял от +1,5В до +12В - во всем диапазоне излучает нормально, дальность приема, естественно меняется, но частота излучения стабильна (приемник –ловит!).

Подключение модуля: GND – общий провод питания, VCC - питание передатчика, DATA – TTL сигнал с выхода микроконтроллера (логическая единица включает излучение передатчика). К выводу ANT подключается антенна, в качестве которой можно использовать – отрезок провода 10см для диапазона 433МГц.Устройство передает сигналы с помощью разновидности амплитудной модуляции OOK. Это альтернатива обычной амплитудной модуляции ASK несущей частоты. Альтернативой является бинарная форма модуляции. При обычной модуляции ASK происходит постоянное энергопотребление, а в процессе энергии требуется меньше[4]. Скорость передачи данных в режиме OOK ограничивается временем выхода генератора на рабочий режим. Благодаря использованию в передатчике OOK модуляции происходит экономия энергии, что особенно важно при питании от батарей.

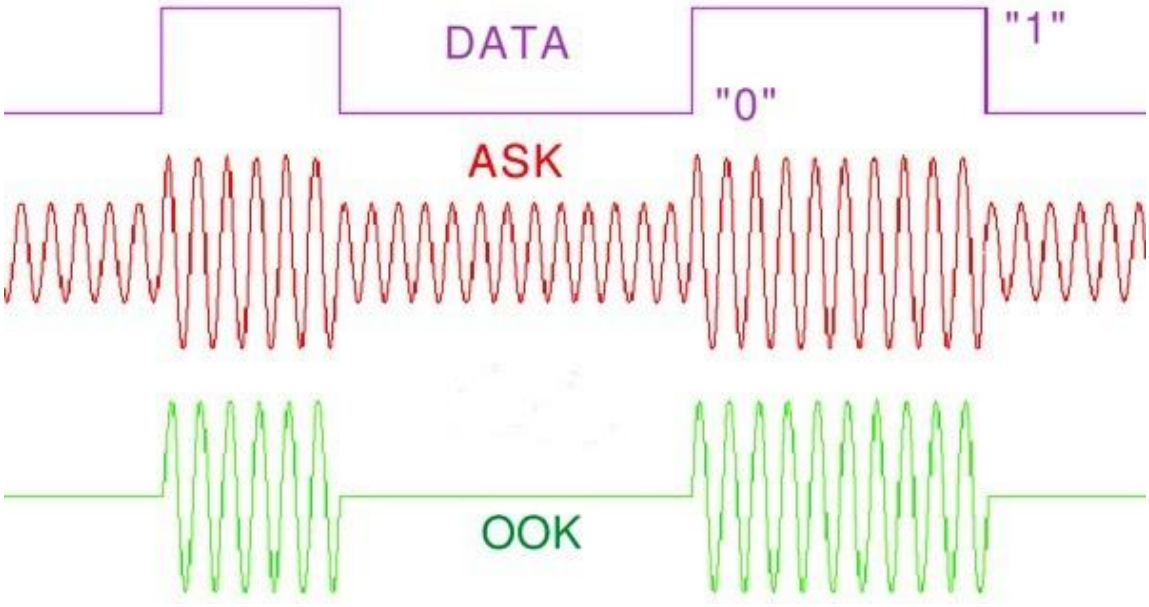


Рисунок 11 –Формы сигнала передатчика

Верхний график показывает форму сигнала DATA управления передатчиком 433МГц. Центральный красный график сигнал с выхода

обычного передатчика, использующего амплитудную модуляцию. Нижний график сигнал с выхода нашего передатчика, использующего ООК модуляцию.

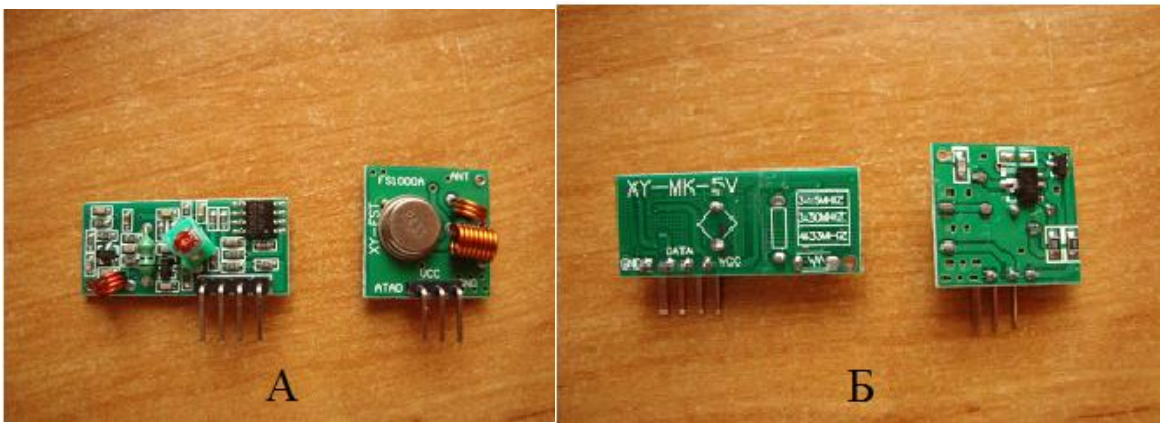


Рисунок 12 – Радиопередатчик и приемник:

А – вид сверху, Б – вид снизу

Радиомодуль приемника собран на печатной плате несколько большего размера 15х30мм по примерной схеме, показанной на рисунке 13. Общий принцип работы из рисунка ясен: есть транзисторный приемник ВЧ сигнала, к выходу которого через ФНЧ подключен компаратор на операционном усилителе. Таким образом, при наличии сигнала на входе приемника в указанном диапазоне, на выходе получаем "единицу", при отсутствии сигнала – "ноль". Приемник, имевшийся в моем распоряжении, несколько отличается от приведенной схемы. В частности, подстройка частоты производится не конденсатором, а индуктивностью, а выход операционного усилителя прямо подключен к линии DATA. Питание (VCC) +5В. Схема приемника приведена на рисунке 13.

