

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Разработка акустических методов поиска пострадавших в завалах зданий	
УДК 681.2:534.6:614.823:058.6	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Лукашов Олег Вячеславович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Юлия Игоревна	—		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
Универсальные компетенции	
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P7	Способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники, использовать современные методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности.
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду
P9	Способность анализировать механизмы и характер воздействия опасностей на человека и природную среду с учетом их специфики; использовать методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий и проводить измерения уровней опасностей в среде обитания; составлять прогнозы возможного развития ситуации.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт неразрушающего контроля

Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ С.В. Романенко

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Е31	Лукашову Олегу Вячеславовичу

Тема работы:

Разработка акустических методов поиска пострадавших в завалах зданий
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

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.).	Метод акустического поиска пострадавших в завалах зданий.
---	---

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).	Провести аналитический обзор по литературным источникам с целью набора материала по методам поиска пострадавших в завале; обсуждение результатов выполненной работы. Изучить действующие акустические методы поиска пострадавших. Разработка метода поиска пострадавших в завалах здания. Экспериментальная проверка данного метода.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Таблицы, рисунки
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Юлия Игоревна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Лукашов Олег Вячеславович		

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Уровень образования бакалавриат
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа
(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)
4.03.17	Сбор материалов и изучение теоретических основ поиска пострадавших в завалах зданий.	10
23.04.17	Разработка акустического метода поиска пострадавших в завалах зданий.	35
6.05.17	Экспериментальная проверка данного метода.	35
23.05.17	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Произвести оценку коммерческого потенциала для данного метода.	10
4.06.17	Раздел «Социальная ответственность». Рассмотреть опасные и вредные производственные факторы, способы защиты исследовательского персонала.	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студенту:

Группа	ФИО
1Е31	Лукашову Олегу Вячеславовичу

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 36800 руб. Оклад инженера - 17000руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки инженера 20%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-QiaD- анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График Гантта
2. Расчет бюджета затрат НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.	—		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Лукашов О.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е31	Лукашову Олегу Вячеславовичу

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01– Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объект исследования: Акустический метод поиска пострадавших в завалах зданий.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.	Необходимо рассмотреть вредные факторы: повышенный уровень шума, недостаточная освещенность, неблагоприятный микроклимат рабочей зоны, статические физические нагрузки.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.	Необходимо рассмотреть опасные факторы: опасность возникновения пожара, возможность поражения электрическим током.
3. Охрана окружающей среды.	Следует рассмотреть вредное воздействие на гидросферу, литосферу и атмосферу. Предложить меры по уменьшению наносимого вреда окружающей среде.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях.	Рассмотреть перечень возможных ЧС в процессе производственной деятельности: -Возможно возникновение пожара в результате короткого замыкания при проведении исследования. Предложены меры по предупреждению и ликвидации ЧС.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	При написании ВКР были изучены нормативные документы: – ФЗ № 123 от 22.07.2008 – СП 5.13130.2009 – СП 3.13130.2009 – ГОСТ-Р 53325

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭБЖ	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Лукашов Олег Вячеславович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 78 страницы, 11 рисунков, 11 таблиц, 18 источников.

Ключевые слова: ЧС, МЕТОД, ПОИСК, ПОСТРАДАВШИЙ, ЗАВАЛ, ПРИБОР.

Объектом исследования является: Акустический метод поиска пострадавших в завалах зданий

Цель работы – Разработка акустических методов поиска пострадавших в завалах зданий.

В результате исследования, была доказана возможность применения нового акустического метода поиска пострадавших, что в свою очередь свидетельствует о высоких показателях применяемого метода.

Полученные данные могут представлять большой интерес для Главного управления МЧС России и для частных спасательных компаний.

Список сокращений и определений

ЧС – Чрезвычайная ситуация.

ПСР — Поисково-спасательные работы.

КТС — Комплекс технических средств.

Оглавление

Введение.....	14
1. Поиск пострадавших в завале здания.....	15
1.1 Визуальный способ.....	15
1.2 Слуховой (акустический) способ.....	17
1.3 Кинологический способ.	19
1.4 Поиск пострадавших с помощью специального акустического оборудования.	20
1.4.1 Обзор прибора КТС «Кальмар-АПП» и КТС «Спрут- АПП».	24
2. Разработка нового метода поиска пострадавших в завале.	27
2.1 Основы акустики.	28
2.2 Физические параметры звука.	29
2.3 Распространение, дифракция и поглощение звуковых волн.....	33
2.4 Построение математической модели нового метода поиска пострадавших.	35
2.5 Создание расчетной программы.....	39
2.6 Практические испытания нового метода.	39
2.7 Вывод.	40
Заключение.....	41
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	42
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	42
3.2 Технология QuaD.....	43
3.3 Планирование научно-исследовательских работ структура работ в рамках научного исследования.	44
3.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ.	45

3.3.2	Разработка графика проведения научного исследования.....	49
3.4.1	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	53
3.4.2	Расчет материальных затрат НТИ.....	53
3.4.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	53
3.4.4	Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.....	56
3.4.5	Отчисления на социальные нужды.....	57
3.4.6	Накладные расходы.....	57
3.4.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	57
3.5	Оценка эффективности исследования.....	58
4	Социальная ответственность.....	59
	Введение.....	59
4.1.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.	60
4.1.2	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.....	60
4.1.2.1	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	61
4.1.2.2	Повышенный уровень шума.....	64
4.1.2.3	Неблагоприятный микроклимат.....	65
4.1.2.4	Статические физические перегрузки.....	67
4.1.3	Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.....	70
4.2	Экологическая безопасность.....	71
4.2.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду..	71
4.2.2	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.	72

4.2.3	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	72
4.2.3.1	Защита литосферы.....	72
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	73
4.3.1	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.....	73
4.3.2	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.	73
4.3.3	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	73
4.4	Вывод.....	75
	Список используемых источников.....	76

Введение

Неотложные работы при ликвидации чрезвычайной ситуации — это деятельность по всестороннему обеспечению аварийно-спасательных работ, оказанию населению, пострадавшему в чрезвычайной ситуации, медицинской и других видов необходимой помощи, создание условий, минимально нужных для сохранения здоровья и жизни людей, поддержания их работоспособности.

Довольно часто поисково-спасательные работы приходится выполнять в условиях завалов зданий. Завалом здания называется беспорядочное нагромождение строительных конструкций и материалов, обломков различного оборудования, мебели, хозяйственной утвари.

Успешность проведения работ по поиску и обнаружению пострадавших под завалами в результате ликвидации ЧС техногенного и природного характера в большой степени осложняется невозможностью использовать тяжелую технику, малое количество времени на поиск и невозможность заранее определить количество пострадавших.

Разрушение зданий и создание завалов обычно сопровождается травмами, блокированием и гибелью множества пострадавших. Из всех людей в завале около 40% имеют легкие травмы, около 20% имеют травмы средней и такая же часть получает тяжелые и крайне тяжелые травмы и увечья.

1 Поиск пострадавших в завале здания.

Поиск пострадавших в разрушенных завалах здания представляет собой совокупность действий поисково-спасательных групп (звеньев, расчетов, подразделений), направленных на нахождение людей, выявление условий их нахождения и состояния здоровья, установление с ними звукового или зрительного контакта и определение характера, объема нужной помощи.

В зависимости от различного присутствия сил и средств поисковые работы, могут вестись различными методами:

- сплошным визуальным обследованием участка зоны спасательных работ;
- использование специально обученных собак (кинологический способ);
- с применением специальных технических приборов для поиска пострадавших, в том числе и акустическими приборами (технический способ).

Главной задачей спасателей при ликвидации ЧС является поиск и оказание первой помощи для пострадавших. Поиски пострадавших начинаются с изучения данных разведки, места в котором будут проводиться работы, типа ЧС и определение способа поиска пострадавших. При изучении места проведения спасательных работ могут использоваться фотографии и карты. Проводится рекогносцировка, изучаются метеосводки, животный и растительный мир, рельеф местности, дороги, перевалы, водный режим, труднопроходимые места, населенные пункты, лавиноопасные участки и другие, необходимые для работы данные. После исследования места проведения работ и характера чрезвычайной ситуации спасатели выбирают оптимальный комплекс мер для проведения поиска пострадавших.

1.1 Визуальный способ.

Большую часть информации человек получает, используя зрение. Поэтому основным методом поиска пострадавших является визуальный. Он заключается в тщательном осмотре зоны и определении местонахождения пострадавших. Визуальный способ предъявляет повышенные требования к зрению,

наблюдательности и зрительной памяти спасателей, поскольку, чаще всего, видимыми остаются только небольшие части тела, фрагментов одежды, снаряжения и обмундирования, следов крови.

Сплошное и тщательное визуальное обследование зоны проведения поисково-спасательных работ должно производиться поисково-спасательным, разведывательным или специально организованным для этой цели подразделением. Состав данного подразделения определяется исходя из размеров и высоты обследуемого завала, характера разрушения здания, его функциональной принадлежности, погодной ситуации, времени суток и года в момент проведения поиска пострадавших и целого ряда других причин.

Для обследования зоны объекта или района поисково-спасательных работ высылается расчет в составе двух-трех человек. Участок зоны поиска делится на несколько полос, и назначаются каждому расчету. Ширина полосы поиска зависит от характера завала, условий движения, видимости и может достигать тридцать метров. Наиболее лучшим и рациональным способом выполнения работ является по парное зигзагообразное движение разведчиков по обследуемой полосе с небольшой скоростью движения.

Расчет спасателей оснащается средствами связи и индивидуальной защиты, шанцевым инструментом, средствами для обозначения мест нахождения пострадавших, средствами оказания первой медицинской помощи. При необходимости, поисковые группы спасателей могут оснащаться средствами альпинистского и пожарного оснащения.

При зрительном обследовании, в границах необходимой для полосы поиска пострадавших, необходимо внимательно осматривать поверхность, пустоты, ниши, углубления, особенно у целых стен полуразрушенных строений. Исследование зоны обрушения должно сопровождаться периодической подачей определенного звукового сигнала.

Обследование мало разрушенного или поврежденного здания нужно начинать с осмотра его внешних сторон или по периметру завала. Сначала нужно обследовать лестничные клетки, окна, сохранившиеся балконы.

Осмотр внутренних помещений должен осуществляться отдельными секциями зданий последовательным перемещением спасательных расчетов с одного этажа на этаж с одновременным обходом всех сохранившихся помещений на исследуемом уровне здания.

