

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Прибор для электросудорожной терапии

УДК 615.47:621-047.44

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д21	Городилова Юлия Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сорокина Павел Владимирович	Кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков Артем Георгиевич	Кандидат исторических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте биомедицинской и экологической техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной биомедицинской и экологической техники с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов

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
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Д21	Городиловой Юлии Александровне

Тема работы:

Прибор для электросудорожной терапии	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или 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 прибор для проведения электросудорожной терапии, Конвульсиметр.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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></p>	<p>Аналитически обзор литературы по теме исследования. Изучение вопросов разработки прибора. Анализ экономической значимости прибора и социальной безопасности.</p>
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
--	--

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Гусельников Михаил Эдуардович

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сорокин Павел Владимирович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д21	Городилова Юлия Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНИНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Д21	Городилова Юлия Александровна

Институт	ИНК	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Биотехнические системы и технологии

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях, нормативно-правовых документах.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований.</i>	Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения НИ, бюджет НИ.

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*
Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков Артем Георгиевич	Кандидат исторических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д21	Городилова Юлия Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Д21	Городилова Юлия Александровна

Институт	ИНК	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Биотехнические системы и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p><i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></p>	<p><i>Рабочим местом является учебная аудитория в корпусе ТПУ. Работа выполняется с использованием компьютера. Во время написания ВКР возможно влияние вредных и опасных факторов.</i></p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>ГОСТ 12.0.003-74 СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.033-81 ГОСТ 12.1.038-82</i></p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – 	<p><i>Анализ возможных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - недостаточное освещение - электромагнитное воздействие - неоптимальный микроклимат помещения
---	---

индивидуальные защитные средства)	
<p>2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); <p>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>	<p>Анализ возможных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - несоблюдение правил электробезопасности - несоблюдение правил пожарной безопасности
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	Анализ экологической безопасности
Перечень графического материала:	
План пожарной эвакуации 2 этажа корпуса №16В НИ ТПУ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д21	Городилова Юлия Александровна		

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

Институт неразрушающего контроля

Направление подготовки (специальность): 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Уровень образования: Бакалавр

Кафедра: Промышленной и медицинской электроники

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.02.2016	Введение	10
06.03.2016	Обзор литературы	25
10.04.2016	Конвульсиметр	25
02.05.2016	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	15
24.05.2016	Раздел «Социальная ответственность»	15
05.06.2016	Заключение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сорокин Павел Владимирович	Кандидат технических наук		

СОГЛАСОВАНО:

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 67 с., содержит 12 рисунков, 15 таблиц, имеет 30 источников.

Ключевые слова: эпилепсия, электросудорожная терапия, аппарат ЭСТ, конвульсиметр, конвульсатор.

Объектом исследования являются: аппараты для ЭСТ

Цель работы: исследовать прибор конвульсиметр.

В процессе исследования был проведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных конвульсаторов.

В результате исследования были изучены нормативные документы, структурные блоки аппарата ЭСТ, основные характеристика Конвульсиметра.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: произвольная форма тока, встроенный кардиограф.

Степень внедрения: требуется медицинская апробация.

Область применения: психиатрия, неврология.

Экономическая эффективность/значимость работы: высокая конкурентоспособность за счет основных преимуществ.

В будущем планируется: портативная версия прибора

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ Р 50267.0-92 Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности
2. ГОСТ Р 50444-92 Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия
3. ГОСТ 20790-93 Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия
4. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
5. СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
6. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
7. ГОСТ 12.1.033-81* Пожарная безопасность. Термины и определения
8. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
9. Протокол ведения больных. / Нормативный документ. – Москва, 2005.
10. Проведение электросудорожной терапии в амбулаторной практике. Методические рекомендации. – Ставрополь: МЗ СК, 2006.
11. Федеральный закон от 24.07.2009 N 212-ФЗ "О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования"

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Эпилепсия – неврологическое заболевание, связанное с нарушением работы головного мозга.

Эпилептический припадок – спонтанный приступ судорог, возникающий в результате нарушений электрической активности головного мозга.

Большой судорожный припадок – это эпилептический приступ, характеризующийся внезапностью появления и судорогами клонического и тонического характера.

Эпилептический очаг – это патологически функционирующая нейронная система, способная к спонтанному периодическому самовозбуждению и мало зависящая от внешних условий.

Обозначения и сокращения

Список используемых обозначений и сокращений:

ТПУ – Томский Политехнический Университет

ИНК – Институт Неразрушающего Контроля

ПМЭ – Промышленная и медицинская электроника

ЭСТ – Электросудорожная терапия

КПД – Коэффициент полезного действия

ГАМК – Гамма-аминомасляная кислота

ЭЭГ – Электроэнцефалограмма

ВОЗ – Всемирная Организация Здравоохранения

ЭКТ – Электроконвульсивная терапия

ЭШТ – Электрошоковая терапия

ЧСС – Частота сердечных сокращений

АМН – Академия медицинских наук

QT – Интервал кривой ЭКГ

ШИМ – Широтно-импульсная модуляция

ОЗУ – Оперативное запоминающее устройство

ПК – Персональный компьютер

ЖК – Жидкокристаллический

ЭВМ – Электронно-вычислительная машина

ЭМП – Электромагнитные поля

ВДУ – Временные допустимые уровни

Оглавление

Введение.....	16
1. Обзор литературы.....	18
1.1. Неврологическое заболевание	18
1.2. Психические и наркологические заболевания	20
1.3. Электросудорожная терапия.....	20
1.4. Аппараты ЭСТ.....	24
2. Конвульсиметр	26
3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	34
4. Раздел «Социальная ответственность»... Ошибка! Закладка не определена.	
Заключение	Ошибка! Закладка не определена.
Список использованных источников	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение 1. Принципиальная схема силового блока Конвульсиметра	Ошибка! За
Приложение 2. Принципиальная схема блока снятия сигналов ЭКГ	Ошибка! За
Приложение 3. Внешний вид платы Конвульсиметра	Ошибка! За

Введение

На сегодняшний день огромная часть населения мира без труда может быть отнесена к группе людей с расшатанным здоровьем. Немалый процент составляют больные психическими, наркологическими и неврологическими расстройствами. Внимание многих врачей обращено к страдающим эпилепсией. Эпилепсия является одним из самых распространенных неврологических заболеваний по всему миру. Практически ежегодно данный вопрос освещается на международных конференциях, научные институты занимаются исследованиями в этой области. Такое серьезное заболевание не оставляют без внимания и в России. Институт имени Святителя Луки в Москве является одним из крупнейших центров исследований и проведения конференций. [1] Эта важная тема была затронута также и в университете ТПУ на кафедре ПМЭ. Большой вклад в развитие и структурирование знаний об эпилепсии внес Нельсон Александр Ильич. [2]

Основные методы лечения – медикаментозные. В определенных случаях требуется хирургическое вмешательство. Иногда пациенты готовы прибегнуть к применению знаний народной медицины. К сожалению, все эти способы не всегда гарантируют выздоровление и могут негативно отразиться на работе других систем человека. Помимо фармакологического вмешательства существует так называемая шоковая терапия или, по-другому, электросудорожная терапия (ЭСТ).

