



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
ООП/ОПОП – Data Science in Software Engineering / Анализ данных в разработке программного обеспечения

Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА

Тема работы
Программное обеспечение для сбора и обработки данных стендовых испытаний наносенсоров

УДК 004.415.5:681.586-022.532

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ1И	Рыбин Илья Алексеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор, (ОИТ, ИШИТР)	Ким В.Л.	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОСГН, ШБИП)	Спицына Л. Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ООД, ШБИП)	Антоневич О. А.	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОИТ, ИШИТР)	Зарубин А. Г.	к.х.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП
по направлению 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ОПК(У)-2	Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ОПК(У)-4	Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований
ОПК(У)-5	Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
ОПК(У)-6	Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования
ОПК(У)-7	Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
ОПК(У)-8	Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов
Профессиональные компетенции	

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК(У)-1	Способен разрабатывать и администрировать системы управления базами данных
ПК(У)-2	Способен к созданию программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов
ПК(У)-3	Способен управлять процессами и проектами по созданию (модификации) информационных ресурсов
ПК(У)-4	Способен осуществлять руководство разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ
ПК(У)-5	Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
ООП/ОПОП – Data Science in Software Engineering / Анализ данных в разработке программного обеспечения

Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

_____ А.Г. Зарубин
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту

Группа	ФИО
8ВМ1И	Рыбину Илье Алексеевичу

Тема работы:

Программное обеспечение для сбора и обработки данных стендовых испытаний наносенсоров	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 138-44/с от 18.05.2023

Срок сдачи студентом выполненной работы:	29.05.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Стенд для исследования наносенсоров для получения данных. 2. Использование фреймворка Qt совместно с языком программирования C++. 3. Возможность установки параметров эксперимента в ручном режиме.
<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 про-</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический разбор информационных источников. 2. Разработка ПО. 3. Финансовый менеджмент. 4. Социальная ответственность. 5. Раздел на английском языке

<i>цедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Таблица параметров стенда для испытаний электродов 2. Параметры ручной настройки стенда для эксперимента
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицына Л. Ю., Доцент (ОСГН, ШБИП), к.э.н.
Социальная ответственность	Антоневич О. А., Доцент (ООД, ШБИП), к.б.н.
Английский язык	Ануфриева Т. Н., Старший преподаватель (ОИЯ, ШБИП)
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Chapter 1. Analytical analysis of information sources.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2023
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ОИТ, ИШИТР)	Ким В.Л.	д.т.н, профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ1И	Рыбин Илья Алексеевич		



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
ООП/ОПОП – Data Science in Software Engineering / Анализ данных в разработке программ-
ного обеспечения
Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий
Период выполнения – Весенний семестр 2022 / 2023 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

29.05.2023

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.05.2023	Основная часть ВКР, включая раздел на английском языке	70
16.05.2023	Раздел «Социальная ответственность»	15
22.05.2023	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	15

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ОИТ, ИШИТР)	Ким В.Л.	д.т.н, профессор		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОИТ, ИШИТР)	Зарубин А. Г.	к.х.н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕ- СУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа 8ВМ1И	ФИО Рыбину Илье Алексеевичу
-----------------	--------------------------------

Школа	Инженерная школа инфор- мационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вы- числительная техника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 940 246,59 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 580 796,79 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4,75 баллов из 5
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 и инновационного потенциала НТИ	Провести предпроектный анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	Представить Устав научного проекта магистерской работы
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Разработать план управления НТИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Рассчитать бюджет проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Иерархическая структура работ
3. График проведения и бюджет НТИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОСГН, ШБИП)	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ1И	Рыбин Илья Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8ВМ1И		Рыбину Илье Алексеевичу	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Тема ВКР:

Программное обеспечение для сбора и обработки данных стендовых испытаний наносенсоров

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> ПО для обработки результатов эксперимента; <i>Область применения:</i> стенд для испытания наносенсоров; <i>Рабочая зона:</i> офис; <i>Размеры помещения:</i> 2,4×4 м.; <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер, ЖК монитор, офисное кресло, центральное отопление; естественная вентиляция; искусственное освещение; <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> сбор и обработка данных, разработка архитектур сверточных нейронных сетей, обучение и исследование сверточных нейронных сетей;</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя; ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора; ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места; ГОСТ Р 50923-96. Дисплей. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения; СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора 	<p>Опасные факторы:</p> <p>1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.</p> <p>Вредные факторы:</p> <p>1. Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения. 2. Рабочая поза; 3. Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой. 4. Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой.</p>

	<p>5. Монотонность труда, вызывающая монотонию;</p> <p>6. Отклонение показателей микроклимата;</p> <p>7. Повышенный уровень шума.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: использование устройств защитного заземления, увеличение источников искусственного освещения, использование очков при работе с ЭВМ.</p> <p>Расчет: расчет системы искусственного освещения.</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<p>Воздействие на селитебную зону: отсутствует. Воздействие на литосферу: неправильная утилизации комплектующих ЭВМ; неправильная утилизации люминесцентных ламп.</p> <p>Воздействие на гидросферу: отсутствует.</p> <p>Воздействие на атмосферу: выброс вредных веществ в результате выработки электроэнергии, необходимой для работы ЭВМ; неправильная утилизации комплектующих ЭВМ.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<p>Возможные ЧС: отказ систем безопасности, пожар, выход из строя электрической системы, землетрясение, пожар.</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ООД, ШБИП)	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ1И	Рыбин Илья Алексеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 120 с., 18 рис., 29 табл., 33 источников, 7 прил.