Для проведения визуального метода поиска в темное время суток, в не освещаемых замкнутых пространствах, пещерах, в тумане или дыму необходимо использовать лампы, факелы, прожекторы, фонари, свечи, осветительные ракеты другие средства для освещения необходимой зоны поиска.

Чувствительность и точность зрения можно повысить с помощью спокойного и размеренного дыхания, периодического обтирания лица и затылка прохладной водой или снегом. При проведении зрительного наблюдения в условиях ярко освещенных снежных, ледяных, водных пространствах необходимо применять темные очки, линзы, козырьки.

Всю полученную информацию спасатели должны заносить в журнал для наблюдений, карту, схему объекта или передавать в главный штаб.

1.2 Слуховой (акустический) способ.

Когда зрительный поиск пострадавших затруднен или не может осуществляться, его проводят по получению звуковой информации от пострадавших в завалах зданий. Основные звуковые ориентиры: стук, плач, крик, разговоры. Человеческий крик слышан на расстояние около 1 км.

С целью улучшения качества поиска пострадавших в завалах здания звуковые сигналы могут подавать и сами спасатели – постоянно или с небольшим временным промежутком для прослушивания возможных ответов

от пострадавших. В данное время все спасатели должны слушать звуковую информацию, по возможности определять место и направление ее подачи, при необходимости приступить к поиску пострадавших. Важным значением для качественного проведения поисково-спасательных работ имеет возможность правильного определения по звуковому сигналу места нахождения пострадавших. Для уменьшения количества ошибок необходимо повторно, а в необходимых случаях и многократно, получать звуковую информацию от пострадавших в завале. В процессе поисковой работы данная информация должна постоянно обновляться.

Определить направление звукового сигнала при условии его постоянной подачи и необходимой мощности не составляет особого труда, при этом ошибки маловероятны. Значительно сложнее определять направление слабого и периодически повторяющегося сигнала. В этом случае необходимо направить ухо по направлению подаваемого звукового сигнала и слушать его. Далее необходимо повернуть голову на $15-20^\circ$ в сторону и снова прослушать исходящий звук. Направление, откуда доносится самый сильный звук, является главным ориентиром к его источнику. Большую трудность представляет собой определение направления единичного звукового сигнала. В данном случае необходимо узнать мнения нескольких спасателей и, учитывая их, определить направление звука.

Для получения акустической информации при проведении поисково-спасательных работ в завалах зданий необходимо устраивать «ЧАС ТИШИНЫ». По команде руководителя зоны чрезвычайной ситуации прекращаются все виды работ, останавливается транспорт, и выключаются все механизмы. В зоне завала остаются только спасатели с приборами для поиска пострадавших, кинологи со своими собаками и другие «слухачи».

Продолжительность «часа тишины» может составлять 15-20 минут и в течение суток данная процедура может объявляться несколько раз.

Когда человеческое ухо не может уловить звуковые сигналы, необходимо использовать специальные акустические приборы для поиска пострадавших в

завалах зданий: эхолоты, геофоны. Принцип работы данных устройств основан на регистрации характерных звуков для жизнедеятельности человека дыхание, стон, крик, сердцебиение, движение.

Методика обнаружения пострадавших с помощью акустических приборов заключается в проведении акустических шумов в местах возможного местонахождения пострадавших. При проведении поиска по звуковой информации нужно уметь услышать важную и полезную информацию даже при наличии разных средах (воздух, жидкость, твердое тело).

1.3 Кинологический способ.

Обнаружение пострадавших завалах здания с использованием собак осуществляется расчетом поисково-спасательной службы, состоящим из инструктора-кинолога и его собаки. Метод основан на применении высокой чувствительности органов обоняния собак, которые должны обнаружить места с выходом запаха тела жертвы на поверхность завала здания. Обученная собака, после необходимого курса дрессировки, обозначает эти места специальным поведением, например: лаем, поскуливанием или выполнением команды “Сидеть”.

Опыт ПСР говорит о том, что использование кинологической службы наиболее эффективно в течение первых четырех-пяти дней с момента образования завала здания. В последующее время эффективность применения кинологической службы снижается, из за усталости животных, и из за счет большой концентрации “трупного запаха”. Работу собак осложняет наличие в завалах здания большого количества битого стекла, осколков бетонных конструкций, металлических прутьев, что приводит к травмированию животных во время поисковых работ.

1.4 Поиск пострадавших с помощью специального акустического оборудования

С развитием технических средств данный способ обретает все большую популярность в мире. Современные технологии, микрофоны и компьютеры позволяют определять местонахождения источника звука на дистанции до 120 метров от источника излучения. Многие производители запускают свои линейки приборов для поиска пострадавших. Разные спасательные отряды и службы берут на вооружение данные приборы.

Поиск пострадавших в завалах зданий с использованием специальных технических приборов основан на регистрации ими физических данных, характерных для жизнедеятельности пострадавшего. Среди этих свойств следует выделить акустические, радиоволновые и оптические. В данное время большое развитие и распространенность получили акустические приборы поиска пострадавших. В наши поисковые службы на смену старым приборам типа ТП-15, “Виброфон-3”, “Звук”, “Поиск” в настоящее время поступает на оснащение войск гражданской обороны и поисково-спасательных формирований МЧС России специально разработанный, акустический прибор для поиска пострадавших в зданиях “Пеленг-1”.

Принцип работы данных приборов организован на регистрации акустических и сейсмических звуковых сигналов, подаваемых пострадавшими в завале (крики, стоны, удары по элементам завала). Приборы данного типа, чаще всего, состоят из трех основных частей: приемного устройства (микрофона или датчика), усилителя преобразователя и выходного устройства (головных телефонов или индикаторов). Оборудование для поиска, основанное на регистрации звуковых колебаний, имеет сейсмические или акустические датчики, которые устанавливаются в процессе поиска на твердую поверхность или в пустоты в завале здания. Толчки и удары, которые производятся по элементам конструкций завала от разрушенного здания пострадавшими, поступают на исследуемую поверхность и регистрируются на индикаторной шкале прибора по обнаружению пострадавших.

Организация поиска пострадавших с использованием акустических комплексов осуществляется командиром поисковой группы. Для начала работ в зоне поиска пострадавших организуется “час тишины, продолжительностью от 30 мин до 1 ч. При этом по команде руководителя ПСР на участке поиска пострадавших останавливаются все виды работ, перемещение техники и спасателей.

Личный состав поисково-спасательных формирований проводит визуальный осмотр завала зданий для того чтобы:

- выявить места нахождения живых пострадавших или погибших людей, которые находятся на поверхности завала здания;
- определить места наиболее вероятного скопления пострадавших в завале по характерным признакам;
- определить структуру завала по составу элементов конструкций и размеров обломков;
- определить площадь завала здания и его высоту.

В это время другими спасателями проводится опрос очевидцев разрушения здания. После обрабатывания всех полученных данных, расчета необходимой величины сил и средств организуется непосредственно сам поиск пострадавших в завале с использованием акустических приборов, который условно разделен на два этапа.

На первом этапе происходит обнаружение сигналов от пострадавших. Для этого необходимо разделить завал на квадраты, размер которых определяется по радиусу действия применяемых акустических приборов и высоты завала.

На следующем этапе определяется местонахождение пострадавших в завале. Квадратам присваивается номер и составляется схема данного завала. Отмечаются зоны с наиболее вероятным нахождением пострадавших в завале на основе информации, полученных при визуальном обследовании завала и от свидетельств очевидцев.

Командир поискового отделения разделяет квадраты между операторами устройств и определяет последовательность прохождения квадратов для нахождения сигналов от пострадавшего в завалах на отведенном за каждым оператором квадрате, с учетом заранее отмеченных мест в завале.

В начале обнаружение сигналов от пострадавших начинается с того места, где шанс нахождения пострадавших самый большой. Если какая либо информация о возможном местонахождении пострадавших отсутствует, то очередность зон обследования определяется как для равномерного распределения пострадавших в завале здания. На рисунке №1 продемонстрированы маршруты по движению для двух операторов акустического комплекса, при нахождении сигнала от пострадавшего в условии отсутствия какой либо информации о местонахождении. При данном методе работы по поиску пострадавших в завале первый оператор последовательно проходит зоны под номерами: 16-1-2-15-14-3-4-13, а второй оператор – зоны с номерами: 8-9-10-7-6-11-12-5.

После доклада от оператора о готовности их к работе, один из спасателей через репродуктор передает в сторону завала просьбу к возможно, находящимся там людям отозваться голосом, ударами камней или других предметов по обломкам конструкций разрушенного здания. Оператор акустического комплекса должен обследовать каждый квадрат и измерить уровень сигнала по индикаторной шкале данного акустического комплекса. Маршруты по движению операторов комплекса должен проходить, желательно, через центры исследуемых квадратов. Зоны с обнаружением сигнала пострадавших обозначаются условным знаком (рис 1).

Для установления местоположения пострадавшего под завалом на следующем этапе поиска оператор устройства выполняет необходимые действия:

а) на обозначенной в завале исходной точке, где обнаружен сигнал от жертвы, измеряется уровень сигнала в четырех точках, удаленных на 1.5-3

метра в различные направления от обозначенной точки и определяется точка с максимальным уровнем сигнала;

б) оператор поискового устройства из начальной точки перемещается в точку с наибольшим уровнем звукового сигнала и повторяет данную процедуру а) и б).

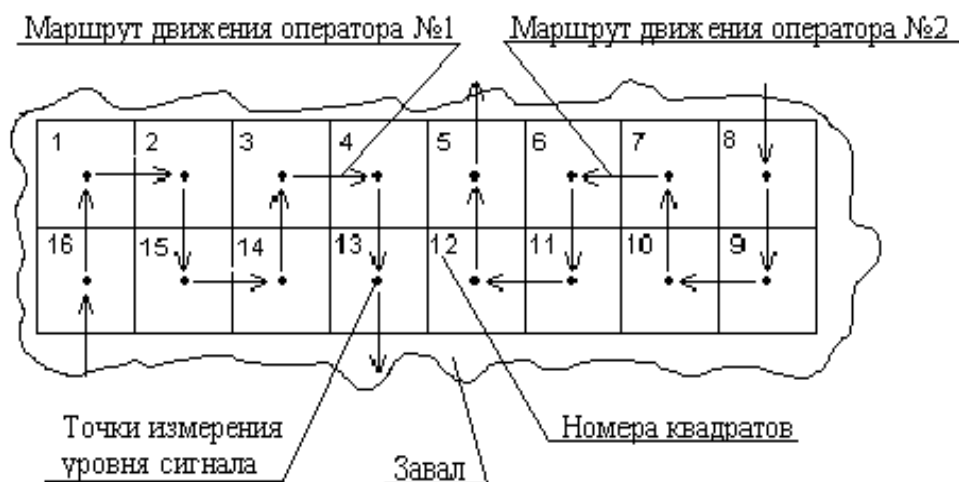


Рисунок 1 - Маршрут движения двух операторов поискового устройства для обнаружения сигнала пострадавшего в условиях отсутствия информации об их местонахождении.