Общество слабо осведомленно о понятии, о главных элементах шоковой терапии, из-за чего возникает страх перед неизвестным и неправильное отношение. Тем не менее, данный вид лечения имеет достаточно высокий КПД (до 50%). При правильном проведении процедур пагубное действие на организм пациента сводится к минимально возможному. Кроме того, очень важно то, что ЭСТ с успехом применяется для лечения психически больных, алкоголе и наркозависимых людей, так как действие терапии направлено на мозг пациента. Для того, чтобы

воздействовать на больного электросудорожными импульсами, требуется использовать специальный аппарат для ЭСТ. Данные устройства разрабатываются на стыке медицины и техники, следовательно, важен вклад как врачей, так и инженеров. Эта сфера имеет большой потенциал, и приборы для лечения эпилепсии могут быть доработаны таким образом, что заболевание будет протекать в самой слабой форме или вовсе искореняться, а ущерб, причиняемый здоровью пациента, будет сводиться к нулю. Именно на такие аспекты аппаратов для ЭСТ следует обратить внимание.

Целью моего исследования является анализ приборов, используемых для проведения электросудорожной терапии, сравнение зарубежных и отечественных устройств.

1. Обзор литературы

1.1. Неврологическое заболевание

В настоящее время под эпилепсией понимается хроническое заболевание головного мозга, единственный или доминирующий признак которого — повторяющиеся эпилептические припадки. [3] По всему миру насчитывается примерно 50 миллионов человек, страдающих эпилепсией. Данный недуг можно считать одним из самых распространенных неврологических заболеваний в глобальных масштабах. [4]

На данный момент известно, что эпилептический приступ является результатом синхронного возбуждения всех нейронов (нервных клеток) отдельного участка коры головного мозга — эпилептогенного очага. [3] Причины возникновения такого участка различны. Повлиять может травма головы (например, сотрясение мозга), инсульт, менингит, рассеянный склероз, алкоголизм (каждый десятый алкоголик страдает эпилептическими припадками), наркомания и многие другие причины. Кроме того известно, что предрасположенность к эпилепсии может передаваться по наследству. Больше, чем у половины людей, страдающих эпилепсией, первый приступ происходит до достижения 18 лет. Легкие приступы эпилепсии могут выглядеть как мимолетная кратковременная потеря связи с окружающим миром. Атаки могут сопровождаться легкими подергиваниями век, лица и часто бывают незаметны для окружающих. Может даже создаться впечатление, будто человек на секунду задумался. Все протекает так быстро, что окружающие ничего не замечают. Более того, даже сам человек может не знать, что у него только что случился приступ эпилепсии. [3]

В 2005 г. Международная лига борьбы с эпилепсией утвердила следующие постулаты: [5]

- Эпилепсия является общим названием для целой группы заболеваний, отражающих последствия дисфункции мозга.

- Эпилепсия — это мозговое расстройство, характеризующееся стойкой предрасположенностью к возникновению припадков и их нейробиологическими, когнитивными, психологическими и социальными последствиями.
- Эпилептический припадок — это кратковременное проявление признаков и/или симптомов, относящихся к аномально чрезмерной или синхронной нейрональной активности мозга.
- Для постановки диагноза требуется хотя бы один эпилептический припадок.

Возникновение эпилептического припадка вызывается дисбалансом тормозной (основной медиатор — γ -аминомасляная кислота,) и возбуждающей (основной медиатор — глутамат) систем головного мозга. Перед припадком действие глутамата намного пересиливает действие ГАМК в какой-либо области мозга, и нейроны этой области начинают генерировать электрические импульсы не разрозненно, как это происходит обычно, а синхронно. Возникает т.н. эпилептический очаг, где клетки разряжаются одновременно. На ЭЭГ можно наблюдать следующую картину: [6]

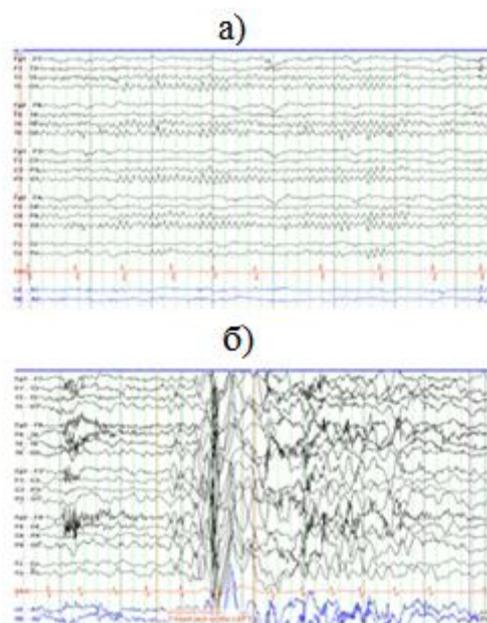


Рисунок 1 – а) ЭЭГ здорового человека; б) ЭЭГ пациента с эпилепсией

1.2. Психические и наркологические заболевания

Психические заболевания связаны с нарушениями таких психических функций, как эмоции, память, восприятие или разум. [7] Как сообщает ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), различные виды данного расстройства наблюдаются у каждого пятого человека. Некоторые типы заболеваний (например, шизофрения, затяжная депрессия) приносят сильные страдания больным, их родственникам, иногда появляется угроза для окружающих. В группе риска находятся люди всех возрастов. Симптомы, как правило, обладают субъективным характером. Лечение психических расстройств производят лекарственными методами, «словом», т.е. психотерапевтическим путем. В сложных случаях, когда предыдущие способы не имеют требуемого влияния, прибегают к помощи электросудорожной терапии.