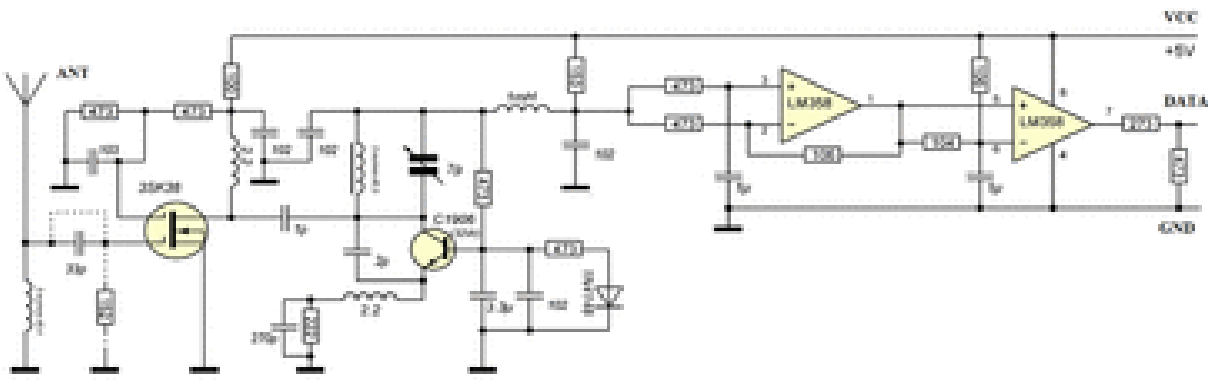


Рисунок 13–Схема приемника

Простейший вид модуляции обладает рядом недостатков, главный из которых низкая помехоустойчивость. Во время передачи лог «О» передатчик не излучает несущей, и любая помеха на рабочей частоте приведет к наличию сигнала лог. «1» на выходе приемника. Без применения кодеров декодеров использовать радио модули, практически, невозможно. Действительно, осциллограмма сигнала на выходе приемника в отсутствии излучения передатчика представляет собой "хаотическое" появление лог."1". Подключение модуля: GND – общий провод питания, VCC – питание приемника, DATA – выход приемника – можно трактовать как TTL сигнал и подавать его на вход микроконтроллера. К выводу ANT подключается антенна, в качестве которой можно использовать отрезок провода 10см для диапазона 433МГц.

3.2.4 Автономный блок питания сигнализатора

питания – тип источника выбирается автоматически. В качестве внешнего источника питания может использоваться батарея на 10 – 12 вольт

питания на плате. В случае питания от аккумуляторабатареи, ее провода необходимо подсоединить к выводам Gnd и Vinразъема POWER

3.2.5 Разработка программы вывода информации на компьютер (LabWIEV)

ArduinoUno программируется с помощью программного обеспечения Arduino. Для этого из меню Tools – Board необходимо выбрать "ArduinoUno" с микроконтроллером, соответствующим вашей плате. В ArduinoUno выпускается с прошитым загрузчиком, позволяющим загружать в микроконтроллер новые программы без необходимости использования внешнего программатора. Взаимодействие с ним осуществляется по

оригинальному протоколу STK500.Тем не менее, микроконтроллер можно прошить и через разъем для внутрисхемного программирования ICSP (In –CircuitSerial Programming), не обращая внимания загрузок.

Исходный код прошивки микроконтроллера 16U2 (или 8U2 на платах версии R1 и R2) находится в свободном доступе. Прошивка 16U2/8U2 включает в себя DFU – загрузчик (DeviceFirmwareUpdate), позволяющий обновлять прошивку микроконтроллера. Для активации режима DFU необходимо:

– На платах версии R1: замкнуть перемычку

на обратной стороне платы (возле изображения Италии), после чего сбросить 8U2.

– На платах версий R2 и выше – для упрощения перехода в режим DFU

присутствует резистор, подтягивающий к земле линию HWB микроконтроллера 8U2/16U2.После перехода в DFU – режим для загрузки новой прошивки можноиспользовать программное обеспечениеAtmel's FLIP(для Windows) илиDFUprogrammer(для MacOSX и Linux). Альтернативныйвариант – прошить микроконтроллер через разъем для внутрисхемного программирования ISP с помощью внешнего программатора, однако в этом случае DFU – загрузчик затрется.

3.2.6 Техническое описание макетного образца

Макет представляет собой корпус, в котором смонтированы все элементы датчика движения: микроконтроллер Arduinouno, гироскоп и акселерометр MPU 650 а также радио передатчик МГц 433Arduino uno радио приемник.