Если уровень сигнала в разных направлениях ниже, чем в начальной точке, откуда пришел оператор станции, то можно предположить, что жертва находится в завале в этом самом месте.

Затем оператор устройства должен при возможности наладить с пострадавшим связь, узнать о его состоянии, выявить наличие и опасность воздействия на него других опасных факторов среды.

Местонахождение жертвы оператор должен обозначить условными знаками и доложить командиру спасательного отделения.

Успешность поиска пострадавших в завале зависит от технической характеристики применяемого комплекса, параметра завала и некоторых других факторов.

При исследовании завала здания с использованием акустического комплекса оператор прибора должен уметь правильно выбирать место установки акустического датчика. Зная то, что твердый материал служит лучшим проводником для звуковых волн и несет меньше количество звуковых

искажений, датчик от прибора необходимо устанавливать на гладкой поверхности твердых элементов в завале здания.

Важным моментом работы является нужда обеспечения плотного контакта датчика и элемента завала, так как передача сигнала по воздуху сильно снижает порог чувствительности прибора. При возможности, микрофон стоит также располагать внутри завала, это дает уменьшить шумовой эффект, появляющийся от ветровой нагрузки. Не стоит ставить датчик на конструкциях, сильно торчащих из структуры завала здания, для того чтобы уменьшить влияние вибрации выступающих частей конструкций на датчик-микрофон.

Применение прибора, оснащенного микрофонным зондом, эффективно тогда, когда жертва не имеет возможности движения и сигнал о помощи может подать только своим голосом.

Необходимая громкость и частота акустического сигнала устанавливается при помощи усилителя, имеющего различные фильтры, например от низких и высоких частот. Передача информации от жертвы происходит непосредственно через головные телефоны и с помощью индикатора, которые регистрируют показания в точках измерения датчиком.

1.4.1 Обзор прибора КТС «Кальмар-АПП» и КТС «Спрут-АПП».

Одним из представителей приборов данного класса является Комплекс Технических Средств: КТС «Кальмар-АПП» и КТС «Спрут-АПП». Данные приборы представляют собой устройство, состоящее из удлинительного элемента, высокочувствительных акустических датчиков и приемника сигнала. Отличие данных приборов заключается в том, что у КТС «Спрут-АПП» имеется двухсторонняя связь (оснащен микрофоном и динамиком) и функция видеонаблюдения (оснащён видеокамерой и монитором).



Рисунок 2 - Прибор «Кальмар-АПП»

Наименование параметра	Значение (вид)
Длина удлинительных элементов (максимальная/минимальная длина), см: - телескопическая штанга № - удлинительный кабель	450/120 500
Расстояние выноса акустического датчика, м	10
Частотный диапазон датчика, Гц	200-7500
Соотношение сигнал/шум, дБ	72
Коэффициент усиления НЧ	10000
Диапазон рабочих температур эксплуатации, °С	от -30 до +45
Общая масса (без аккумулятора и наушников), не более, кг	2
Время непрерывной автономной работы при использовании штатного комплекта аккумуляторных батарей, не менее, ч.	8
Время подготовки прибора к работе, не более, мин.	1

Рисунок 3 - Технические характеристики КТС «Кальмар-АПП»



Рисунок 4 - Прибор «Спрут-АПП»

Наименование параметра	Значение (вид)
Параметры удлинительного элемента Телескопическая штанга (максимальная/минимальная длина), см:	100/600+
Параметры дисплея: Диагональ: Яркость, не менее: Контрастность, не менее: Разрешение по горизонтали и вертикали, не менее: Углы обзора по горизонтали и вертикали, не менее:	От 3" и более 800 кд/м ² 900:1 800x600 точек 160°
Параметры видеокамеры Камера, не хуже: Разрешение видеотракта, не менее: Угол обзора видеокамеры, не менее: Диаметр защитного кожуха видеокамеры, не более:	SONY 1/3" Ex-view 960H CCD 700 ТВЛ 60° 26 мм
Параметры аудио тракта Диапазон воспроизводимых частот при неравномерности 10 дБ: Чувствительность микрофона, в диапазоне: Мощность громкоговорителей как в видеокамере, так и у оператора, не менее:	От 200 Гц до 15 кГц От 60 до 70 дБ 2x2 Вт
Диапазон рабочих температур эксплуатации, °С	От -20 до +50
Общая масса (без аккумулятора и наушников), не более, кг	2
Время непрерывной автономной работы при использовании штатного комплекта аккумуляторных батарей, не менее, ч.	8
Время подготовки прибора к работе, не более, мин.	1

Рисунок 5 - Технические характеристики КТС «Спрут-АПП»

При поиске пострадавшего с использованием КТС, в зоне спасательных работ объявляется режим «Тишины». Операторы передвигаются от квадрата к квадрату, периодически стуком или голосом посылая запрос пострадавшему. Затем в той области, где прослушивается ответ пострадавшего, начинают уточнять координаты пострадавшего. Технология определения местонахождения пострадавших не зависит от прибора, с помощью которого ведется работа. После определения местонахождения, пострадавшего оператором выполняется поиск полости или технологического отверстия, в которое можно поместить датчики прибора и добраться до пострадавшего, чтобы оценить его психофизическое состояние и необходимость оказания медицинской помощи.

Акустический поиск местонахождения пострадавшего, как правило, осуществляется КТС «Кальмар-АПП», в состав которого входит широкополосный виброакустический съемный датчик для обследования удалённых труднодоступных мест. Для более глубокого обследования и визуальной оценки состояния пострадавших применяется КТС «Спрут-АПП». Благодаря системе двусторонней связи становится возможным поговорить с пострадавшим, оценить состояние его здоровья, а также другие факторы,

способствующие принятию решений о дальнейших действиях по спасению. Монитор позволяет оперативно осуществлять визуальную оценку места чрезвычайной ситуации под завалами, а также оценить состояние пострадавших.

В целом оба прибора являются неотъемлемыми частями набора технических средств спасательных служб, проводящих операции под открытым небом или в закрытых пространствах. В то время как КТС «Кальмар-АПП» является прибором, с которым можно работать, применяя только акустический датчик, позволяющий прослушивать потенциальные шумы, исходящие от пострадавших, для идентификации их координат, КТС «Спрут-АПП» обладает двусторонней аудиовизуальной передачей данных, в том числе с беспроводной передачей данных, что позволяет производить более углублённое обследование полостей под завалами с целью получения полноценной видео картинки со звуком.

Такое сочетание параметров и функционала приборов позволяет спасателю легко перемещаться в необходимую зону обследования и незамедлительно применять их без длительной подготовки. Ведь каждая минута промедления может стоить человеку жизни, а своевременное получение аудио и видеоинформации позволит в кратчайшие сроки определить местонахождение пострадавших под завалами и спасти их. Применение приборов такого класса спасательными отрядами позволяет повысить эффективность работы в зоне ч/с, а именно более точно определять местонахождение пострадавших под завалами, оценивать их физическое и психологическое состояние, а на основе полученной информации принимать своевременные решения для спасения людей.

2 Разработка нового метода поиска пострадавших в завале.

При обрушении здания очень важную роль играет время поиска пострадавших. С каждым часом нахождения в завале, шансы на выживание сильно понижаются. Так как метод работы с приборами, которые находятся на

вооружении спасателей, базируется на поиске звукового шума от пострадавшего, невозможно определить его точное местоположение. На основании полученной информации, обоснованно создание нового метода по поиску пострадавших в завале для более эффективной работы спасателей. Целью данной работы явилось исследование методов поиска пострадавших и разработка нового, улучшенного метода.

Новый акустический метод получил возможность не только обнаруживать наличие пострадавшего, но и определять его местоположение под обломками здания. Данный метод базируется на использовании нескольких приемных устройств (микрофонов) и технологии расчета удаленности источника звука от них. Для его разработки были изучены основы акустики, физические параметры звука и условия распространения звука в среде.

2.1 Основы акустики.

Звук — физическое явление, которое представляет собой распространение в виду упругих волн механических колебаний в твёрдой, жидкой или газообразной среде. В определенном смысле под звуком понимают данные колебания, которые рассматриваются в связи с тем, как они воспринимаются органами чувств животных и человека.

Звук характеризуется амплитудой. Обыкновенный человек способен слышать звуковые колебания в диапазоне частот от 16—20 Гц до 15—20 кГц. Звук ниже диапазона слышимости человека называют инфразвуком; выше: до 1 ГГц, — ультразвуком, от 1 ГГц — гиперзвуком. Громкость звуков сложным образом зависит от эффективного звукового давления, частоты и формы колебаний, а высота звука — не только от частоты, но и от величины звукового давления.

Среди звуков, который слышит обычный человек, различают фонетические, это звуки из которых состоит устная речь, и музыкальные звуки это те, из которых состоит музыка. Музыкальный звук включает в себя несколько тонов, а порой и шумовые компоненты в широком диапазоне частот.

Примером колебательного процесса могут служить звуковые волны. Все колебания связаны с нарушением равновесного состояния системы и выражается в отклонении её характеристик от равновесных значений с последующим возвращением к исходному значению. Для звуковых колебаний такой характеристикой является давление в точке среды, а её отклонение — звуковым давлением.

Если резко сместить частицы упругой среды с помощью поршня, то в там увеличивается давление. Из-за упругих связей частиц, давление передаётся на рядом находящиеся частицы, которые воздействуют на следующие. Из-за этого область с повышенным давлением перемещается в этой среде. Следом за областью с повышенным давлением следует область с пониженным давлением, и вот так образуется несколько чередующихся областей со сжатием и разрежением, которые распространяются в среде как волна. Любая из частиц из упругой среды в этот момент должна производить колебательные движения.