Наркологические заболевания связаны с зависимостью человека от алкоголя, наркотических и токсических средств. Все эти вещества негативно влияют на организм человека, на его жизнь. Зависимость может быть психическая (желание достичь удовольствия) и физическая («ломка» организма). Зависимость искоренить сложно, в любой форме. В тех случаях, когда стандартное лечение не помогает, а именно медикаменты, психотерапия, находят индивидуальный подход. Применяют плазмофорез, иглорефлексотерапию, гемосорбцию и электроконвульсивную терапию. [8]

1.3. Электросудорожная терапия

Электросудорожная терапия (ЭСТ), или так называемая электроконвульсивная терапией (ЭКТ), ранее известная как электрошоковая терапия (ЭШТ) метод психиатрического и неврологического лечения, при котором эпилептиформный большой судорожный припадок вызывается

пропусканием электрического тока через головной мозг пациента с целью достижения лечебного эффекта.

Самые первые сведения об использовании электрического тока для лечения психических расстройств относятся к началу 16 века – однако сам источник тока был экзотичен - в его роли выступал электрический скат. Традиционную ЭСТ стали использовать в 30-е годы прошлого века. В России ЭСТ стала применяться с 1938 года, и уже в 40-50-х годах получила широкое распространение.

На заре применения метода ЭСТ проходила без анестезии - в результате у пациентов возникали судороги, а некоторые лишались зубов или получали компрессионные переломы. В первое десятилетие применения ЭСТ 1 из 1000 пациентов умирал. На сегодняшний день смертность во время процедуры составляет 4,5 на 100 000, и связана в первую очередь с анестезией, что не превышает аналогичные показатели при обычных хирургических операциях. Сегодня сеанс проводится с применением миорелаксантов, наркоза и временное искусственной вентиляции легких. Это позволяет избежать болевых ощущений и сильных судорог, которые раньше приводили к переломам, прокусов языка, щек и губ. По статистике один из 10 000 пациентов умирает от проблем с сердцем после процедуры, а вопрос, является ли это совпадением, или действительно происходит в результате ЭСТ, остается открытым. [9]

Чтобы исключить возможные осложнения, перед назначением ЭСТ пациента обязательно обследуют. Сеансы проводятся утром натощак. Пациенту смазывают виски гелем и подсоединяют электроды. При односторонней ЭСТ электрод подсоединяется к одному, недоминантному полушарию, обычно правому. Односторонняя ЭСТ не отличается от двухсторонней по эффективности, но дает меньшее число побочных эффектов, поэтому является более предпочтительным методом. Во время

сеанса ток низкого напряжения, вырабатываемый специальным прибором (конвульсатором), посылается через электроды, что вызывает судорожный припадок. Для возникновения припадков (что является обязательным условием успешного сеанса) напряжение может достигать величины 100 - 150 Вольт при экспозиции 0,3-0,7 секунд. Продолжительность припадков обычно составляет 30-60 секунд. Большая часть энергии электрического импульса поглощается мягкими тканями и черепом, и лишь небольшая часть доходит до мозга. Курс ЭСТ состоит из 10-16 сеансов, которые обычно проводятся через день. [9]

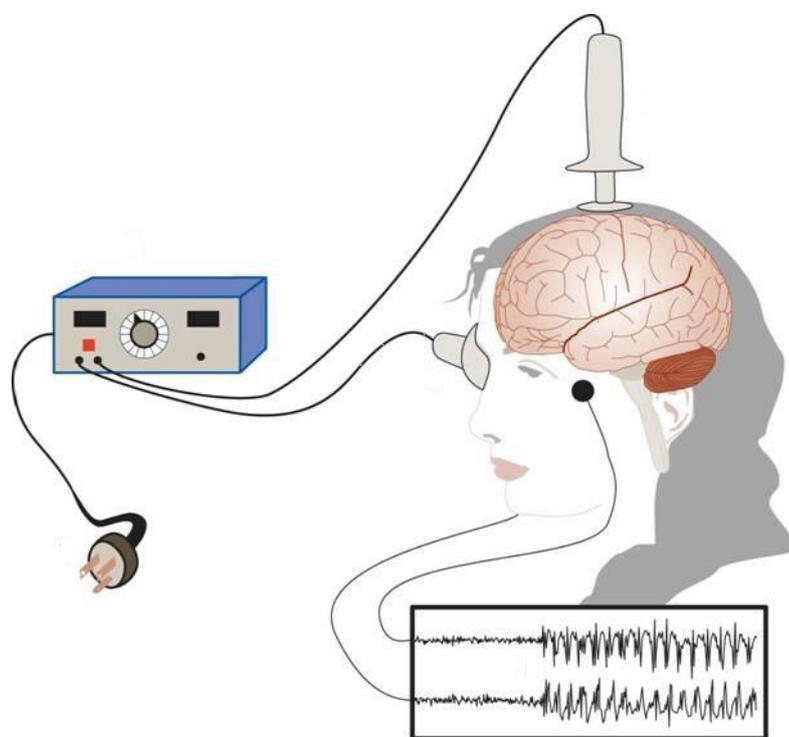


Рисунок 2 - Схема проведения ЭСТ

В медицине существует неоднозначное мнение относительно целесообразности ЭСТ. Ведь это достаточно жесткая мера, и последствия могут быть весьма тяжелыми, вплоть до отмирания участков головного мозга.

Частые побочные эффекты ЭСТ: [10]

- дезориентация во времени, пространстве;

- спутанность сознания;
- нарушение ориентации в собственной личности;
- нарушение памяти;
- рассеянность;
- нарушение концентрации внимания;
- головокружение;
- головная боль;
- постиктальная астения: слабость, усталость, сонливость после ЭСТ или после выхода из наркоза, напоминающие состояние пациента после эпилептического припадка;
- психомоторное возбуждение (данное состояние обычно кратковременное, редко затягивается на несколько часов).

Спутанность сознания, рассеянность, головная боль, головокружение обычно длятся в течение нескольких часов после сеанса.

Именно поэтому условия ее применения строго регламентированы законом. Необходимый этап – заключение врачебной комиссии. Помимо современных данных можно полагаться на исследования 1950 года (Ирвинг Джанис) и 1980 года (Фриман и Кендель). Результаты их экспериментов говорят о том, что потерю памяти ощущает около 55% испытуемых. Провал в памяти после электросудорожной терапии составляет от 6 до 10 месяцев, он наблюдается у всех пациентов, даже у тех, кто относится к остальным 45%. Тем не менее, пациенты считают, что эти воспоминания гораздо более мрачные, чем у других представителей их возраста, и они готовы с этим мириться. [11] Применение ЭСТ при эпилепсии повышает судорожный порог, делает припадки более редкими, помогает купировать эпилептический статус. [2] После проведения данной терапии пациенты в состоянии жить как обычно, самим за собой ухаживать. Следовательно, они смогут работать, заниматься своими увлечениями, заводить семьи, а для их родственников забот станет меньше.

