

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки- 201000 биотехнические системы и технологии
Кафедра промышленной и медицинской электроники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы	
Устройство для анализа бронхофонографических данных человека	
УДК 615.84-07:616.24	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ДМ41	Гатауллин Артур Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фокин А.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ ИНК	Губарев Ф.А.	к.ф.-м.н.		

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять глубокие специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в инновационной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной биомедицинской и экологической техники	Требования ФГОС (ОК-2, ОПК-2) ¹ , Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа и синтеза с использованием специальных знаний, современных аналитических методов и моделей	Требования ФГОС (ОПК-1, 3; ПК-1 – 4), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Выбирать и использовать необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения инновационной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений	Требования ФГОС (ОК-9, ПК-10, 14, 18). Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.3, 5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной биомедицинской и экологической техники конкурентоспособной на мировом рынке	Требования ФГОС (ОК-2, 3; ПК-5 – 11, 14), Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.3, 5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением глубоких специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов в сложных и неопределенных условиях	Требования ФГОС (ОК-2, 3; ОПК-5, ПК-1 – 4). Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.2, 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере биотехнических систем и технологий, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды	Требования ФГОС (ОПК-1, 2), Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.5, 5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Использовать глубокие знания в области проектного менеджмента для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ОПК-2; ПК-14, 15). Критерий 5 АИОР (п. 5.3.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем активно осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-1), Критерий 5 АИОР (п. 5.3.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена и руководителя команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делегированием ответственности и полномочий при решении инновационных инженерных задач	Требования ФГОС (ОК-3, ОПК-3; ПК-3, 12, 13), Критерий 5 АИОР (п. 5.3.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать	Критерий 5 АИОР (п. 5.3.4), согласованный с требованиями

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 12.04.02 – Биотехнические системы и технологии), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 21.11.2014г.

	профессиональной этике и нормам ведения инновационной инженерной деятельности	международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Демонстрировать глубокие знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности	Критерий 5 АИОР (п. 5.3.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-2, 4; ОПК-4), Критерий 5 АИОР (п.5.3.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки - Биотехнические системы и технологии
Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

_____ Ф.А. Губарев
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1ДМ41	Гатауллину Артуру Андреевичу

Тема работы:

Устройство для анализа бронхофонографических данных человека	
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)	№ 3339/с от 04.05.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или 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.).</i>	Объектом исследования является устройство для автоматизированной пульмонологической диагностики (бронхофонограф), относящееся к области медицины, предназначенное для функциональной диагностики заболеваний органов дыхания Частотный спектр входного сигнала 0-2000 Гц Напряжение питания 3,3 В Входное напряжение 0-0,1 мВ Количество каналов - 1
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(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).</i>	1. Провести обзор литературы по тематике диссертации 2. Произвести выбор датчика для регистрации акустических сигналов дыхательной системы человека 3. Рассмотреть существующие устройства для регистрации акустических сигналов дыхательной системы 4. Разработать структурную схему бронхофонографа 5. Разработать электрическую принципиальную схему акустического датчика 6. Разработать электрическую принципиальную схему аналоговой части бронхофонографа 7. Произвести трассировку разработанных электрических принципиальных схем 8. Разработать 3Д модель корпуса акустического датчика для дальнейшего его 3Д прототипирования. 9. Произвести регистрацию акустического сигнала дыхательной системы с помощью разработанного акустического датчика
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Схема электрическая принципиальная акустического датчика 2. Перечень элементов для схемы акустического датчика 3. Принципиальная аналоговая схема бронхофонографа 4. Перечень элементов для аналоговой схемы бронхофонографа 5. Чертеж крышки под датчик 6. Чертеж верхней крышки датчика
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	к.э.н. доцент Конотопский В.Ю.
«Социальная ответственность»	к.т.н. доцент Анищенко Ю.В.
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	старший преподаватель Кобзева Н.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

1. Обзор литературы**Дата выдачи задания на выполнение выпускной
квалификационной работы по линейному графику****Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. ПМЭ	Фокин А.В.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ДМ41	Гатауллин Артур Андреевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ДМ41	Гатауллин Артур Андреевич

Институт		Кафедра	
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Биотехнические системы и технологии

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ДМ41	Гатауллин Артур Андреевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ДМ41	Гатауллину Артуру Андреевичу

Институт	Магистратура	Кафедра	Биотехнические системы и технологии
Уровень образования		Направление/специальность	

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

В данной работе разрабатывается устройство для анализа бронхофонографических данных человека (бронхофонограф). Устройство найдет применение в медицине, для диагностирования бронхо-легочных заболеваний

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности

1.1. Вредные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения:

- Отсутствие или недостаток естественного света;
- Отклонение показателей микроклимата;
- Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу.

1.2. Опасные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения:

- Термическое травмирование;
- Электрический ток.

2. Экологическая безопасность:

- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;
- выбор наиболее типичной ЧС;

	– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ДМ41	Гатауллин А.А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 125 с., 33 рис., 14 табл., 41 источник, 7 прил.

Ключевые слова: бронхофонограф, акустические данные, аускультация, частотный диапазон

Объектом исследования является устройство для автоматизированной пульмонологической диагностики (бронхофонограф), относящееся к области медицины, предназначенное для функциональной диагностики заболеваний органов дыхания.