Жидкостные и газообразные среды, в которых нет более значительных колебаний плотности, акустические волны имеют продольный характер, это когда направления перемещений волны и колебания частиц совпадают. Кроме продольных деформаций в продольных телах возникают и упруги деформации сдвига, которое объясняют возбуждение поперечно-сдвиговых волн. При этих условиях частицы совершают колебания перпендикулярно направлению распространения волны. Сдвиговые волны имеют значительно меньшую скорость по сравнению с продольными волнами.

2.2 Физические параметры звука.

Колебательная скорость измеряется в м/с или см/с. В энергетическом отношении реальные колебательные системы характеризуются изменением энергии вследствие частичной её затраты на работу против сил трения и излучение в окружающее пространство. В упругой среде колебания постепенно затухают. Для характеристики затухающих колебаний используются коэффициент затухания (S) и логарифмический декремент (D). Коэффициент

затухания отражает быстроту убывания амплитуды с течением времени. Если обозначить время, в течение которого амплитуда уменьшается в $e = 2,718$ раз, через τ , то:

$$S = \frac{1}{\tau}$$

Уменьшение амплитуды за один цикл характеризуется логарифмическим декрементом. Логарифмический декремент равен отношению периода колебаний ко времени затухания τ :

$$D = \frac{T}{\tau}$$

Если на колебательную систему с потерями действовать периодической силой, то возникают вынужденные колебания, характер которых в той или иной мере повторяет изменения внешней силы. Частота вынужденных колебаний не зависит от параметров колебательной системы. Напротив, амплитуда зависит от массы, механического сопротивления и гибкости системы. Такое явление, когда амплитуда колебательной скорости достигает максимального значения, называется механическим резонансом. При этом частота вынужденных колебаний совпадает с частотой собственных незатухающих колебаний механической системы.

При частотах воздействия, значительно меньших резонансной, внешняя гармоническая сила уравнивается практически только силой упругости. При частотах возбуждения, близких к резонансной, главную роль играют силы трения. При условии, когда частота внешнего воздействия значительно больше резонансной, поведение колебательной системы зависит от силы инерции или массы.

Свойство среды проводить акустическую энергию, в том числе и ультразвуковую, характеризуется акустическим сопротивлением. Акустическое сопротивление среды выражается отношением звуковой плотности к объёмной скорости ультразвуковых волн. Удельное акустическое сопротивление среды устанавливается соотношением амплитуды звукового давления в среде к амплитуде колебательной скорости её частиц. Чем больше акустическое

сопротивление, тем выше степень сжатия и разрежения среды при данной амплитуде колебания частиц среды. Численно, удельное акустическое сопротивление среды (Z) находится как произведение плотности среды (ρ) на скорость (c) распространения в ней звуковых волн.

$$Z = \rho c$$

Удельное акустическое сопротивление измеряется в паскаль-секунда на метр ($\text{Па} \cdot \text{с}/\text{м}$) или $\text{дин} \cdot \text{с}/\text{см}^3$ (СГС); $1 \text{ Па} \cdot \text{с}/\text{м} = 10^{-1} \text{ дин} \cdot \text{с}/\text{см}^3$.

Значение удельного акустического сопротивления среды часто выражается в $\text{г}/\text{с} \cdot \text{см}^2$, причём $1 \text{ г}/\text{с} \cdot \text{см}^2 = 1 \text{ дин} \cdot \text{с}/\text{см}^3$. Акустическое сопротивление среды определяется поглощением, преломлением и отражением ультразвуковых волн.

Звуковое или акустическое давление в среде представляет собой разность между мгновенным значением давления в данной точке среды при наличии звуковых колебаний и статического давления в той же точке при их отсутствии. Иными словами, звуковое давление есть переменное давление в среде, обусловленное акустическими колебаниями. Максимальное значение переменного акустического давления (амплитуда давления) может быть рассчитано через амплитуду колебания частиц:

$$P = 2\pi f \rho c A$$

где P — максимальное акустическое давление (амплитуда давления);

f — частота;

c — скорость распространения ультразвука;

ρ — плотность среды;

A — амплитуда колебания частиц среды.

На расстоянии в половину длины волны ($\lambda/2$) значение звукового давления из положительного становится отрицательным. Разница давлений в двух точках с максимальным и минимальным его значением (отстоящих друг от друга на $\lambda/2$ вдоль направления распространения волны) равна $2P$.

Для выражения звукового давления в единицах СИ используется Паскаль (Па), равный давлению в один ньютон на метр квадратный ($\text{Н}/\text{м}^2$). Звуковое давление в системе СГС измеряется в $\text{дин}/\text{см}^2$; $1 \text{ дин}/\text{см}^2 = 10^{-1} \text{ Па} = 10^{-1} \text{ Н}/\text{м}^2$.

Наряду с указанными единицами часто пользуются внесистемными единицами давления — атмосфера (атм) и техническая атмосфера (ат), при этом $1 \text{ ат} = 0,98 \cdot 10^6 \text{ дин/см}^2 = 0,98 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$. Иногда применяется единица, называемая баром или микробаром (акустическим баром); $1 \text{ бар} = 10^6 \text{ дин/см}^2$.

При распространении волны, давление, которое оказывают частицы среды, появляется из-за действия упругих и инерционных сил. Ускорениями вызываются эти инерционные силы, величины которых растут по периоду от нуля до максимума. В этом периоде ускорение должно менять свой знак.

Значения максимума скорости и ускорения, которые возникают от звуковых волн при прохождении среды, для этой частицы не совмещаются по времени. Вовремя, когда разница ускорения доходит до максимума, перепад давления будет равен нулю. Амплитудное значение ускорения (a) определяется выражением:

$$a = \omega^2 A = (2\pi f)^2 A$$

Препятствие, с которым сталкиваются звуковые волны, испытывают не постоянное и переменное давление. Когда звуковые волны проходят участки разрежения-сгущения, они создают добавочное изменение давления в среде относительно окружающего давления. Данное внешнее давление называется давлением излучения - радиационное давление. Это давление объясняет, что когда звуковые волны переходят границу воздуха и жидкости, случается отрыв от поверхности отдельных капель. Данное свойство применяется в создании аэрозолей лекарственных веществ. Данное давление часто служит для измерения мощностей звуковых колебаний в звуковых весах.

Скорость звука — скорость распространения звуковых волн в среде.

Как правило, в газах скорость звука меньше, чем в жидкостях

Скорость звука в воздухе составляет 340—344 м/с

Скорость звука в любой среде вычисляется по формуле:

$$c = \sqrt{\frac{1}{B\rho}}$$

где B — адиабатическая сжимаемость среды; ρ — плотность.

Громкость звука — индивидуальное восприятие силы звука каждого человека. Громкость в основном зависит от давления, частоты и амплитуды колебаний. Спектральный состав, локализация в пространстве, тембр, длительность воздействия звуковых колебаний, индивидуальная чувствительность слухового анализатора человека и другие факторы тоже влияют на громкость звука.

2.3 Распространение, дифракция и поглощение звуковых волн.

Распространение звука — это процесс перемещения в пространстве и во времени возмущений, имеющих место в звуковой волне.

Звуковая волна способна распространяться в жидком, твердом и газообразном веществе, в том же направлении, в каком происходит смещение частиц данного вещества. Звуковая волна создает деформацию среды. Деформация среды заключена в том, между двумя областями происходит растяжение и сжатие среды и расстояние между этими соседними областями равно длине данной волны. Степени разряжения и сжатия прямо зависят от удельного акустического сопротивления среды.

Те частицы, которые участвуют в передаче энергии волны, колеблются практически в положении своего равновесия. Колебательная скорость, эта та скорость, с которой колеблются частицы около среднего положения равновесия. Данную скорость измеряют по уравнению:

$$V = U \sin(2\pi ft + G),$$

где V — величина колебательной скорости;

U — амплитуда колебательной скорости;

f — частота звука;

t — время;

G — разность фаз между колебательной скоростью частиц и переменным акустическим давлением.

Амплитуда колебательной скорости характеризует максимальную скорость, с которой частицы среды движутся в процессе колебаний, и определяется частотой колебаний и амплитудой смещения частиц среды.

$$U = 2\pi fA$$

Отражение, дифракция и интерференция возможны в среде, где происходит распространение звуковых волн.

Свойство огибания волнами препятствий - дифракция, может возникнуть при условии, что длина звуковой волны примерно равна или больше размеров препятствия на ее пути. Если данное условия не выполняются, то дифракции не происходит.

Если несколько звуковых волн движутся, то в определенной точке возникает наложение этих волн – суперпозиция. Если волны имели одинаковую частоту, то это наложение называется интерференцией. В определенных точках наложения волн, должно происходить их ослабление или усиление. При этом состояние точки среды, где происходит взаимодействие, зависит от соотношения фаз звуковых колебаний в данной точке. Если звуковые волны достигают определённого участка среды в одинаковых фазах (синфазно), то смещения частиц имеют одинаковые знаки и интерференция в таких условиях приводит к увеличению амплитуды колебаний. Если же волны приходят к точке среды в противофазе, то смещение частиц будет разнонаправленным, что приводит к уменьшению амплитуды колебаний.

Если звук распространяется в среде, которая имеет свою теплопроводность и вязкость или другой вид внутреннего трения, то происходит поглощение звука при распространении. Амплитуда и энергия звуковых колебаний напрямую зависит от удаленности источника. Звук, проходя через среду, взаимодействует с энергией этой среды.

Большая часть утраченной энергии уходит в тепло, малая часть уходит на образование структурных изменений этой среды. Это происходит из-за трения

частиц между собой, в разных средах оно разное. Поглощение имеет зависимость квадрата частоты звуковых колебаний.

Величину поглощения можно характеризовать коэффициентом поглощения, который показывает, как изменяется интенсивность звука в облучаемой среде. С ростом частоты он увеличивается. Интенсивность звуковых колебаний в среде уменьшается по экспоненциальному закону. Этот процесс обусловлен внутренним трением, теплопроводностью поглощающей среды и её структурой. Его ориентировочно характеризует величина полупоглощающего слоя, которая показывает, на какой глубине интенсивность колебаний уменьшается в два раза (точнее в 2,718 раза или на 63 %). С увеличением частоты звука величина полупоглощающего слоя уменьшается. Так при частоте, равной 2,4 МГц, интенсивность ультразвука, проходящего через жировую и мышечную ткани, уменьшается в два раза на глубине 1,5 см.