Противопоказания:

абсолютные: тяжелые заболевания сердечно-сосудистой системы — выраженные изменения миокарда, декомпенсированные пороки сердца, стенокардия, склероз коронарных сосудов, выраженный общий атеросклероз, гипертония II и III стадий, тромбозы. Заболевания опорно-двигательного аппарата с опасностью переломов: деформирующий артрит, плохо сросшиеся переломы, остеомиелит, выраженный кифосколиоз, остеопороз, ограниченная подвижность суставов травматического или воспалительного происхождения. Органические заболевания центральной и периферической нервной системы (паркинсонизм, рассеянный склероз и др.). Острые и хронические инфекции, гнойные заболевания. Острые бронхиты, бронхоэктатическая болезнь, эмфизема легких, бронхиальная астма. Острые и хронические заболевания носоглотки с нарушением проходимости носа. Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. Болезни печени и почек; сахарный диабет; гипертиреоз; отслоение сетчатки; беременность. [12]

1.4. Аппараты ЭСТ

Для проведения лечения электросудорожной терапией используются специальные аппараты или, по-другому, конвульсаторы. Метод ЭСТ был изобретен и запатентован в 1938 г. итальянским автором первого конвульсатора, после чего в большинстве западных стран наладили серийное производство аппаратов ЭСТ. В период с 40-х годов по 50-е в нашей стране было разработано некоторое количество отечественных моделей. Первые приборы генерировали длительный одиночный прямоугольный импульс постоянного тока или переменный синусоидальный ток; электростимуляция дозировалась изменением напряжения тока и времени его действия. Так же в литературе были зафиксированы попытки проведения терапии без самого аппарата, путем стимуляции проводами, подключенными к розетке. Через некоторое время для снижения повреждающего действия тока на мозг пациента в конвульсаторах стали использовать короткоимпульсные токи.

Такое изменение позволило уменьшить интенсивность электровоздействия при той же эффективности в три раза. Появилась возможность менять частоту, вид импульсов, влияя на мозг больного и вызывая припадки в более собственном ему ритме. [13]



Рисунок 3 - Один из первых конвульсаторов

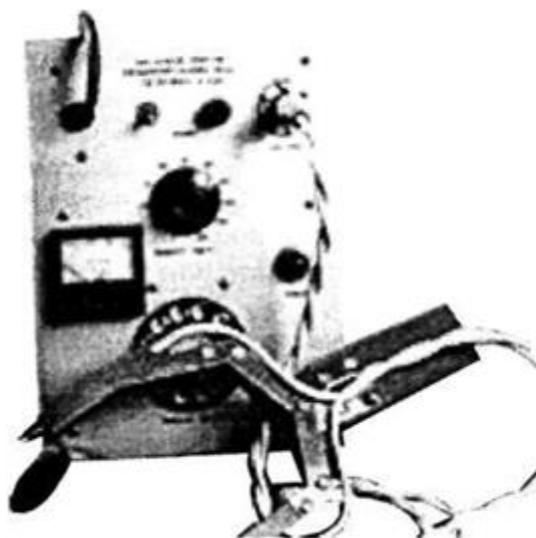


Рисунок 4 - Конвульсатор 50-х годов

В СССР было неплохо развито производство конвульсаторов до тех пор, пока в 50-м году их выпуск не был прекращен из-за запрета на метод ЭСТ. В начале 80-х годов запрет сняли, а производство возобновили. Однако, новое поколение ученых напрямую никогда не работало в данной сфере и им с трудом удавалось формулировать правильные медицинские требования к

аппаратуре. Параллельно с этим, зарубежный рынок аппаратов ЭСТ процветал, но в Россию такие устройства не поставлялись. [13]

Сейчас зарубежные неврологи и психиатры имеют возможность выбрать любой подходящий конвульсатор. Например, в их распоряжении аппараты из США (Mecta Corporation, Stomatics Inc.), Индии (Techno Nivilak), Великобритании (Ectron Limited, Sycopel Scientific LTD). В России аппаратов для ЭСТ очень мало. Заболевание эпилепсия является противопоказанием в связи с невозможностью установить требуемые параметры, отличные от применяемых при лечении психических и наркологических расстройств.

Для Конвульсаторов не написаны государственные стандарты, но приборы обязаны соответствовать нормативным документам по медицинским приборам: «ГОСТ Р 50267.0-92 Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности», «ГОСТ Р 50444-92 Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия», ГОСТ 20790-93 Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия».

2. Конвульсиметр

ЭСТ не назначается и не проводится так же быстро и просто как, например, общий анализ крови. Помимо применения своих знаний врачи используют некоторые нормативные документы. Доктора следуют «Протоколу ведения больных» (2005 год) [14] и «Инструкции по применению электросудорожной терапии (ЭСТ)», утвержденную МЗ СССР в 1979 году, которая опирается на решение Ученого Совета отделения клинической медицины АМН СССР от 16.04.52. [15] За несколько десятилетий было проведено много исследований, появились новые знания в области электроконвульсивной терапии, но это никак не отражено в прежних документах. Врачам во многом приходится полагаться на собственный опыт и интуицию. Поэтому так важно, чтобы аппарат ЭСТ отвечал как можно большему количеству требований к современному конвульсатору.

Наличие потребности в новом исследовательском аппарате ЭСТ побудило сотрудников ИНК ТПУ кафедры ПМЭ спроектировать прибор «Конвульсиметр». Данное устройство нуждается в медицинской апробации, но уже на этапе разработки по некоторым характеристикам превосходит иностранные аналоги.