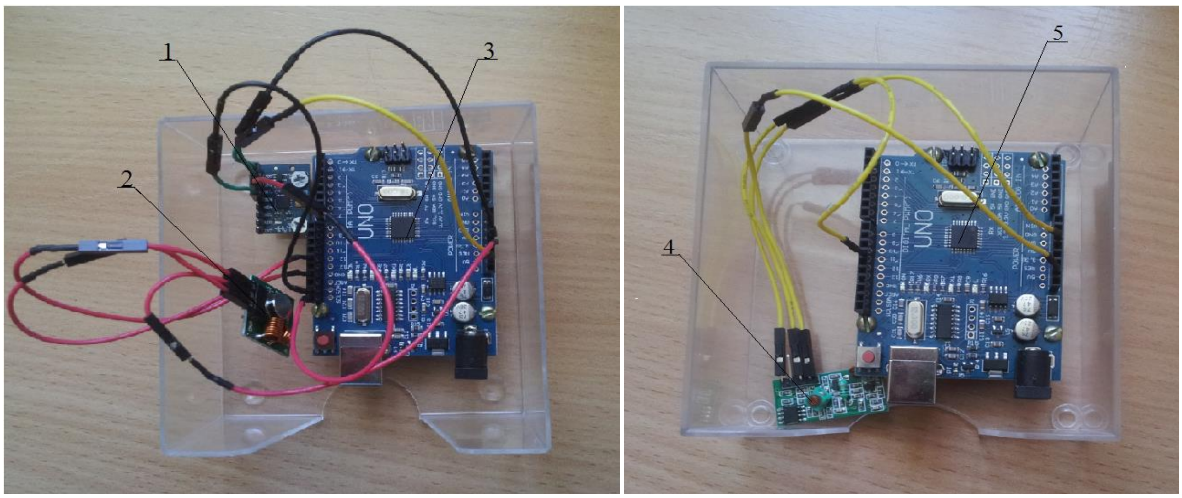


Рисунок 14 – Макетный образец датчика неподвижного состояния спасателя:

1– модуль GY– 521 микросхема: MPU–6050 (гироскоп 3– осевой + акселерометр)

2– модуль радиопередатчик 433 МГц

3– микроконтроллер Arduinouno

4–модуль радиоприемника 433 МГц

5– микроконтроллер Arduinouno

3.2.7 Результаты экспериментальных исследований

Экспериментальные исследования макетного образца

Датчик движения через микроконтроллер Arduinouno выдает цифровой сигнал на программу LabVIEW, которая анализирует сигнал и устанавливает, есть ли движение или нет.

На экран монитора компьютера (рис.15) выводится сигнал с датчика: 30-35 секунд без движения; ещё 10–15 секунд без движения; 1 минута без

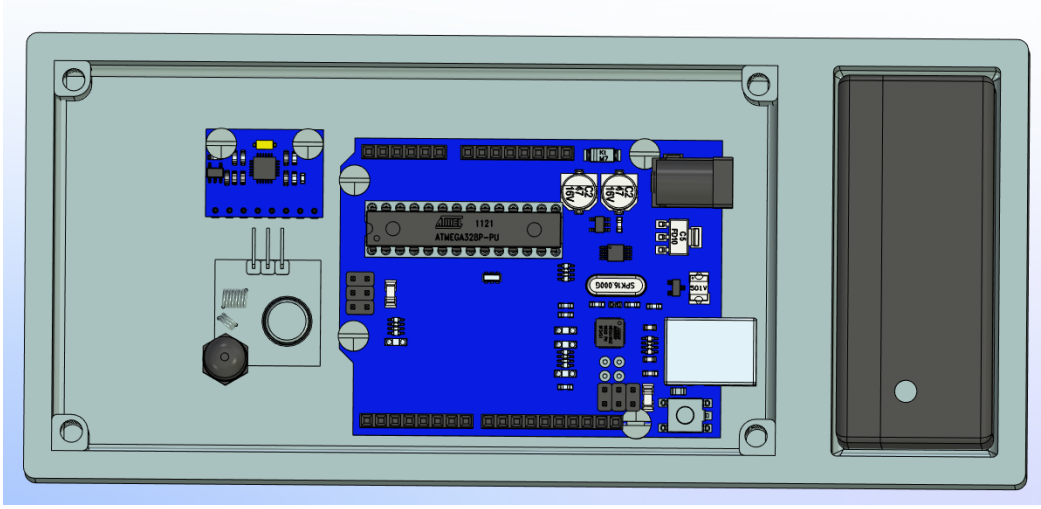
движения. После достижения каждого рубежа времени включается световая и звуковая сигнализация соответствующего уровня.

Рисунок 15 –Экран монитора – сигнализатор датчика движения спасателя

Осуществляется мониторинг движения за счет измерения ускорения, подтверждением чему служит периодическое мигание светодиодов белого цвета. При неподвижности пользователя подаёт световые и звуковые сигналы, которые слышны даже в самых неблагоприятных условиях окружающей среды. Отсутствие движения является признаком перехода устройства в режим «Тревога». Режим «Тревога» сопровождается сигналом полного оповещения и световой сигнализацией. Спасатель имеет возможность принудительного включения режима «Тревога» при помощи нажатия кнопок.