Кроме того, возможно аномальное поглощение энергии звуковых колебаний в некоторых диапазонах частот — это зависит от особенностей молекулярного строения данного материала.

2.4 Построение математической модели нового метода поиска пострадавших.

Необходимо построить математическую модель завала и постараться определить местоположение пострадавшего. Для определения местоположения вызывающей о помощи жертвы в завале нам необходимо измерять силу создаваемого им звукового давления одновременно в нескольких точках. Необходимый объем информации для обнаружения местоположения жертвы могут дать данные минимум с 3 точек измерений. Увеличение точек измерения приведет к повышению точности нахождения.

Построим систему координат X и Y и поместим на данную систему пострадавшего, который будет отмечен красной точкой.

Далее изображенную на рисунке 6 систему необходимо поместить три приемных устройства, которые должны улавливать звуковое давление, исходящее от пострадавшего. Их необходимо расположить так, чтобы хотябы одна из их координат местоположения различалась, чем сильнее будет это различие (далее будут разведены друг от друга) тем точнее будут расчеты.

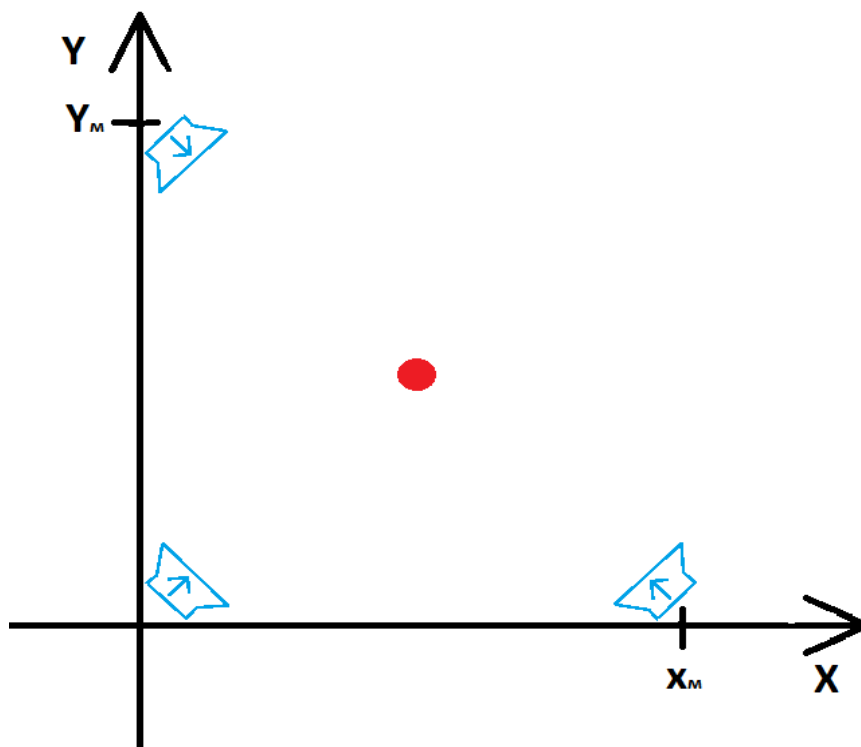


Рисунок 6- Система с 3 приемными устройствами.

Приемные устройства, расположенные на схеме, имеют координаты $(0:0)$, $(X_m:0)$, $(Y_m:0)$. Направление работы каждого из них обозначено стрелкой на изображении микрофона. Пострадавшему были присвоены координаты $(X_1:Y_1)$. Далее необходимо обозначить распространение звуковых волн от пострадавшего и нанести диаграмму направленности каждого микрофона на рисунок.

В данной работе мы будем использовать однонаправленные микрофоны. Однонаправленный микрофон, или «направленный», проявляет чувствительность к звуку, который приходит с одного направления, и меньшую чувствительность к остальным. Типичная характеристика зависимости чувствительности для таких микрофонов от направления звука –кардиоида (своеобразная диаграмма в форме сердца). Наибольшая чувствительность, при

этом, достигается на направлении вдоль оси микрофона, а наименьшая - в противоположном направлении. Эффективный угол работы такого микрофона составляет 130 градусов. Нанесем данную информацию на график (рис. 7).

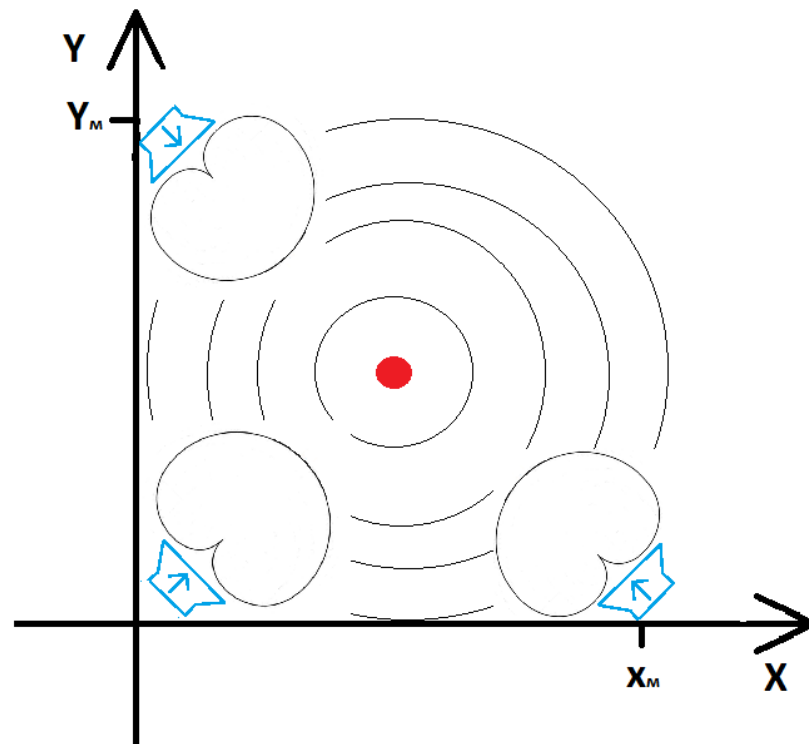


Рисунок 7 - Направленность источника излучения и микрофонов.

На основе данной информации необходимо построить математическую модель данной системы. Для этого необходимо обозначить все возможные значения в нашей системе.

Где U — акустическое давление;

K — коэффициент чувствительности микрофона;

P — акустическое давления излучения звука пострадавшим;

φ — угол наклона микрофона;

Звуковое давление имеет зависимость от расстояния, следовательно

$$U = \frac{P}{l^2}$$

Так как исходящий звук от пострадавшего распространяется одинаково во все стороны, звуковое давление будет равно

$$U = \frac{P}{x^2 + y^2}$$

Чувствительность микрофона зависит от угла его наклона и типа используемого устройства. Мы используем однонаправленные микрофоны, поэтому характеристика их чувствительности описывается кардиоидой. Описать кардиоиду можно формулой

$$r = 1 + \cos * \beta$$

Следовательно, чувствительность микрофона будет равна

$$K_{\phi} = K(1 + \cos * \beta)$$

Из всего этого следует, для того чтобы рассчитать звуковое давление издаваемое пострадавшим на приемном устройстве необходимо учесть угол наклона микрофона, расстояние от пострадавшего, коэффициент чувствительности микрофона и звуковое давление, которое издает пострадавший.

$$U = K(1 + \cos * \beta) * \frac{P}{x^2 + y^2}$$

Рассчитаем звуковое давление, создаваемое на каждом из трех приемных устройствах.

Для первого микрофона, имеющего координаты (0:0), звуковое давление будет равно

$$U_1 = 0,5 * (1 + \cos(\arctg(\frac{-y}{x})) - \frac{\pi}{4})) * \frac{P}{x^2 + y^2}$$

Для второго микрофона, имеющего координаты (Xм:0), звуковое давление будет равно

$$U_2 = \frac{0,5 * P(1 + \cos(\arctg(\frac{y}{x_m - x}) + \frac{\pi}{4}))}{(x_m^2 - x^2) + y^2}$$

Для третьего микрофона, имеющего координаты (Yм:0), звуковое давление будет равно

$$U_3 = \frac{0,5 * P(1 + \cos(\arctg(\frac{y_m - y}{x}) + \frac{\pi}{4}))}{x^2 + (y_m - y)^2}$$

2.5 Создание расчетной программы.

Для дальнейшей работы, необходимо создать программу для расчетов и проверки полученных на практике результатов. Базой для написания программы была выбрана программа Microsoft Excel, которая позволяет работать с занесенными формулами и быстро производить с ними различные вычисления.

2.6 Практические испытания нового метода.

Для тестирования нового метода было необходимо провести практические испытания. Было необходимо смоделировать поиск пострадавшего с использованием нового метода. Для этого была создана модель участка зоны с пострадавшим.

Для симуляции звуков пострадавшего использовался генератор сигналов низкочастотный «ГЗ-102» и акустический динамик. С их помощью можно издавать звуки во всем диапазоне частот слышимых и не слышимых человеческому уху.

Для измерения звукового давления был использован шумомер «Ассистент», он позволяет измерять давление во всем диапазоне частот, имеет высокую точность измерений и позволяет моментально выводить результаты на свой экран.

Был сооружен испытательный стенд в виде решетчатого металлического навеса на ножках 1х1 метр и размером «клетки» 5х5 см, который позволил с высокой точностью производить замеры. Под этот навес помещается динамик, а в этом навесе закрепляется микрофон от шумомера. Данная конструкция позволяет быстро и удобно производить замеры неподвижно закрепленным микрофоном и динамиком, а также минимизирует звуковые отражения от самого шумомера.

Первые испытания не показали высокой точности, погрешность замеров была слишком высока. В ходе первичного тестирования было выявлено, что стол, на котором находится испытательный стенд, находится слишком близко

к стене, из-за этого отраженные звуковые волны отрицательно влияли на испытания и не позволяли сделать качественные замеры. После перемещения стола со стендом на середину и равноудалено от всех стен разница между практическими и результатами и теоретическими уменьшилась, но погрешность была еще высока. Для уменьшения отражения звуковых волн от потолка, в стенде над динамиком была помещена деревянная накладка, которая рассеивала звук равно по всем сторонам и минимизировала звуковые волны, которые отражались от потолка и ухудшали точность исследований. Для повышения качества и точности измерений было принято решение по использованию звукоизоляции стенда плотной тканью, которая позволила минимизировать распространение и искажение звуковых волн вне стенда, данная процедура очень положительно повлияла на исследование. И в данных условиях были произведены практические измерения, которые были занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента.