Для сравнения были взяты аппараты ЭСТ, подходящие для проведения эпилепсии (Табл.1):

- Конвульсиметр. Томск, Кафедра ПМЭ Томского Политехнического Университета;
- ЭСТ-2М (1988 г.). Томск, Кафедра психиатрии Томского медицинского института и кафедра медицинской и промышленной электроники Политехнического института; [16]
- ECTONUS Constant Current Series 6, Ectron Англия, Ectron Limited [17]
- spECTrum 5000 Q (2003). США, MECTA Corporation. [18]

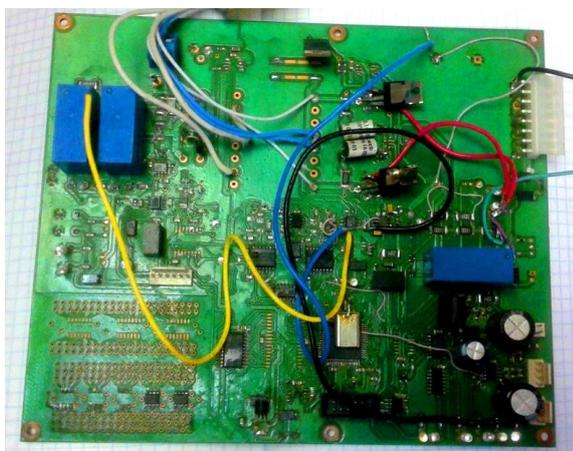


Рисунок 5 - Конвульсиметр



Рисунок 6 - ЭСТ-2М



Рисунок 7 - ECTONUS Constant Current Series 6



Рисунок 8 - spECTrum 5000 Q

Таблица 1 - Сравнительная характеристика аппаратов ЭСТ

Прибор Характеристика	Конвульсиметр	ЭСТ-2М	ECTONUS	spECTrum
Информация о состоянии пациента	ЭКГ, ЭЭГ	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Форма импульса	Произвольная	Синусоидальная	Униполярный прямоугольный	Униполярный прямоугольный
Максимальный воздействующий ток	900 мА	500 мА	900 мА	900 мА
Длительность импульса	0,1-5 с	0,1-1,5 с	2,2 мс	0,3 мс
Проверочный импульс	Есть	Есть	Есть	Есть

Не смотря на схожесть основных параметров приборов для проведения электросудорожной терапии, Конвульсиметр обладает двумя главными преимуществами. Во-первых, это устройство обладает обратной связью о состоянии больного. Эта связь обеспечивается за счёт наличия кардиографа. Сигнал с информацией о значении ЧСС пациента является важным показателем. По нему врачи судят о состоянии больного и о том можно ли продолжать лечение. Микроконтроллер же либо программно обеспечивает отключение прибора в случае, если ЧСС является критичным, либо сигнализирует врачу о возможности повышения силы импульса для достижения терапевтического эффекта. Такой кардиограф отличается от стандартных. Он гораздо меньше, не имеет подключенного самописца и входит в структуру самого конвульсиметра. Встроенный кардиограф выводит необходимые значения. Помимо ЧСС при наличии эпилепсии необходимо обращать внимание на длительность интервала QT (Рис.9). Увеличение данного участка ЭКГ может указывать на возможную причину припадка, а именно на выраженную гипокальциемию. Интервал QT должен быть не более 0,45 с у детей до 6 мес, 0,44 с у детей более старшего возраста и 0,425 с у подростков и взрослых [19]

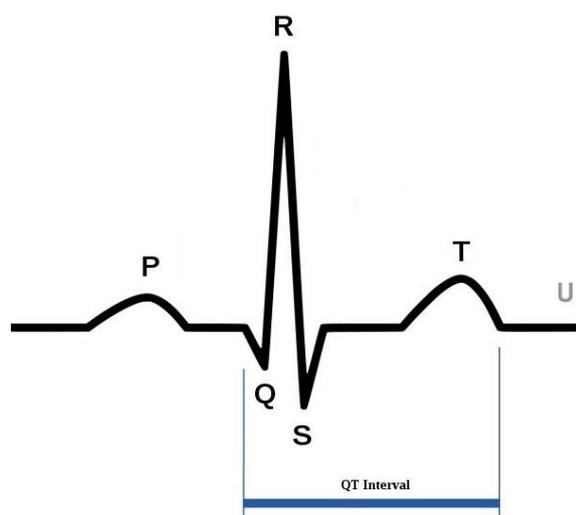


Рисунок 9 - Интервал QT на кривой ЭКГ

Вторым достоинством Конвульсиметра является то, что прибор позволяет задавать любую форму тока. Есть возможность не просто выбрать

прямоугольные, синусоидальные, пилообразные или трапецеидальные импульсы. Можно нарисовать самостоятельно такую форму, какую врач посчитает необходимой. Воспроизведенная линия будет являться огибающей для прямоугольных импульсов, заполняющих выбранную форму. Всё это возможно благодаря внутренней структуре данного прибора. (смотреть Приложение 1, Приложение 2).

Варианты исполнения (Рис.10):

1. Моноблочный. Стимулятор + компьютер + монитор в едином блоке.
2. Приставка к компьютеру (ноутбуку).

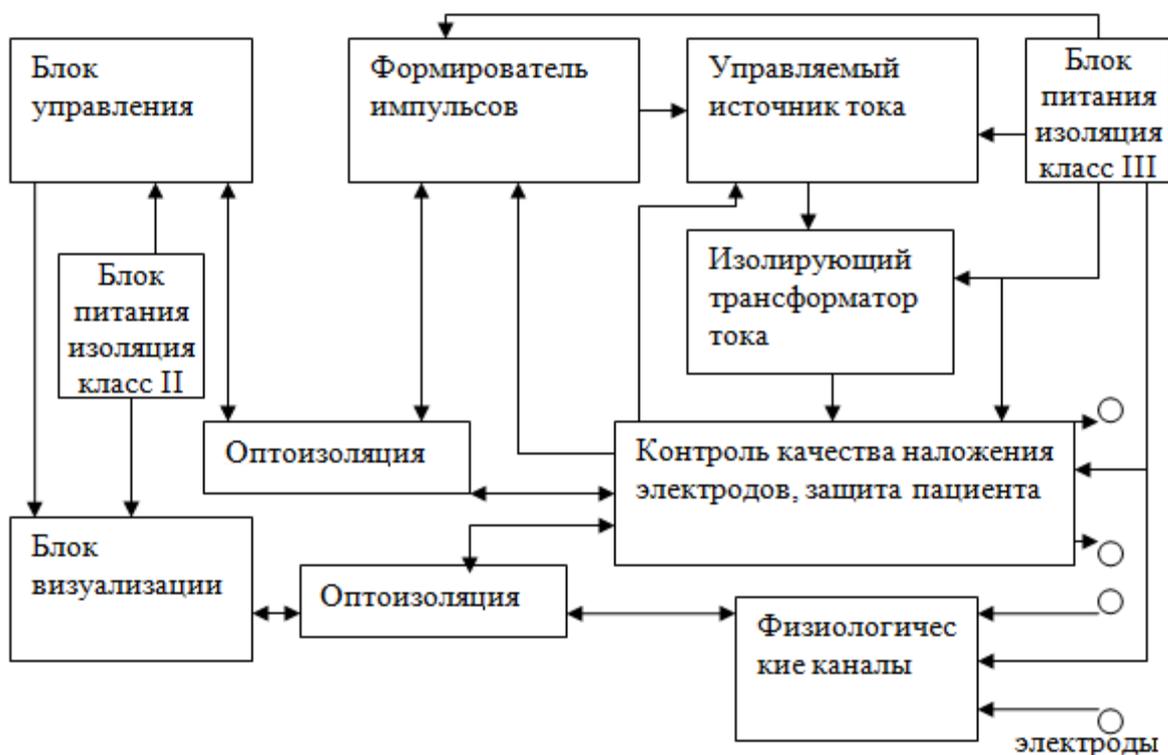


Рисунок 10 - Структурная схема Конвульсиметра

В качестве блоков управления и визуализации предлагается использовать персональный компьютер. Особые требования будут предъявляться к источникам питания в части изоляции пациента от питающей сети. Предлагается разделить источники питания компьютера и блока стимуляции, то есть сделать изолированными от сети в соответствии с требованиями ГОСТ для медицинской аппаратуры класса III блоки