3.3 Разработка конструкции носимого на спасателя МЧС сигнализатора неподвижного состояния

3.3.1 Чертеж общего вида



3.3.2 Схема радио модуля передатчик приемник

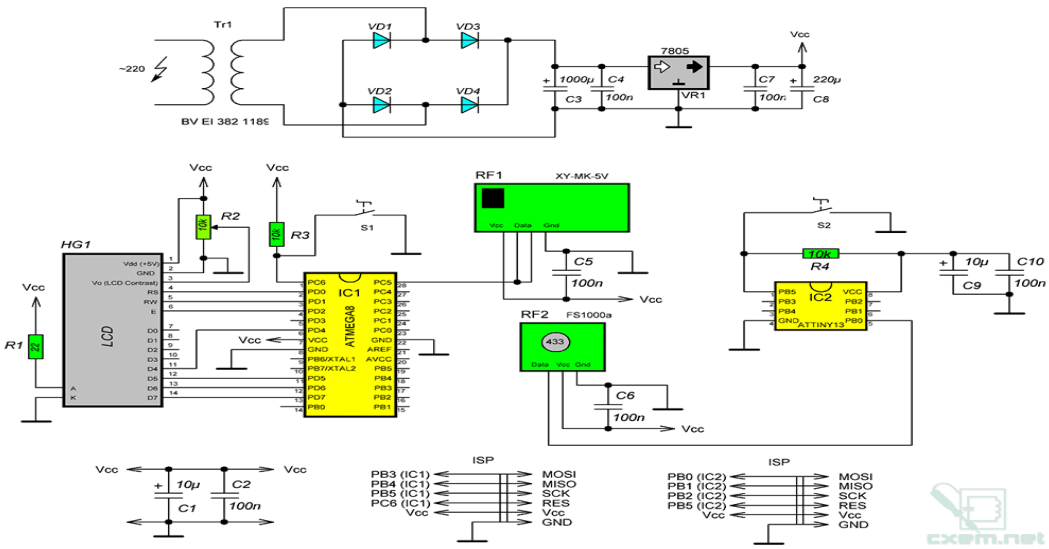


Рисунок 16 – Схема демонстрирует связь между двумя микроконтроллерами по радио каналу по средствам модулей XY-MK-5V и XY – FST.

Логика работы следующая – микроконтроллер Arduinouno динамически изменяет переменную и постоянно передает ее значение по радиоканалу на микроконтроллер. Во втором микроконтроллере данные принимаются, и значение переменной выводится на монитор компьютера. Стоит отметить, что все же иногда проскакивают помехи в полезные данные. Что шум как–то нужно фильтровать. Организована фильтрация так – чтобы принять полезные данные, первый байт передачи должен быть как бы адресным. Как только значение первого байта совпадет с заложенным, то второй байт можно смело принимать как полезные данные. Данные передаются несколько раз подряд для предотвращения потери данных. Все достаточно просто. Для увеличения помехоустойчивости длину адресной информации можно увеличить до двух или трех байт.

Сигнал для передатчика формируется в зависимости от числа, которое нужно передать. Число в двоичном виде представляет собой последовательность нулей и единиц. Таким образом, в зависимости от состояния каждого бита в байте на передатчик подается ноль или единица так формируется прямоугольный (цифровой) сигнал. Приемник этот сигнал принимает и также в зависимости от состояния (ноль или единица) формируется 8 бит байта и получаем переданное число и далее делаем с ним (с принятой информацией) все что нам нужно.

3.3.3 Инструкция по применению сигнализатора неподвижного состояния

Сигнализатор неподвижного состояния крепится на одежду или элементы спасательного оборудования, т.е. ремни или элементы экипировки.

Устройство сигнализатора

Каркас сигнализатора представляет собой пластиковый корпус из высококачественного ударостойкого поликарбоната. Сопротивления к воспламенению и различным внешним механическим воздействиям. С

обратной стороны сигнализатора расположена съемная крышка, которая крепится к корпусу при помощи винтов. В нижне й части сигнализатора установлены батарейка 4шт, которые питающий микроконтроллер гироскоп с акселерометром, и радиопередатчик, подключающиеся к нему. Основными элементами сигнализатора являются:

- Микроконтроллер Arduinouno;
- Гироскоп с акселерометром MPU650;
- Радио передатчик МГц 433

Устройство контроля неподвижного состояния предназначено для распознавания состояния неподвижности человека, классифицируемого как результат потери сознания или получения тяжёлых физических повреждений.Сигнализатор переходит в режим тревоги в случае, когда спасатель находится в неподвижном состоянии в промежутке короткого времени.

Технические характеристики устройства

–по взрывозащите–ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ

–Размер габаритов устройства – 9х4мм

–Масса устройства – > 300 грамм

–Звуковое давление сигнала оповещения не менее 90дБ на расстояние 5 метров

– Работа устройства осуществляется при напряжении питания от(9 ± 1,5 В) постоянного тока от автономного элемента питания и максимальном токе потребления 150 мА.

– Устройство имеет звуковую сигнализацию разряда элемента питания.

При подготовке сигнализатора к работе необходимо:

- Проверить комплектность сигнализатора;
- Произвести внешний осмотр сигнализатора на предмет отсутствия повреждений;

- Произвести установку и подключение сигнализатора. Проверить состояние болтовых соединений, надежность крепления элементов и проводов;
- Проверить корректность работы датчик а можно, не двигаясь, проверить датчика.

При длительной эксплуатации возможны редкие сбои в работе. Как правильно это связанно с загрязнением влаги, пыли. Необходимо вынуть датчик из емкости корпуса и произвести тщательную очистку. При очистке важно не допустить даже незначительных механических повреждений поверхности датчиков, таких как царапины.