	Измерение№1	Измерение№2	Измерение№3
U_1	139,37	138,62	139,07
U_2	136.96	137,22	136,01
U_3	138,77	139,44	138,01

2.7 Вывод.

Расхождение практических результатов и теоретических составляет около 15-20%. Это можно объяснить тем, что используется лабораторный стенд малых размеров 1x1 м., поэтому расстояние от динамика до микрофонов слишком маленькое и малейшие не точности сильно сказываются на конечном результате. Теоретические диаграммы направленности микрофона и динамика сильно отличаются от реальных. Поэтому для исследований в дальнейшем следует брать не теоретическую диаграмму направленности, а построить ее самостоятельно для используемых устройств.

Заключение

На основании проведённой работы можно сделать следующие выводы:

1. В данной работе были изучены методы поиска пострадавших в завалах зданий.
2. Разработан новый метод по поиску пострадавших в завалах зданий.
3. Была созданная программа для расчета координат места нахождения координат пострадавшего
4. Был создан стенд, для проведения акустических исследований.
5. Проведены лабораторные испытания нового метода

На основании проведённой работы доказана не очень высокая точность предлагаемого метода. Поэтому планируются дальнейшие исследования, которые должны повысить точность определения координат пострадавшего.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

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

Суть выпускной квалификационной работы по теме: «Разработка акустических методов поиска пострадавших в завалах зданий» заключается в изучении использующихся методов поиска пострадавших в завале и разработка собственного акустического метода с использованием нескольких приемных устройств.

Основная цель экономической части ВКР – это оценка экономической ценности предлагаемого инженерно-технического мероприятия, направленного на повышение эффективности поиска пострадавших. Для достижения поставленной цели необходимо провести анализ ресурсоэффективности данного метода.

Задачи:

- определить потенциальных потребителей результатов исследования;
- оценить качество новой разработки и ее перспективность на рынке технологий QuaD
- планирование исследовательской работы;
- определение эффективности исследования.

Полученные данные могут представлять большой интерес для Главного управления МЧС России и для частных спасательных компаний. Поэтому представляется актуальным произвести анализа эффективности метода акустического поиска пострадавших с использованием 3 приемных устройств.

3.2 Технология QuaD

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

Для сравнения конкурентоспособности методов поиска пострадавших, был выбран метод с использованием 3-х микрофонов. Выбранные показатели для оценки конкурентоспособности метода показаны в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный бал	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1.Функциональная мощность	0,3	95	100	0,95	0,285
2. Надежность	0,1	95	100	0,95	0,095
3.Безопасность	0,05	100	100	1	0,05
4. Простота эксплуатации	0,3	100	100	1	0,3
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
5. Конкурентоспособность	0,05	80	100	0,8	0,04
6.Перспективность рынка	0,1	80	100	0,8	0,08

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (продолжение)

7. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	90	100	0,9	0,09
Итого	1	640	700	6,4	0,94

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле 1.

$$Пср. = \sum B * Б \quad (3.1)$$

где Пср – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$ – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$Пср = 0.3 * 95 + 0.1 * 95 + 0.05 * 100 + 0.3 * 100 + 0.05 * 80 + 0.1 * 80 + 0.1 * 90 = 28.5 + 9.5 + 5 + 30 + 4 + 8 + 9 = 94$$

Значение Пср позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Пср = 94%, следовательно, разработка может считаться перспективной. Конкурентоспособность разрабатываемой системы высока. Дополнительных инвестиций для усовершенствования технологии поиска пострадавших в данной разработке не требуется.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ структура работ в рамках научного исследования.

Структура работы в рамках научного исследования по теме «Разработка акустических методов поиска пострадавших в завалах зданий» состоит из 10 этапов, представленных в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор направления исследования	Научный руководитель, студент
	2	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель
Основной этап	4	Изучение литературы по теме ВКР (нормативные источники, учебники, учебные пособие, периодика, электронные источники)	Студент
	5	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент
	6	Написание теоретической части ВКР	Студент
	7	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент
	8	Выполнение практической части ВКР	Студент
Заключительный этап	9	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент
	10	Оформление расчетно-пояснительной записки ВКР	Студент

3.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ.

Для определения трудовых затрат необходимо определить трудоемкость работ каждого участника научного исследования. Для определения ожидаемого значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}} = \frac{3t_{\text{min } i} + 2t_{\text{max } i}}{5}, \quad (3.2)$$

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

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 1-ого этапа работы:

$$t_{ож.1} = \frac{3 * 1 + 2 * 3}{5} = 1,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 2-ого этапа работы:

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 3-ого этапа работы:

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 4-ого этапа работы:

$$t_{ож.4} = \frac{3 * 7 + 2 * 12}{5} = 9 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 5-ого этапа работы:

$$t_{ож.5} = \frac{3 * 12 + 2 * 17}{5} = 14 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 6-ого этапа работы:

$$t_{ож.6} = \frac{3 * 7 + 2 * 15}{5} = 10,2 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 7-ого этапа работы:

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{ож.8} = \frac{3 * 7 + 2 * 18}{5} = 11,4 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 9-ого этапа работы:

$$t_{ож.9} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2.4 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 10-ого этапа работы:

$$t_{ож.10} = \frac{3 * 15 + 2 * 25}{5} = 19 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (3.3)$$

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Продолжительность 1-ого этапа:

$$T_{p1} = \frac{1,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2-ого этапа:

$$T_{p2} = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3-ого этапа:

$$T_{p3} = \frac{2.4}{1} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4-ого этапа:

$$T_{p4} = \frac{9}{1} = 9 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5-ого этапа:

$$T_{p5} = \frac{14}{1} = 14 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6-ого этапа:

$$T_{p6} = \frac{10,2}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7-ого этапа:

$$T_{p7} = \frac{2,2}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8-ого этапа:

$$T_{p8} = \frac{11,4}{2} = 6 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9-ого этапа:

$$T_{p9} = \frac{2,4}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 10-ого этапа:

$$T_{p10} = \frac{19}{1} = 19 \text{ раб. дн.}$$

Из проведенных расчетов видно, что наибольшую трудоемкость и продолжительность будут иметь 4, 5, 6 и 10 этапы.

3.3.2 Разработка графика проведения научного исследования

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (3.4)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (3.5)$$

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

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

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

Коэффициент календарности в 2017 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1.48$$

Продолжительность выполнения 1-ого этапа в календарных днях

$$T_{k1} = 1 * 1.48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-ого этапа в календарных днях

$$T_{k2} = 1 * 1.48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-ого этапа в календарных днях

$$T_{k3} = 2 * 1.48 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-ого этапа в календарных днях

$$T_{k4} = 9 * 1.48 = 13 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-ого этапа в календарных днях

$$T_{k5} = 14 * 1.48 = 21 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-ого этапа в календарных днях

$$T_{k6} = 10 * 1.48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-ого этапа в календарных днях

$$T_{k7} = 1 * 1.48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-ого этапа в календарных днях

$$T_{k8} = 6 * 1.48 = 9 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-ого этапа в календарных днях

$$T_{k9} = 1 * 1.48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 10-ого этапа в календарных днях

$$T_{k10} = 19 * 1.48 = 28 \text{ кал. дн.}$$

Полученные временные показатели проведения научного исследования
сведем в таблицу 3.3

Таблица 3.3– Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность	Длительность работ в календарных днях,
		t _{min} ,	t _{max} ,	t _{ож} і,			
1	Выбор направления исследования	1	3	1,8	Научный руководитель, студент	1	1
2	Составление и утверждение темы ВКР	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	2	3	2,4	Научный руководитель	2	3
4	Изучение литературы по теме ВКР (нормативные источники, учебники, учебные пособие, периодика, электронные источники)	7	12	9	Студент	9	13
5	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	12	17	14	Студент	14	21
6	Написание теоретической части ВКР	7	15	10,2	Студент	10	15
7	Подведение промежуточных итогов	1	4	2,2	Научный руководитель, студент	1	1
8	Выполнение практической части ВКР	7	18	11,4	Студент	6	9
9	Оценка и анализ полученных результатов	2	3	2,4	Научный руководитель, студент	1	1
10	Оформление расчетно-пояснительной записки ВКР	15	25	19	Студент	19	28

На основе таблицы 3.3 строим календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ ра бо т	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			Апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Выбор направления исследования	Науч.руководитель, студент	1													
2	Составление и утверждение темы ВКР	Науч.руководитель, студент	1													
3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Науч.руководитель	3													
4	Изучение литературы по теме ВКР (нормативные источники, учебники, учебные пособие, периодика, электронные источники)	Студент	13													
5	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент	21													
6	Написание теоретической части ВКР	Студент	15													
7	Подведение промежуточных итогов	Науч.руководитель, студент	1													
8	Выполнение практической части ВКР	Студент	9													
9	Оценка и анализ полученных результатов	Науч.руководитель, студент	1													
10	Оформление расчетно-пояснительной записки ВКР	Студент	28													

■ – студент; ■ – научный руководитель;

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для выполнения данного научного исследования необходимы материалы, которые указаны в таблице 3.5

Таблица 3.5 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ($З_m$), руб.
Бумага	лист	200	2	400
Ручка	шт.	2	20	40
Карандаш	шт.	2	15	30
Маркер цветной	шт.	4	40	160
Скрепки канцелярские	упаковка	2	35	70
Мультифора	шт.	16	2	38
Картридж	шт.	2	900	1800
Итого				2538

3.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} \quad (3.6)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$)научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (3.7)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (3.8)$$

где Z_m – 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_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p \quad (3.9)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 36800 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 76544$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$Z_m = 17000 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 30940$$

Таблица 3.6 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	105	105
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	15	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	203	213

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{76544 * 10,4}{204} = 3902$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{30940 * 11,2}{214} = 1619$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: Т_р=10раб.дней

Студент: Т_р=48 раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{\text{осн}} = 3902 * 10 = 39020 \text{руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{\text{осн}} = 1619,29 * 48 = 77726 \text{руб.}$$

Таблица 3.7– Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$Z_{тс},$ руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м},$ руб.	$Z_{дн},$ руб.	$T_{р},$ раб.дн.	$Z_{осн},$ руб.
Научный руководитель	36800	0,3	0,3	1,3	76544	3902	6	23412
Студент	17000	0,2	0,2	1,3	30940	1619	48	77726
Итого $Z_{осн}$								101138

3.4.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (3.10)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,12;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 3.8 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	23412	77726
Дополнительная зарплата	2810	9327
Итого, руб	113275	

3.4.4 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (3.11)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 * 130755 = 33983 \text{руб}$$

3.4.5 Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}} \quad (3.12)$$

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = 175520 \times 0,16 = 23967 \text{руб}$$

3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные выше величины затрат научно-исследовательской работы представляет собой основу формирования бюджета затрат проекта. В таблице 3.9 отражены сводные показатели, которые формируют бюджет затрат ВКР.