формирования импульсов, управляемый источник тока, контроль качества наложения электродов и физиологические каналы. Блок управления и блок визуализации будут изолированы как мед. приборы класса II. Потребляемая блоком стимуляции мощность (пиковая) может достигать 200 Вт, компьютером – от 100 до 300 Вт в зависимости от конфигурации.

Требования к конвульсатору:

1. Выходной сигнал - ток величиной от 50 до 900 мА. (задается с интервалом 10мА, относительная погрешность $\pm 5\%$).
2. Форма выходного сигнала – радиоимпульсы длительностью от 0.1 до 5 сек. с заполнением прямоугольными импульсами длительностью от 0.04 до 2.5 мс.
3. Частота следования импульсов заполнения от 20 до 300 Гц.
4. Форма огибающей радиоимпульса: прямоугольная, треугольная, колоколообразная, произвольная (задается таблично).
5. Канал регистрации электроэнцефалограммы.
Входное напряжение $\pm 1\text{мВ}$;
Частотный диапазон 1–70 Гц;
Уровень компенсируемой постоянной составляющей на входе, не менее $\pm 300\text{мВ}$;
Входное сопротивление не менее 10Мом;
Уровень шумов, приведенный ко входу, не более $\pm 1\text{мкВ}$ от пика до пика во всей полосе частот;
Защита от стимулирующего импульса амплитудой до 200В.
6. Канал регистрации электрокардиограммы.
Входное напряжение $\pm 5\text{мВ}$;
Частотный диапазон 0.05 – 200 Гц;
Уровень компенсируемой постоянной составляющей на входе, не менее $\pm 300\text{мВ}$;
Входное сопротивление не менее 10Мом;

Уровень шумов, приведенный ко входу, не более ± 10 мкВ от пика до пика во всей полосе частот;

Защита от стимулирующего импульса амплитудой до 200В.

7. Канал регистрации сатурации.

Тип датчика – фотоэлектрический светодиодный

Погрешность определения сатурации не более $\pm 1\%$

Диапазон измерения сатурации 80 – 100%.

Требования по безопасности:

1. Ограничение напряжения на электродах – не более 150 В.
2. Максимально допустимый ток утечки через пациента не более 10 мкА.
3. Наличие режима измерения сопротивления электродов перед подачей стимулирующего импульса. Измерения должны проводиться током с теми же параметрами, которые будут использоваться для стимуляции, за исключением амплитуды. Максимальная амплитуда измерительного тока не должна превышать 1 мА.
4. Соответствие требованиям ГОСТ

Описание блока формирования импульсного воздействия ЭСТ

Блок формирования импульсного (Рис.11) воздействия предназначен для выработки сигналов заданной формы, амплитуды напряжения и величины тока. Определяющими параметрами являются длительность сигнала воздействия, форма огибающей, значение заполнения ШИМ импульса и максимальная величина тока воздействия..

Основные параметры блока формирования импульсного воздействия

- Ток воздействия 10 – 900 мА.
- Длительность воздействия 0.1 – 2 сек.
- Форма огибающей воздействия, прямоугольная, треугольная, форма задается табличным способом.

- ШИМ заполнения импульса воздействия 1% – 99%.
- Напряжение холостого хода 150 в.

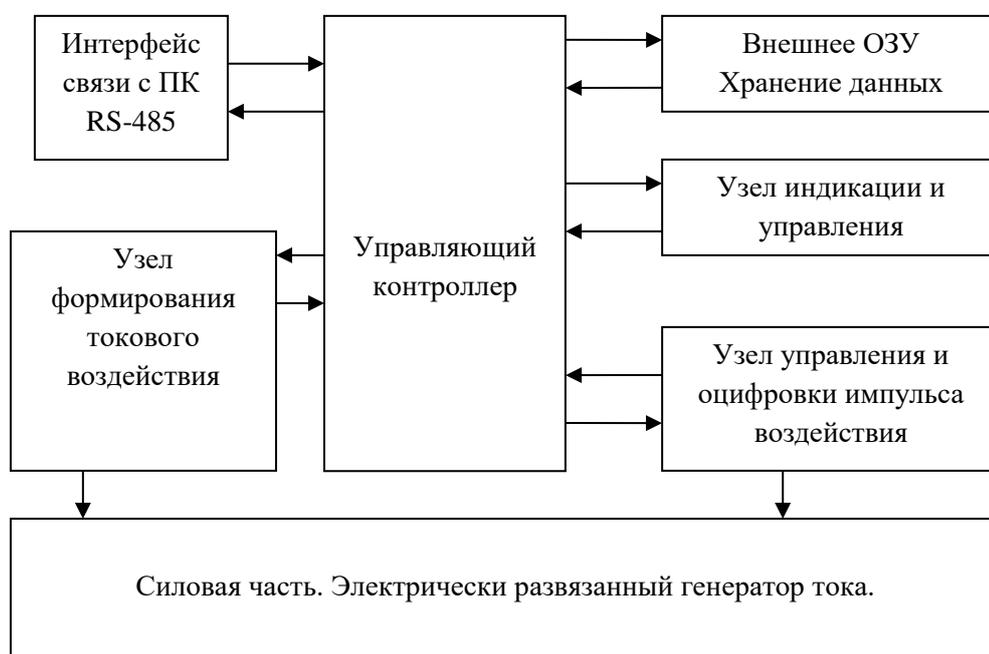


Рисунок 11 - Структурная схема силовой части блока формирования импульсного воздействия.