Глава 4. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Целью данного раздела является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе его реализации.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

– разработка общей экономической идеи проекта, формирование концепции проекта;

– организация работ по научно-исследовательскому проекту;

– определение возможных альтернатив проведения научных исследований;

– планирование научно-исследовательских работ;

– оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсо эффективности и ресурсосбережения;

– определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование, а также провести анализ конкурентоспособности. Результатом разработки метода исследования является то что, Датчик неподвижного состояния спасателя МЧС наиболее эффективно определяет движения спасателя. Работа является частью научных исследований для предупреждения чрезвычайных ситуаций, возникающих при работе персонала аварийно-спасательных групп, технологического персонала и пожарной службы, связанных с обеспечением безопасности, предназначен сигнализатор неподвижного состояния.

На мировом рынке в настоящее время Система контроля давления дыхательного аппарата и неподвижное состояния спасателя МЧС производят следующие организации: ПТС "Авиа"-140 М, ПТС «Профи», зарубежные Drager Bg 4 Plus, Dräger PSS® 7000 Bodyguard.

Потребителями этой продукции являются спасатели МЧС необходимые выполнить исследование характеристик дыхательного аппарата манометр и датчик неподвижного состояния спасателя, изучение принципов его работы и разработку лабораторного стенда для студентов.

4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 1. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$К = \sum В_i \cdot Б_i , \quad (1)$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$В_i$ – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$ – балл *i*-го показателя.

Таблица 4 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		$Б_ф$	$Б_ф$ $Б_{к1}$	$Б_{к2}$	$К_ф$	$К_1$	$К_{к1}$ $К_2$ $К_{к2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение	0.1	4	3	4	0.5	0.4	0.4

производительности труда пользователя							
2. Безопасность	0.04	5	4	5	0.4	0.4	0.5
3.Соответствие заявленным требованиям	0.03	5	5	4	0.3	0.3	0.4
4. Функциональность	0.02	4	4	4	0.4	0.04	0.05
5. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	5	3	4	0,05	0,35	0,09
6.Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	5	5	3	0,5	0,25	0,5
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0.07	5	3	4	4	0.35	0.25
2. Уровень проникновения на рынок	0.2	4	5	4	3	0.7	0.4
3. Цена	0.4	6	3	4	1	0.5	0.6
4.Предполагаемый срок эксплуатации	0.05	5	4	4	0.4	0.32	0.3
5.Финансирование научной разработки	0.03	5	5	4	0.5	0.25	0.15
6.Многократноеиспользование ограниченных средств	0,1	4	3	4	0,2	0,4	0,2
Обеспечение занятости	0,04	5	5	3	0,2	0,3	0,5
Итого	1	3	7	1	0.75	0.56	0,34

Результат показывает, что ресурсоэффективность датчика неподвижного состояния выше, чем у других конкурентов.

4.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ производится для исследования внешней и внутренней среды проекта.

SWOT анализ проводится в несколько этапов.

I этапе описываем сильные и слабые стороны проекта, и выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые могут появиться или уже проявились в его внешней среде. Все результаты отображены в матрице SWOT (Таблица 2.).

Таблица 2 - Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	**Слабые стороны научно-исследовательского проекта:**
С1. Исследование датчик движения спасателя С2. Исследование с помощью программы Lab VIEW С3.Возможность более качественного проведение контроля углы поворота С4. Чувствительность метода до 0,7 вес % а исследуемого объекта С5. Более долгое использования С6. Наличие бюджетного финансирования. С7. Полнопрофильный анализ с использованием специализированного программного комплекса NI VISA	Сл1. Исследование можно применить только для спасателей МЧС Сл2. Отсутствие погрешности измерения Сл3. При нагреве до температуры объект изменяется по структуре, по этому метод относится к разрушающему контролю

Возможности:	**Угрозы:**
В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Появление более качественных датчиков материалов в индустрии	У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Появления конкуренций в технологий производства У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства

II этапу относится выявления соответствии сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Возможные несоответствие или соответствие нужны для выявление степени необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа была построена интерактивная матрица проекта. С использованием матрицы можно разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Пример интерактивной матрицы проекта представлен в интерактивной матрице проекта.

Таблица 5 - Матрица «Сильные стороны-возможности»

		С1	С2	С3	С4	С5	С6	С7
Возможности проекта	В1	+	+	-	+	+	-	+
	В2	+	+	-	+	+	+	+
	В3	+	+	+	-	+	+	+

Таблица 4 - Матрица «Слабые стороны-возможности»

Возможности		Сл1	Сл2	Сл3

проекта	В1	+	-	-
	В2	+	+	-
	В3	+	-	-

Таблица 6 - Матрица «Сильные стороны-угрозы»

		С1	С2	С3	С4	С5	С6	С7
Угрозы проекта	1	-	+	+	-	+	+	+
	2	+	+	-	-	+	-	-
	3	+	+	+	-	-	+	+
	4	-	-	-	+	-	-	-

Таблица 6 - Матрица «Слабые стороны-угрозы»

		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	+	+	-
	У2	+	-	-
	У3	+	-	-
	У4	-	+	-

Таким образом, после проведенного SWOT-анализа можно сделать вывод, что данная технология имеет преимущества по сравнению с имеющимися разработками: показывают возможность создания сигнализатора неподвижного состояния спасателя МЧС чувствительность выше на 1.5 %. Данная разработка более эффективно определяет, движению угол поворота по сравнению с существующими технологиями, что будет способствовать привлечению покупателей. При реализации данного проекта могут возникнуть трудности из-за многокомпонентного материала. Отсутствие спроса на образцы может быть вызвано как неосведомленностью покупателей о появлении на рынке разработки, так и непониманием преимуществ новшества.