Таблица 3.9– Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля от общих затрат, %
1. Материальные затраты НТИ	2538	1,46
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	101138	58,2

Таблица 3.9– Расчет бюджета затрат ВКР (продолжение)

3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12137	6,98
4. Отчисления на социальные нужды	33983	19,6
5. Накладные расходы	23967	13,8
6. Бюджет затрат НТИ	173763	100

3.5 Оценка эффективности исследования

Данная работа имеет высокую эффективность и большой потенциал реализации в области защиты от ЧС. Так как применение нового метода поиска пострадавших в завалах зданий позволит снизить количество жертв от одного из наиболее вероятных причин гибели людей, долгое нахождение под завалом без оказания помощи, тем самым понизить уровень потенциально возможных жертв среди пострадавших. Полученная информация может представлять большой интерес для Главного управления МЧС России и других частных спасательных компаний.

В ходе выполнения работы над данным разделом была проведена оценка качества новой разработки. С помощью технологии QuaD мы выяснили, что конкурентоспособность разрабатываемого метода высока.

Для выполнения данной исследовательской работы необходимо провести ключевых 10 этапов, позволяющие построить диаграмму Ганта, которая наглядно отражает продолжительность исследования во времени. Общая продолжительность исследования составила 48 дней.

Проведенный расчет стоимости НТИ показал, что общая стоимость составляет 173763 рубля.

4 Социальная ответственность

Объект исследования: акустический метод поиска пострадавших в завалах с использованием нескольких приемных устройств (микрофонов).

Введение

Целью данной работы является разработка нового метода поиска пострадавших в завале, способного более эффективно обнаруживать пострадавших и определять их местоположение в завале. Создаваемый метод должен обладать высокой эффективностью и простотой применения.

Социальная ответственность это концепция, в соответствии с которой организации учитывают интересы общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на фирмы и прочие заинтересованные стороны общественной сферы.

Социальная ответственность при разработке новых решений и методов должна обеспечивать:

- исключение несчастных случаев;
- защиту здоровья работников;
- снижение вредных воздействий на окружающую среду;
- экономное расходование невозобновимых природных ресурсов.

В разделе будет рассмотрено рабочее место лаборанта в кабинете №08 в 8 корпусе НИ ТПУ и вредные факторы, действие которых может испытать на себе работник.

4.1 Производственная безопасность

4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.

Комплекс для акустического поиска пострадавших состоит нескольких основных элементов: приемного устройства (микрофона, датчика), усилителя преобразователя и выходного устройства (головных телефонов, индикаторов). При использовании, данный комплекс не может создать никаких опасных факторов для здоровья человека, за исключением продолжительной звуковой нагрузки на оператора при использовании головных микрофонов.

4.1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

Опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при выполнении работ по созданию нового метода поиска пострадавших и исследованию его свойств приведены на рисунке 4.1.

Рисунок 4.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке и проектировании программного приложения и его эксплуатации (по ГОСТ 12.0.003-74)

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)	
	Вредные	Опасные
1) Исследование методов поиска пострадавших	недостаточная освещенность рабочей зоны;	опасность возникновения пожара
2) Создание нового метода акустического поиска пострадавших	повышенный уровень шума; Неблагоприятный микроклимат Статические физические перегрузки	поражение электрическим током

4.1.2.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещенность- важнейший параметр на рабочем месте в лаборатории, обеспечивающий комфортные условия, повышенную эффективность и безопасность труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

В зависимости от назначения помещения, а также вида зрительных работ нормируются такие показатели освещённости, как естественное освещение или искусственное освещение. Естественное освещение обусловлено прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняется в зависимости от географической широты, времени суток, степени облачности, прозрачности атмосферы. Ограниченная прозрачность остекления светопроёмов, их затеняемость, а зачастую и несоответствие их

размеров площади и глубине помещений, вызывают повышенный дефицит естественного света в помещениях. Недостаток естественного света восполняется искусственным освещением.

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Слишком низкие уровни освещенности вызывают апатию, сонливость, а в некоторых случаях способствуют развитию чувства тревоги. К таким же последствиям приводит длительное пребывание в световой среде с ограниченным спектральным составом света и монотонным режимом освещения.

При верхнем или комбинированном естественном освещении помещений любого назначения нормируется среднее значение коэффициента естественной освещенности (КЕО)

Так как контроль проведения исследований или обработка полученных результатов осуществляется на электронно-вычислительных машинах, в качестве рекомендаций по организации освещения на рабочем месте, можно использовать рекомендации, представленные в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, которые приведены на рисунке 4.2.

Рисунок 4.2. – Нормируемые показатели искусственного освещения

Помещение	Рабочая поверхность и плотность нормирования КЕО и освещённости (Г-горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Искусственное освещение				
		Освещённость, лк			Показатель дискомфорта	Коэффициент пульсации освещённости, Кп, % не более
		При комбинированном освещении		При общем освещении		
		Всего	От общего			
1	2	3	4	5	6	7
Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Г-0,8 Экран монитора: В-1,2	500	300	400	15	10
		–	–	200	–	–

- рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, а естественный свет падал преимущественно слева;
- искусственное освещение в помещениях для эксплуатации персональной ЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения;
- следует ограничивать отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов
- светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения; светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40°;
- в качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ);

- общее освещение при использовании люминесцентных светильников следует выполнять в виде сплошных линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядом расположении видеодисплейных терминалов.
- При расположении компьютеров по периметру линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору

4.1.2.2 Повышенный уровень шума

Основными источниками шума являются: печатающие устройства, в вычислительных машинах – шум от работы вентилятора, в лаборатории установки для кондиционирования воздуха, а также шум процесса работы излучателя звуковых частот.

Повышенный уровень шума имеет следующие последствия:

- нарушение слуха. Исключительно высокий уровень шума (более 120 дБ) может привести к акустической травме. При значительно большей интенсивности звука можно потерять слух. Более частое последствие работы при повышенном уровне шума – постепенное и малозаметное снижение слуха;
- сердечно-сосудистые заболевания. Шум негативно влияет на сердечно-сосудистую систему, что приводит к развитию гипертонии и гипотонии, скачкам артериального давления. Сосудистые нарушения совместно с отрицательным влиянием шума на мозг могут вызвать сильные головные боли, сосудистые спазмы.
- гормональные расстройства. Высокий уровень шума может нарушать работу мозга и нервной системы, что приводит к появлению сахарного диабета, болезни щитовидной железы и репродуктивной системы.

- влияние на психику. Приводит к снижению концентрации, невозможности сосредоточиться, ухудшению памяти, депрессии и др.
- низкий тонус и иммунитет.

Для обеспечения соответствия шумового воздействия нормативным документам, могут применяться приведённые ниже технические решения, в соответствии с СП 51.13330.2011, приведенные в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
Творческая деятельность, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование преподавание и обучение.	50
Измерительные и аналитические работы в лаборатории	60

Конструкция вентиляционных блоков должна обеспечивать целостность стенок (отсутствие в них сквозных каверн, трещин), разделяющих каналы. Горизонтальный стык вентиляционных блоков должен исключать возможность проникновения шума по неплотностям из одного канала в другой. При проектировании дверей, ворот и окон следует обращать особое внимание на принятие мер по повышению их изоляции от воздушного шума.

4.1.2.3 Неблагоприятный микроклимат

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;

Работа в лаборатории относится к категории работ Ia – работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением. В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03, нормативы должны соответствовать требованиям, приведенным на рисунке 4.3.

Рисунок 4.3 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений для категории работ Ia

Период года	Наименование параметра			
	Температура воздуха, С°	Температура поверхностей, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с.
Холодный	22-24	21-25	40-60	0,1
Теплый	23-25	22-26	40-60	0,1

Планировка должна обеспечивать свободный доступ свежего воздуха ко всем участкам помещений. Наиболее рациональны в гигиеническом отношении мало пролетные здания. Для свободного поступления наружного, более холодного воздуха и, следовательно, для лучшего проветривания помещений весьма важно оставлять максимальное количество свободного от застроек периметра стен.

Для обеспечения оптимального микроклимата на рабочем месте следует провести следующий комплекс мероприятий:

- оборудование помещения системами обогрева (радиаторы и конвекторы, системы с тепловентиляторами, воздушное отопление, системы лучистого обогрева, системы кабельного обогрева);
- установка и ремонт систем вентиляции и кондиционирования воздуха; использование увлажнителей воздуха; рациональное размещение оборудования;
- использование тепловой изоляции оборудования различными видами теплоизоляционных материалов;
- использование теплозащитных экранов

4.1.2.4 Статические физические перегрузки

Статические перегрузки вызываются длительным пребыванием человека в вынужденной рабочей позе или длительным статическим напряжениям отдельных групп мышц при выполнении работ.

Например: сидя или стоя с наклоненной головой (шейный и плечевой пояс); сидя или стоя с наклоненным туловищем (пояснично-крестцовый отдел); лежа (шейно-плечевая область); на коленках (коленные суставы); на корточках (коленные и голеностопные суставы, сдавливание нервов); с упором на локоть (давление на локтевой сустав).

Основным видом статической нагрузки при исследовательской работе в лаборатории, является нахождение в неподвижном состоянии, часто в неудобной позе при работе на ЭВМ.

При этом возникает локальная динамическая перегрузка пальцев и кистей рук. Статическим перенапряжениям мышц способствуют неподходящие эргономические параметры рабочего места и его компонентов (отсутствие подлокотников, пюпитра, подставки для ног), отсутствие возможности регулировки параметров рабочего стула, высоты рабочей поверхности стола, неудобное расположение клавиатуры и дисплея.