Связь с ПК управляющего контроллера осуществляется по интерфейсу RS-485. Узел формирования токового воздействия вырабатывает сигналы необходимые для работы силовой части электрически развязанного генератора тока. В узле осуществляется контроль за правильностью установок и разрешается работа силовой части. Управление осуществляется с управляющего контроллера. Во внешнем ОЗУ сохраняются данные оцифровки импульсного воздействия, хранятся константы и служебные данные необходимые для формирования токового воздействия. Узел управления и оцифровки импульсного воздействия осуществляет контроль за правильностью функционирования силовой части электрически развязанного генератора тока. Оцифровывает электрический импульс воздействия на пациента и пересылает данные в управляющий контроллер. Управляющий контроллер постоянно отслеживает работу всех узлов и в случае выхода

значений за установленные границы останавливает работу. Узел индикации и управления осуществляет индикацию текущего состояния блока формирования импульсного воздействия, и в случае необходимости возможно прерывание работы блока с кнопки 'Опасность'. Блок формирования импульсного воздействия имеет 4 аппаратных уровня и 2 программных уровня защиты пациента от несанкционированного воздействия. Все команды, управляющие воздействия, силовые воздействия оцифровываются и сохраняются в ОЗУ. После проведения воздействия, все данные пересылаются в ПК для архивирования и последующего анализа.

Прибор является исследовательским. Наличие множества вариаций воздействия на человека создает благоприятные условия для проведения экспериментов. Врачам, проводящим исследования не обязательно заботиться о технической стороне вопроса. Они могут задавать требующуюся по их мнению форму воздействия и фиксировать все необходимые выходные параметры.

3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В современном мире, чтобы определить, насколько перспективным является научное исследование, стоит оценить не масштаб работы, а коммерческую ценность разработки. Этот параметр принято считать одним из самых важных условий в поисках источника финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью данной работы является анализ исследования прибора для электросудорожной терапии, создание конкурентоспособных разработок. Для достижения цели необходимо обеспечить решение нескольких задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;

- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

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

3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальные потребители оцениваются путем рассмотрения целевого рынка и его сегментирования. Для определения целевого рынка необходимо выявить сегменты рынка.

Прибор для электросудорожной терапии для лечения эпилепсии является специфическим товаром. На данном этапе развития в нем заинтересована огромная часть населения, так как заболевание считается одним из самых распространенных неврологических заболеваний. Тем не менее, напрямую потребители не могут приобретать и использовать товар. Данное устройство разрешено только для применения в здравоохранительных учреждениях. Следовательно, именно больницы и научно-исследовательские центры составляют главный сегмент целевого рынка.

Планируется сделать данный аппарат портативным. Благодаря этому выделяется сегмент рынка, привлекательный в будущем. К нему относятся непосредственные потребители. Возможный сегмент составляют все люди, страдающие заболеванием эпилепсия, вне зависимости от пола, возраста, места проживания, за исключением малообеспеченного слоя населения вследствие неспособности выплатить всю стоимость прибора.

3.1.2. SWOT-анализ

SWOT-анализ позволяет выявить и структурировать сильные и слабые стороны фирмы, а также потенциальные возможности и угрозы. Достигается это за счет того, что менеджеры должны сравнивать внутренние силы и слабости своей компании с возможностями, которые дает им рынок. Исходя из качества соответствия делается вывод о том, в каком направлении организация должна развивать свой бизнес и в конечном итоге определяется распределение ресурсов по сегментам. [20]

SWOT-анализ состоит из нескольких этапов. Результат первой ступени представляет собой список возможностей, угроз, сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта.

Сильные стороны:

- C1. Наличие преимуществ прибора, отсутствующих у конкурентов
- C2. Наличие бюджетного финансирования
- C3. Отсутствие аналогов на российском рынке

Слабые стороны:

- Сл1. Прибор в стадии прототипа
- Сл2. Неоднозначное отношение врачей к терапии с использованием данного прибора
- Сл3. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой

Возможности:

- V1. Разработка портативного прибора для непосредственных потребителей
- V2. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ
- V3. Высокая заинтересованность возможных пациентов

Угрозы:

- У1. Развитие медикаментозных средств лечения
- У2. Снижение количества квалифицированных кадров на стадии разработки
- У3. Снижение бюджетного финансирования

Во втором этапе анализируется соответствие сильных и слабых сторон ВКР внешним условиям окружающей среды. Результаты, представленные в табличной форме (табл.2 – табл.5), призваны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений [21]. Каждый символ в таблице обозначает степень соответствия.

Таблица 2 - «Интерактивная матрица проекта 1»

	Сильные стороны проекта			
		С1	С2	С3
Возможности проекта	В1	+	+	+
	В2	0	+	-
	В3	+	-	+

Таблица 3 - «Интерактивная матрица проекта 2»

	Слабые стороны проекта			
		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	В1	+	0	+
	В2	+	-	-
	В3	0	-	0

Таблица 4 - «Интерактивная матрица проекта 3»

	Сильные стороны проекта			
		С1	С2	С3
Угрозы проекта	У1	+	-	0
	У2	-	0	-
	У3	-	+	-

Таблица 5 - «Интерактивная матрица проекта 4»

	Слабые стороны проекта			
		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	+	+	-
	У2	0	-	-
	У3	+	-	-

В результате получаем сильно коррелирующие параметры:

1) $V1C1C2C3, V2C2, V3C1C3 \Rightarrow V1B2C2$

2) $V1Cл1Cл2, V2Cл1 \Rightarrow V1B2Cл1$

3) $У1C1, У3C2$

4) $У1Cл1Cл2, У3Cл1 \Rightarrow У1У3Cл1$

Исходя из этих данных, получаем наиболее выгодные направления реализации проекта.

Составим итоговую матрицу (табл.5) для заключительного третьего этапа, в котором будут описаны основные решения научно-исследовательского проекта.

Таблица 5 - «Итоговая матрица»

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Наличие преимуществ прибора, отсутствующих у конкурентов С2. Наличие бюджетного финансирования С3. Отсутствие аналогов на российском рынке	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Прибор в стадии прототипа Сл2. Неоднозначное отношение врачей к терапии с использованием данного прибора Сл3. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой
Возможности: В1. Разработка портативного прибора для непосредственных потребителей В2. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В3. Высокая заинтересованность возможных пациентов	V1B2C2 Разработать портативный прибор при помощи бюджетного финансирования и ТПУ	V1B2Cл1 При наличии бюджетного финансирования и помощи ТПУ вывести прибор на новый уровень
Угрозы: У1. Развитие медикаментозных средств лечения У2. Снижение количества квалифицированных кадров на стадии разработки У3. Снижение бюджетного финансирования	—	У1У3Cл1 Повысить темпы развития прибора

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для планирования комплекса работ необходимо сделать следующее [21]:

- определить структуры работ в рамках научного исследования;
- определить участников каждой работы;
- установить продолжительность работ;
- построить график проведения научных исследований.