4.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Коммерциализация в науке – это практическое использование научных изысканий и разработок в производстве товаров или предоставлении услуг, с тем, чтобы эти товары или услуги, можно было продать с максимальным

коммерческим эффектом. Коммерциализация интеллектуальной собственности подразумевает использование интеллектуального труда для получения большей выгоды предпринимателями.

Для оценки готовности проекта заполняется форма (таблица7), содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Таблица 7 Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
	Определены перспективные направления коммерциализации научно – технического задела	4	3
	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	4
	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	3
	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	2
	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	1
	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	1
	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	2
	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	2
	Проработаны вопросы	5	4

	финансирования коммерциализации научной разработки		
	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	4
	Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	61	45

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле 4:

$$Б_{сум} = \sum Б_i , \quad (2)$$

где $Б_{сум}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$Б_i$ – балл по i-му показателю.

Значение $Б_{сум}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В нашем случае степень проработанности научного проекта и уровень имеющихся знаний у разработчика находятся в промежутке от 75 до 60, то такая разработка считается перспективной, Таким образом, по результатам оценки можно сделать вывод, что перспективность проекта среднее, следовательно, необходимо увеличивать объемы инвестирования и улучшить направление проведения оценки стоимости интеллектуальной собственности, повысить уровень компетенций недостающих разработчику в данном вопросе и предусмотреть возможности привлечения требуемых специалистов в команду проекта.

4.5 Инициация проекта

4.5.1.Цели и результат проекта

В данном разделе необходимо привести информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Это могут быть заказчики, спонсоры, общественность и т.п.

В таблице 8 приведена информация о заинтересованных сторонах проекта.

Таблица 8 -Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Кафедра Точного приборостроения, Института неразрушающего контроля, Национального исследовательского Томского политехнического университета	Появление на рынке продукта, который будет более качественным и долговечнее чем другие продукты и соответствовать заявленным требованиям.
Руководитель Гормаков А.Н.	
Исполнитель Курманканов Э.Б	

В таблице 9 представлена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта должны включать цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица 9 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Создания датчика неподвижного состояния спасателя МЧС
Ожидаемые результаты проекта:	Проведение анализа для датчика движения
Требования к результату проекта:	Экономическая обоснованность
	Соответствие характеристики датчика движений

4.5.2 Организационная структура проекта

На данном этапе работы решаются следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определена роль каждого участника в данном проекте, а также прописаны функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Эту информация представлена в таблице 10.

Таблица 10 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО,основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
1	Гормаков А.Н. (ИНК ТПУ)	Руководитель проекта	Координация деятельности участников проекта и эксперт проекта	66
2	Курмакнов Э.Б. Магистрант (ИНК ТПУ)	Исполнитель по проекту	специалист, выполняющий отдельные работы по проекту	176
ИТОГО:				242

4.6. Планирование управления научно-техническим проектом

4.6.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке 1 представлена иерархическая структура работ по проекту.

4.6.2 Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (таблица 11). Степень участия в проекте может характеризоваться следующим образом:

Ответственный (О)– лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.

Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта.

Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждении результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

Согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

Таблица 11 - Матрица ответственности

Этапы проекта	Руководитель Гормаков А.Н.	Исполнитель Курманканов Э.Б.
Разработка и согласование технического задания	+	+
Изучение литературы		+
Изучение имеющихся технологий изготовления и исследования		+
Проведение патентного поиска и оформление его результатов		+
Обзор НТД		+
Исследование температуры Кюри ферритовых материалов		+
Разработка и исследование термомагнитометрического метода контроля фазового состава для ферритов	+	+
Определение чувствительности термомагнитометрического	+	+

анализа для ферритов		
Исследование фазового состава литий-титановых ферритов с помощью ТГ и РФА анализов	+	+
Написание статей и отчетов	+	+
Оформление отчета.	+	+

4.6.3 Контрольные события проекта

В рамках данного раздела были определены ключевые события проекта, их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Эта информация сведена в таблицу (см. табл. 12).

Таблица 12 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Инициация проектом	14.09.15	Техническое задание, календарный план
2	Формирование требований к проекту	16.11.15	Патентный поиск, исходные данные к работе
3	Разработка	16.02.16	Датчик неподвижного состояния
4	Оформление результатов	13.05.16	Оформление отчета

4.6.4 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация по данному разделу сведена в таблицу (см. таблицу 13).

Таблица 13 – Реестр рисков

	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
	Риск технологи-ческой «неадекват-ности»	Низкий уровень финансирования проекта			Низкий	Оценки затрат на реализации проекта	Отсутствие заказчиков
	Риск финансовой «неадекват-ности»	Использование материалов низкого качества, остановка реализации проекта			Низкий	Точный расчет необходимых затрат	Неверный расчет бюджета проекта
	Риск неправил-ьной оценки характерис-тик контроль-ных образцов	Время работы над проектом			Низкий	Персонал должен проходить периодическую пере-аттестацию	Низкий профессио-нальный уровень рабочего персонала
	Риск неуправ-ляемости проектом	Низкий уровень качества разработанной технологии			Средний	Привлечение высококвали-фицированного персонала	

4.6.5 План проекта

Для планирования выполнения ВКР необходимо составить календарный план проекта. Для этого построим диаграмму Ганта.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде таблицы 14 с разбивкой по месяцам и неделям за период времени выполнения научного проекта.