В данном случае, в качестве нормативов обеспечения безопасного рабочего процесса, следует принимать допустимые параметры рабочей зоны пользователя ЭВМ, в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, приведенными на рисунке 4.4.

Рисунок 4.4 – Требования к организации и оборудованию рабочих мест с персональной ЭВМ (по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Объект	Характеристика	Численное значение
Рабочий стол	Высота (при наличии возможности регулирования)	680-800мм
	Высота (при отсутствии возможности регулирования)	780 мм
	Размер рабочей поверхности – ширина (при высоте 780 мм)	800, 1000, 1200, 1400 мм
	Размер рабочей поверхности – глубина (при высоте 780 мм)	800, 1000 мм
	Пространство для ног: высота ширина глубина на уровне колен глубина на уровне вытянутых ног	не менее 600 мм не менее 500 мм не менее 450 мм не менее 650 мм
Рабочий стул	Ширина и глубина поверхности сиденья	не менее 400 мм
	Регулировка высоты сиденья	400-550 мм
	Регулировка угла наклона сиденья	вперед до 15° и назад до 5°
	Высота опорной поверхности спинки	300 ± 20 мм
	Ширина опорной поверхности спинки	не менее 380 мм
	Радиус кривизны горизонтальной плоскости	400 мм
	Угол наклона спинки в вертикальной плоскости	± 30°
	Регулировка расстояния спинки от переднего края сиденья	260-400 мм
	Стационарные или съемные подлокотники: длина ширина	менее 250 мм 50-70 мм
	Регулировка подлокотников по высоте над сиденьем	230 ± 30 мм
Подставка под ноги	Ширина	не менее 300 мм
	Глубина	не менее 400 мм
	Регулировка по высоте	до 150 мм
	Угол наклона упорной поверхности	до 20°
	Высота бортика по переднему краю	10 мм

В качестве средства профилактики заболеваний, связанных с сидячим образом жизни, предлагается использовать физкультминутки (ФМ). ФМ способствует снятию локального утомления. По содержанию ФМ различны и

предназначаются для конкретного воздействия на ту или иную группу мышц или систему организма в зависимости от самочувствия и ощущения усталости.

4.1.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Рабочее место располагается в подвальном помещении 8 корпуса НИ ТПУ. Данная рабочая зона имеет в своём составе пять ЭВМ, шесть рабочих столов и различное лабораторное оборудование. Стены окрашены матовой краской светло-бежевых тонов, потолки светлые. В помещении имеется три не полноразмерных оконных проема.

Для обеспечения защиты исследователя от действия опасных факторов, необходим контроль за соблюдением сотрудниками техники безопасности и правил поведения в помещении.

Необходимо соблюдать правила техники безопасности, приведённые ниже:

- Работы необходимо проводить только в спецодежде.
- Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту и порядок.
- Запрещается работать с электроприборами, имеющими повреждения корпуса или изоляции соединительных проводов;
- При окончании работы необходимо выключить силовую электросеть, привести в порядок рабочее место.
- В помещении запрещается работать одному.

В случае поражением электрическим током, необходимо

- Прекратить действие тока (лучше всего экстренным выключением приборов, т.к. попытка оттащить пострадавшего может привести к поражению током спасающего);
- Немедленно сообщить о происшедшем преподавателю (даже если на первый взгляд всё обошлось лёгким испугом);
- Оказать первую медицинскую помощь, если необходима.

Перед началом работы, каждый сотрудник должен пройти инструктаж, а в журнале по технике безопасности должна быть сделана соответствующая запись. В дальнейшем, процедуру необходимо повторять раз в полгода.

В помещении имеется медицинская аптечка с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств.

4.2 Экологическая безопасность

4.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Акустический комплекс по поиску пострадавших является безвредным для окружающей среды, так как не обладает токсикологическим воздействием на живые организмы и растения.

После исчерпания ресурса батареек, которые могут использоваться в данном комплексе их необходимо утилизировать методом захоронения на специализированных полигонах, исключающих попадание веществ с места захоронения в грунтовые воды, т.к. использованные батарейки могут содержать большое количество опасных веществ, которые являются вредными для окружающей среды и живых организмов элементами.

4.2.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

К негативному влиянию на окружающую среду в процессе исследования данного метода, можно отнести шум, который образуется в результате работы звуковых излучателей. Но данный фактор является малозначимым, так как в процессе исследований происходит работа с малым звуковым давлением.

Отрицательное воздействие на литосферу оказывают твёрдые отходы образующиеся в процессе исследований. Это могут быть: бумага, перчатки, канцелярские принадлежности, шлам (после измельчения материалов). Все отходы выбрасываются в общий мусорный контейнер.

4.2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

При выполнении исследовательских работ и использовании лабораторного оборудования, необходимо выполнять мероприятия по охране окружающей среды.

4.2.3.1 Защита литосферы

Для минимизации количества выбрасываемых отходов, а также для уменьшения нагрузки на полигоны ТБО, целесообразно ввести отдельный сбор мусора. Данное решение позволит более рационально подходить к вопросу утилизации отходов (часть из них можно будет отправить на переработку). Возможно вторичное использование бумаги и стеклянной посуды.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Объект исследования не может являться причиной возникновения ЧС.

4.3.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.

При проведении исследований существует вероятность появления пожара. Это может произойти при перегреве проводящих элементов устаревшего оборудования, что приведёт к его выходу из строя, а также к возникновению пожароопасной ситуации. Помимо перегрева, пожароопасная ситуация может стать следствием короткого замыкания, произошедшего в результате повреждения токопроводящих элементов и систем из-за неаккуратных действий лаборанта.

Также, пожар может возникнуть в результате возникновением короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов.

4.3.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Для предупреждения пожаров от коротких замыканий и перегрузок необходимы правильный выбор, монтаж и соблюдение установленного режима эксплуатации электрических сетей, дисплеев, лабораторного оборудования (центрифуг, магнитных мешалок и др.) и других электрических средств автоматизации.

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорючих или трудно сгораемых материалов.

Необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- противопожарный инструктаж работающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.
- эксплуатационные мероприятия:
- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- Технические мероприятия: профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Работник лаборатории работает в двух положениях: сидя (преимущественно) и стоя.

Рабочее место для выполнения работ сидя организуют при легкой работе, не требующей свободного передвижения работающего, а также при работе средней тяжести в случаях, обусловленных особенностями технологического процесса. Категории работ - по ГОСТ 12.1.005-88.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения

информации и т.д. должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя.

Категория работ - по ГОСТ 12.1.005-88. Конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы. Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

4.4 Вывод

В ходе проведения исследовательской работы были выполнены все поставленные задачи. Было выяснено, что разработанный метод и комплекс для поиска пострадавших в завале, в лабораторных условиях способна эффективно определять наличие источника звука и определять его местоположение и не представляет опасности для окружающей среды и людей при использовании её по назначению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Недостаточная освещенность рабочей зоны [Электронный ресурс]: – Режим доступа URL: <http://studopedia.ru>, свободный. – Заглс с экрана. Яз. Рус. (Дата обращения: 09.05.2017).
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий: утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, 6 апреля 2003 года. Документ с изменениями, внесенными: постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 15 марта 2010 года N 20 (Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, N 16, 19.04.2010).
3. Санитарные правила и нормы: СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 30 мая 2003 г.
4. Вредное производство: повышенный уровень шума [Электронный ресурс] / Zdravo. Приведи здоровье в порядок. 2016. URL: <http://zdravo.by> (дата обращения: 09.05.2017).
5. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы: утверждены и введены в действие Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. N 36.
6. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003: утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 28 декабря 2010 г. N 825 и введен в действие с 20 мая 2011 г.

7. СанПиН 2.2.4.548-96 Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: утверждены и введены в действие Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 1 октября 1996 г., N 21.
8. Влияние метеорологических условий на здоровье работников [Электронный ресурс]: – Режим доступа URL: <http://dvkuot.ru>, свободный. – Заглс с экрана. Яз. Рус. (Дата обращения: 10.05.2017).
9. Мероприятия по обеспечению оптимального и допустимого микроклимата [Электронный ресурс]: – Режим доступа URL: <http://edu.trudcontrol.ru>, свободный. – Заглс с экрана. Яз. Рус. (Дата обращения: 10.05.2017).
10. Пособие по БЖД [Электронный ресурс]: – Режим доступа URL: <http://www.studfiles.ru>, свободный. – Заглс с экрана. Яз. Рус. (Дата обращения: 10.05.2017).
11. Опасные и вредные факторы при работе с ПЭВМ [Электронный ресурс]: – Режим доступа URL: <http://rgrtu-640.ru>, свободный. – Заглс с экрана. Яз. Рус. (Дата обращения: 10.05.2017).
12. Вермикулитобетон. Пропорции и способ приготовления [Электронный ресурс]: – Режим доступа URL: <http://msksluda.ru>, свободный. – Заглс с экрана. Яз. Рус. (Дата обращения: 10.05.2017).
13. Нормативные документы, методические пособия и рекомендации. Правила устройства, техники безопасности, производственной санитарии, противоэпидемического режима и личной гигиены при работе в лабораториях (отделениях, отделах) санитарно-эпидемиологических учреждений системы Министерства здравоохранения СССР [Электронный ресурс]: – Режим доступа URL: <http://www.interlabservice.ru>, свободный. – Заглс с экрана. Яз. Рус. (Дата обращения: 10.05.2017).
14. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 13 июля 2015 года): принят Государственной Думой 4

июля 2008 года. Документ с изменениями, внесенными: Федеральным законом от 13 июля 2015 года N 234-ФЗ.

- 15.ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования: введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 26 апреля 1978 г. N 1100. Переиздание: апрель 2001 г.
- 16.Звук [Электронный ресурс]: – Режим доступа URL: <http://ru.wikipedia.org>, свободный. – Заглс с экрана. Яз. Рус. (Дата обращения: 09.05.2017).
- 17.Затухающие колебания [Электронный ресурс]: – Режим доступа URL: <http://www.studfiles.ru>, свободный. – Заглс с экрана. Яз. Рус. (Дата обращения: 21.05.2017).
- 18.Особенности аварийно-спасательных работ при обрушении зданий жилого фонда [Электронный ресурс]: – Режим доступа URL: <http://knowledge.allbest.ru>, свободный. – Заглс с экрана. Яз. Рус. (Дата обращения: 19.05.2017).