Таблица 6 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Выдача задания по тематике проекта	Научный руководитель
Выбор направления исследований	3	Постановка задачи	Научный руководитель
	4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Научный руководитель, студент
	5	Подбор литературы по тематике работы	Студент
	6	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Студент
Теоретические исследования	7	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	8	Анализ конкурентных методик	Студент
	9	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	Студент
	10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Студент, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент

	12	Работа над выводами по проекту	Студент
Оформление отчета по НИР	13	Составление пояснительной записки к работе	Студент

3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Зачастую именно затраты труда составляют большую часть разработки. Поэтому крайне важно определить трудоемкость работ каждого участника научного исследования. На данный параметр влияет множество факторов, которые трудно учесть. Это делает характер трудоемкости вероятностным. Оценивается экспертным путем в человеко-днях. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – 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.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i},$$

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.

3.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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 определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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.

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2016 год, количество календарных дней составляет 366 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных и праздничных дней – 119 дней, таким образом:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48,$$

$$k_{\text{кал}} = 1,48.$$

Все полученные значения заносим в таблицу (табл.7).

После заполнения таблицы 7, строим календарный план-график (табл.8). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяем различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ						Исполнитель и	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожi}$, чел-дни			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2					
Составление и утверждение темы проекта	2	2	5	5	3,2	3,2	Руководитель	3	3	5	5
Выдача задания по тематике проекта	1	1	2	2	1,8	1,8	Рук.–студент	2	2	3	3
Постановка задачи	1	1	2	2	1,8	1,8	Студент	2	2	3	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	3	1	5	2	3,8	1,8	Рук. – студ.	2	1	3	1
Подбор литературы по тематике работы	7	6	10	8	8,2	6,8	Студент	8	7	12	10
Сбор материалов и анализ существующих методик	14	14	17	17	15,2	15,2	Студент	15	15	23	23
Проведение теоретических и экспериментальных расчетов и обоснований	7	7	9	9	7,8	7,8	Студент	8	8	12	12
Анализ конкурентных методик	5	5	7	7	5,8	5,8	Студент	6	6	9	9
Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	3	2	5	4	3,4	2,4	Рук. – студ.	3	1	4	2
Согласование полученных данных с научным руководителем	2	1	5	3	3,2	1,8	Рук. – студ.	1,5	1	2	1

Оценка эффективности полученных результатов	2	2	3	3	2,4	2,4	Студент	2,5	2,5	4	4
Работа над выводами по проекту	1	1	2	2	1,4	1,4	Студент	2	2	3	3
Составление пояснительной записки к работе	4	4	6	6	4,8	4,8	Студент	5	5	7	7

Таблица 8 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Работ №	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5	■										
2	Выдача задания по тематике проекта	Студент	3		■									
3	Постановка задачи	Студент	3			■								
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Руководитель, Студент	3			■	■							
5	Подбор литературы по тематике работы	Студент	12				■	■						
6	Сбор материалов и анализ существующих методик	Студент	23					■	■	■				
7	Проведение теоретических и экспериментальных расчетов и обоснований	Студент	12							■	■			
8	Анализ конкурентных методик	Студент	9								■	■		
9	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	Руководитель, Студент	4									■	■	
10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Руководитель, Студент	2										■	■
11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4											■
12	Работа над выводами	Студент	3											■
13	Составление пояснительной записки к работе	Студент	7											■

■ – студент; ▨ – научный руководитель.

3.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

3.3.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15 – 25% от стоимости материалов.

Таблица 9 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (З _м), руб.	
		Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	350	350	402,5	402,5
Ручка	шт.	1	1	20	20	23	23
Дополнительная литература	шт.	2	1	400	350	920	402,5
Тетрадь	шт.	1	2	10	10	12,5	12,5
Итого						1358	840,5

3.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Согласно исследованию, приведенному в данной работе, затраты по статье «специальное оборудование для научных работ» не предусматриваются.

3.3.3. Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 10.

Таблица 10 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс.	
			Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
1.	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	2	3,6	3,6	7,2	7,2
2.	Выдача задания по тематике проекта	Руководитель, студент	1	1	4,4	4,4	4,4	4,4
3.	Постановка задачи	Студент	1	2	0,8	0,8	0,8	1,6
4.	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Руководитель, студент	2	1	4,4	4,4	8,8	4,4
5.	Подбор литературы по тематике работы	Студент	7	9	0,8	0,8	5,6	7,2
6.	Сбор материалов и анализ существующих методик	Студент	14	15	0,8	0,8	11,2	12

7.	Проведение теоретических и экспериментальных расчетов и	Студент	8	8	0,8	0,8	6,4	6,4
8.	Анализ конкурентных методик	Студент	5	6	0,8	0,8	4	4,8
9.	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	Руководитель, Студент	3	1,5	4,4	4,4	13,2	5,9
10.	Согласование полученных данных с научным руководителем	Руководитель, Студент	2	1	4,4	4,4	8,8	4,4
11.	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	2	2,5	0,8	0,8	1,6	2
12.	Работа над выводами по проекту	Студент	2	2	0,8	0,8	1,6	1,6
13.	Составление пояснительной записки к работе	Студент	6	5	0,8	0,8	4,8	4
Итого:							66	65,9

3.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Максимальная основная заработная плата руководителя (доктора наук) равна примерно 32400 рублей, а студента 44000 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 37260 рублей, студента – 51060 рублей.

3.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

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

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%. [22]

Таблица 11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб		Дополнительная заработная плата, руб	
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Руководитель проекта	36000	23400	5400	3510
Студент-дипломник	42400	43200	6360	6480
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271			
Итого				
Исполнение 1	24433,4 руб.			
Исполнение 2	20755,9 руб.			

3.3.6. Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы равны:

при первом исполнении $Z_{\text{накл}} = 103291 \cdot 0,16 = 16526,6$ руб.

при втором исполнении $Z_{\text{накл}} = 98881,5 \cdot 0,16 = 15821,04$ руб.

3.3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат НИТ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Исп.1	Исп.2	
1. Материальные затраты НИТ	2958,57	2347,6	Пункт 4.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	-	-	Пункт 4.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	66000	65900	Пункт 4.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9900	9885	Пункт 4.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	24433,4	20755,9	Пункт 4.4.5
6. Накладные расходы	16526,6	15821,04	16 % от суммы ст.1-5
7. Бюджет затрат НИТ	119818,6	114709,6	Сумма ст. 1- 6