Таблица 14 – Календарный план-график проведения исследования

№	Вид работ	Исполнители	к, ал, дн.	Продолжительность выполнения работ																	
				февраль			март				апрель				май				июнь	
																					0
	Разработка ТЗ	Р																			
	Изучение и анализ литературы	М	5																		
	Проведение консультаций	Р																			
	Выбор датчика и изучение констркции, принцип работы	М																			
	Создания датчика неподвижного состояния спасателя	М	4																		
	Проведение рядов испытания, сбор характеристик.	М	1																		
	Разработка технологический процесс изготовления датчика не подвижгого состояния	М																			
	Проведение рядов испытания, сбор характеристик.	М	1																		
	Подготовка материалов для ВКР	М	0																		
0	Обсуждение полученных результатов	Р																			
11	Оформление ВКР	М																			
12	Сдача ВКР	М																			

4.7 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета разработки технологии изготовления контрольных образцов из неметаллов необходимо провести полную оценку всех расходов, необходимых для ее выполнения. Расходы группируются по следующим статьям:

1. расходы на сырье, материалы, покупные изделия;
2. расходы на специальное оборудование;
3. основная заработная плата;
4. дополнительная заработная плата;
5. отчисления в социальные фонды;
6. работы, выполняемые сторонними организациями;
7. накладные расходы.

4.7.1 Расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

Проведем расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия. Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам. Материалы, необходимые для выполнения ВКР и их стоимость приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Сырье, материалы необходимые для выполнения ВКР

Наименование	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Датчик движения MPU 650		630	630
Arduino uno	2шт	1300	1300
Радио модуль	2шт.	240	240
Про волка	пачка	1200	1200
Всего за материалы			3370
Итого по статье $C_м$			3370

Кроме приведенных выше материалов, для выполнения ВКР необходима электроэнергия, потребляемая компьютером. Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{эл} = T_{эл} \cdot P \cdot t, \quad (3)$$

где n – тариф на электроэнергию (2.6 р. за 1 кВт·ч);

P – мощность оборудования (0.2 кВт·ч);

t–время использования оборудования (из расчета работы 8 часов в сутки).

Таким образом, суммарные расходы на материалы составляют:

$$C_{эл} = 2.6 \cdot 0.2 \cdot 8 \cdot 476 = 1980{,}16 \text{ руб.}$$

4.7.3 Расчет основной заработной платы

Проведем расчет основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в разработке. Основная заработная плата работника от предприятия определяется по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (4)$$

где $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_{раб}$ – продолжительность работ в рабочих днях.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_м \cdot M}{F_д}, \quad (5)$$

где $З_м$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 24 раб.дня M =11,2 месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней M=10,4 месяца, 6-дневная неделя);

$F_д$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Месячный должностной оклад руководителя (с.н.с., к.т.н.):

$$З_{мр} = 32792 \cdot 1{,}3 = 42629{,}6 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад магистранта, как учебно-вспомогательного персонала 2-го квалификационного уровня:

$$З_{мм} = 8022{,}65 \cdot 1{,}3 = 10429{,}45 \text{ руб.}$$

Определим действительный годовой фонд рабочего времени F_n руководителя, исполнителя (магистранта), и исполнителя (аспирант) исходя из того, что они работают по 5-дневной неделе (таблица. 17).

Таблица 16 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	116 96 20	116 96 20
Потери рабочего времени на отпуск	32	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	218	250

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$З_{дн.р} = \frac{42629{,}6 \cdot 10{,}4}{218} = 2033{,}7 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата исполнителя:

$$З_{дн.и} = \frac{10429{,}45 \cdot 12}{250} = 500{,}61 \text{ руб.}$$

Исходя из количества рабочих, основная заработная плата составит для руководителя:

$$З_{осн.р} = 2033{,}7 \cdot 218 = 443346{,}6 \text{руб.}$$

для исполнителя:

$$З_{осн.и} = 500{,}61 \cdot 250 = 125152{,}5 \text{ руб.}$$

Таблица 17- Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_м$, руб	$З_{дн}$, руб.	$Т_р$, раб.дн.	$З_{осн}$, руб.
Руководитель	42629,6	2033,7	218	443346,6
Исполнитель	10429,45	500,61	250	125152,5

4.7.4 Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала составляет в среднем 12% от суммы основной заработной платы.

Таким образом, дополнительная заработная плата:

для руководителя:

$$З_{д.р} = 443346{,}6 \cdot 0.12 = 53201{,}6 \text{ руб}$$

для исполнителя:

$$З_{д.и} = 125152{,}5 \cdot 0.12 = 15018{,}3 \text{руб.}$$

Таблица 18 - Заработная плата исполнителей ВКР

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная зарплата	443346,6	125152,5
Дополнительная зарплата	53201,6	15018,3
Итого	496548,2	140170,8
Итого по статье $C_{зп}$	636719	

4.7.5 Расчет отчислений на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды включают в себя отчисления во внебюджетные фонды: пенсионный фонд, фонд ОМС и т.д. Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды составляет 30%, тогда

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (6)$$

$$C_{внеб} = 0{,}3 \cdot 140170{,}8 = 42051{,}24 \text{ руб.}$$

4.7.6 Расчет накладных расходов

В эту часть включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной

и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Примем коэффициент накладных расходов $k_{\text{накл}}$ равным 90%,

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot \left(З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}\right) \quad (7)$$

Снакл. = 0,9 · 140170,8 = 126153,72 руб.