Цель работы – разработка бронхофонографа, использующего регистрацию звуков с поверхности грудной клетки

В процессе исследования проводились: разрабатывалась принципиальная схема акустического датчика, аналоговая принципиальная схема бронхофонографа, корпус акустического датчика, производилась регистрация сигнала с акустического датчика

В результате исследования: разработана принципиальная схема акустического датчика, аналоговая принципиальная схема бронхофонографа, корпус акустического датчика, получен сигнал с акустического датчика

Степень внедрения: условия лаборатории ООО «Диагностика+»

Область применения: медицина, диагностика бронхолегочных заболеваний

Экономическая эффективность/значимость работы: реализация технологии является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности

В будущем планируется разработка полного макета устройства для регистрации бронхофонографических данных человека, разработка математического аппарата для оценки бронхофонографических данных человека, а также проведение исследований.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- 1.ГОСТ Р 1.5 - 2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
- 2.ГОСТ 2.105 - 95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
- 3.ГОСТ 2.106 - 96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
- 4.ГОСТ 7.0.5 - 2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка.
- 5.ГОСТ 7.1 - 2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание.
- 6.ГОСТ 7.9 - 95 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация.
- 7.ГОСТ 7.11 - 2004 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на иностранных языках.
- 8.ГОСТ 7.0.12 - 2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Сокращения русских слов и словосочетаний в библиографическом описании произведений печати.
- 9.ГОСТ 7.32 - 2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
- 10.ГОСТ 19.404 - 79 Единая система программной документации. Пояснительная записка.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Бронхофонграфия – современный метод исследования функции внешнего дыхания, основанный на изучении звуков дыхательной волны.

Аускультация – физический метод медицинской диагностики, заключающийся в выслушивании звуков, образующихся в процессе функционирования внутренних органов. Аускультация бывает прямой – проводится путём прикладывания уха к прослушиваемому органу, и непрямой – с помощью стетоскопа.

Везикулярное дыхание – основной дыхательный шум, который прослушивается при аускультации легких здорового человека

Крепитация – своеобразное однотональное мелкое залповое потрескивание, появляющееся на высоте вдоха.

Обструкция – спазм.

Сокращения

ХОБЛ - хроническая обструктивная болезнь лёгких

ОРВИ - острая респираторная вирусная инфекция

ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь

БУ – буферный усилитель

АФНЧ – активный фильтр низких частот

АФВЧ – активный фильтр высоких частот

МК - микроконтроллер

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь

ПК – персональный компьютер

ОУ – операционный усилитель

АРУ – автоматическая регулировка усиления

ВВЕДЕНИЕ

Рост хронических заболеваний легких в мире с начала 2000 г. составил более чем 10 раз. Смертность, вызванная этими заболеваниями, стоит на третьем месте после сердечнососудистых и онкологических. В России на 2012 г. количество больных бронхиальной астмой составляет около 7 млн. человек (2,2% населения), по числу смертных случаев – на втором месте в мире (28,6 на 100 тысяч населения). Одна из основных причин – поздняя диагностика заболеваний, когда излечение простыми средствами неэффективно. Наиболее простым и распространенным методом исследования функции дыхательной системы является аускультация (выслушивание) дыхательных звуков и шумов. Предложенный в 1821 г. французским врачом Р. Лаэннеком этот метод, несмотря на развитие других диагностических методик (рентгенография, УЗИ, функциональные методы исследования дыхания и другие), остается одним из базовых приемов исследования пациента. Основным недостатком метода являются субъективность мнения врача при анализе воспринимаемых звуков на слух: результаты аускультации зависят и от многих трудно формализуемых факторов. Необходимо учитывать и то, что ощутимую погрешность в звуковую картину может вносить стетоскоп, который ослабляет сигналы лежащие в полосе частот выше 120 Гц, а человеческое ухо имеет слабую чувствительность на низких частотах.

Необходимо учитывать и то, что человеческий слух обладает выраженной индивидуальностью восприятия, распознавания и оценки звуков. При этом наличие музыкального слуха не является критическим фактором. При этом наличие музыкального слуха не является критическим фактором. Люди с музыкальным слухом обладают способностью воспринимать отдельные музыкальных элементы, а так же параметры музыкальных звуков (громкость, частоту, тембр), несмотря на все это, они так же способны воспринимать функциональные связи между качествами музыкальных звуков (чувство ритма). Установлено, что частотный диапазон, который воспринимает женское ухо, шире, чем у мужчин. Женщины лучше различают высокочастотные звуки, а также лучше различают интонации и тональности. Острота женского слуха

начинает притупляться после 38 лет, а у мужчин уже после 32 лет. В 50 лет острота слуха у мужчин и женщин сравнивается, и становится примерно в 2 - 2,5 раза ниже, чем в возрасте 25 лет, однако способность к восприятию высокочастотных тембровых составляющих у него сохраняется. К 65 годам острота слуха снижается более чем в 3 раза, человек перестает слышать тембровые оттенки звука выше 10-11 кГц. Таким образом, имеется настоятельная потребность объективизации процедуры аускультации, исключающей двойное толкование результатов обследования.

В 2007 г. Было начато мелкосерийное производство стационарного компьютерного бронхофонографа «Паттерн-01», представляющего собой выносной настольный блок и мощный персональный компьютер. Датчик размещался в ротовой полости пациента, что исключало его использование у детей младше 3-4 лет. В настоящее время с помощью этого устройства достоверно возможно диагностировать только обструктивные состояния; диагностика остальных заболеваний дыхательной системы и объективная оценка характера шумов невозможны. Стоимость комплекта на 2010 г – от 180 до 260 тыс руб.

Целью предлагаемой работы является создание компактного бронхофонографа, использующего регистрацию звуков с поверхности грудной клетки. В настоящее время завершен НИР, подтверждающий техническую реализуемость проекта, проведены патентные исследования.

По имеющимся данным, мировых аналогов разрабатываемого метода и устройств, его реализующего, в ближайшее время ожидать не приходится. Ситуация обостряется тем, что в странах экваториальной зоны в последнее время резко увеличилась заболеваемость атипичными вирусными формами пневмоний, с которыми местные врачи ранее не сталкивались и, соответственно, не способны своевременно распознать.