4.7.7 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Оценка эффективности исследования проводилась на основании сравнения контрольных образцов из металла и неметалла:

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{ф}}^{p} = \frac{\Ф_{pi}}{\Ф_{max}}, \quad (8)$$

где

$I_{\text{ф}}^{p}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Ф_{pi}$ – стоимость исполнения;

$\Ф_{max}$ – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Так как стоимость исполнения представленного проекта максимальна, в сравнении с аналогами, следовательно, интегральные финансовые показатели разработки и аналогов равны

$$I_{\text{ф}}^{p} = 1, \quad I_{\text{ф}}^{a1} = 0.7.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определяется следующим образом:

$$I_{m}^{a} = \sum_{i=1}^{n} a_i b_i^{a}, \quad (9)$$

$$I_{m}^{p} = \sum_{i=1}^{n} a_i b_i^{p}, \quad (10)$$

где:

I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i-го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i-го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проводился на основании данных представленных в таблице 21.

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

ПО / критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	А налог1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	3	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	5
4. Энергосбережение	0,2	4	3
5. Надежность	0,25	5	3
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО	1	26	22

Итоги расчетов:

$$I_m^p = 4.35, \quad I_m^{a1} = 3{,}55.$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{\text{финр.}}^p$) и аналога ($I_{\text{финр.}}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр.}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}, \tag{11}$$

$$I_{\text{финр.}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a}. \tag{12}$$

Интегральные финансовые показатели эффективности равны:

$$I^{p}_{\text{финр.}} = 4.35, \quad I^{a1}_{\text{финр.}} = 5{,}07$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\text{Э}_{\text{ср}} = \frac{I^{p}_{\text{финр.}}}{I^{a}_{\text{финр.}}}. \quad (13)$$

Таблица 20 Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатель	Разработка	Аналог 1
1	Интегральный финансовый показатель	1	0.7
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4.35	3,55
3	Интегральный показатель эффективности	4,35	5,07
4	Сравнительная эффективность	1	1.42

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы: интегральный показатель ресурсоэффективности разработки превышает показатели аналога, что говорит о том, что исследования достаточно эффективна и может конкурировать с системами подобного типа. Однако, показатель сравнительной эффективности показывает, что технические слабости присутствуют и их необходимо решать.

Заключение по разделу

По результатам выполненного задания для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» было достигнуто следующее:

- Были определены потенциальные потребители результатов исследования;
- Проведен SWOT-анализ, по результатам которого можно сделать вывод, что данная технология имеет преимущества по сравнению с имеющимися разработками. Данная разработка и имеет низкую стоимость, по сравнению с существующими технологиями. Для повышения спроса необходима активная рекламная компания;
- Определены цели и требования к результатам проекта. Целью является разработка датчикане подвижного состояняи спасателя МЧС
- Составлен план проекта, в соответствии с которым определяются объем работ и время, затрачиваемое на ее выполнение.
- Рассчитан бюджет научного исследования.
- Проведена оценка экономической выгоды исследования, в результате которой определено, что исследование контрольных образцов является необходимым на стадии доработки и исследования.

Список публикации студента

1. Инженерия для освоения космоса: сборник научных трудов IV Всероссийского молодежного Форума с международным участием. Том 2 / Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. − с. 46

2. Курманканов Э. Б. Система контроля давления дыхательного аппарата спасателя МЧС // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» –

[Электронный ресурс] – URL: <a href="http://www.scienceforum.ru/2016/1552/25036"

3. Датчик движения спасателя МЧС //VI Всероссийская научно–практическая конференция студентов аспирантов с молодых ученых «Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность» Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – с .3

Заключение

Проведенный в данной работе анализ литературных данных и действующие аналоговые датчики движения позволило создать датчик неподвижного состояния для спасателей. Выбраны элементы и изготовлен макетный образец, проведены его экспериментальные исследования, разработана конструкция сигнализатора неподвижного состояния спасателя, проведен анализ прочности конструкции, оценена технологичность конструкции для условий серийного производства, разработан технологический процесс сборки сигнализатора. Основание сигнализаторы выполнено в форме коробки, внутри которой при помощи стоек установлены печатные платы. Кроме того, в основании предусмотрены отсеки для установки в них блока питания и антенны. Дальнейшая детальная конструкторская проработка позволит создать малогабаритный прибор, способный работать в реальных условиях чрезвычайных ситуаций

По результатам выполненного задания для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» было достигнуто следующее:

- рассчитано оптимальное использования времени и ресурсов, необходимых для достижения поставленных задач;

- Рассчитан бюджет научного исследования.

В разделе «Социальная ответственность» описали рабочее место, провели анализ выявленных вредных и опасных проявлений факторов производственной среды рассмотрели защиту при возникновении чрезвычайных ситуаций, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

На основании выше изложенного можно заключить, что работа выполнена в полном объеме, цель достигнута. Результаты данной работы являются значимыми для отрасли спасателей МЧС.