Ключевые слова: ПО для получения и обработки данных, наносенсор, УПЭ-3, стенд для исследования электродов.

Объектом исследования является стенд для исследования наносенсоров УПЭ-3.

Цель работы — разработка ПО для сбора и обработки данных стендовых испытаний наносенсоров

В результате исследования разработано ПО для сбора и обработки данных стенда по исследованию наносенсоров. Проведена проверка точности полученных параметров. Разработаны рекомендации по системным требованиям.

Основные эксплуатационные характеристики: ПО имеет удобный пользовательский интерфейс и не вносит искажений в результаты эксперимента.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ	14
ВВЕДЕНИЕ	15
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗБОР ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ	16
__ 1.1 Стенд для исследования наносенсоров УПЭ-3	16
__ 1.2 Плата сбора данных	19
__ 1.3 Методы разработки ПО	20
__ 1.3 Библиотека Qt.....	24
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ПО	26
__ 2.1 Используемые инструменты и функции разрабатываемого ПО.....	26
__ 2.2 Пользовательский интерфейс	28
__ 2.3 Системные требования к работе ПО	34
__ 2.4 Результаты экспериментов.....	35
ГЛАВА 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	39
__ 3.1 Предпроектный анализ	39
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	39
3.1.2 SWOT-анализ.....	39
3.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	41
3.1.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	43
__ 3.2 Инициация проекта	44
3.2.1 Цели и результаты проекта	44
3.2.2 Организационная структура проекта	46

3.2.3	Ограничения и допущения проекта	47
<u> 3.3</u>	Планирование управления научно-техническим проектом.....	47
3.3.1	Иерархическая структура работ проекта	47
3.3.2	План проекта.....	48
<u> 3.4</u>	Бюджет научного исследования	52
3.4.1	Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	52
3.4.2	Затраты на электроэнергию.....	52
3.4.3	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	53
3.4.4	Основная заработная плата	53
3.4.5	Дополнительная заработная плата	56
3.4.6	Отчисления на социальные нужды	57
3.4.7	Накладные расходы	58
3.4.8	Формирование бюджетных расходов	59
<u> 3.5</u>	Выводы по разделу.....	60
	ГЛАВА 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	61
<u> 4.1</u>	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	61
4.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства	61
4.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	62
<u> 4.2</u>	Производственная безопасность	64
4.2.1	Опасные производственные факторы.....	66
4.2.1.1	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.....	66
4.2.2	Вредные производственные факторы	67

4.2.2.1 Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения.....	67
4.2.2.2 Производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм человека	70
4.2.2.3 Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека	71
4.2.2.4 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды	71
4.2.2.5 Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде.....	72
<u>4.1 Экологическая безопасность.....</u>	73
<u>4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....</u>	75
<u>4.5 Выводы по разделу.....</u>	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	79
ПРИЛОЖЕНИЕ А (Обязательное).....	82
CHAPTER 1. ANALYTICAL ANALYSIS OF INFORMATION SOURCES ..	83
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Таблица параметров стенда для испытаний электродов (Обязательное).....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ В Параметры ручной настройки стенда для эксперимента (Обязательное).....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Основной файл работы программы main.cpp (справочное)	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Набор функций и определений для взаимодействия со стендом (справочное).....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Описание вкладки эксперимента (справочное).....	109

ОСНОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ЭКГ – электрокардиограмма;
- ЭОГ – электроокулография;
- ЭЭГ – электроэнцефалограмма;
- УПЭ – установка проверки электродов;
- ПК – персональный компьютер;
- ЭВМ - электронная вычислительная машина;
- ПСД – плата сбора данных;
- АЦП - аналого-цифровой преобразователь;
- ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь;
- ПО – программное обеспечение;
- IDE - интегрированная среда разработки.

ВВЕДЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается тема написания ПО для сбора данных стенда по исследованию наносенсоров. Проверка медицинских наносенсоров с помощью аппаратно-программных комплексов в настоящее время становится все более актуальной, так как обусловлена увеличением объемов обрабатываемой информации, и повышением качества услуг в области здравоохранения. Для взаимодействия с данными комплексами требуется программное обеспечение.

Цель работы – разработка программного обеспечения для сбора и обработки данных стендовых испытаний наносенсоров. Для выполнения поставленной цели необходимо произвести анализ представленного стенда и его принципа работы, разработать программное обеспечение для работы со стендом, выявить возможные вредные и опасные факторы при работе с устройством, разобрать правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях

Объектом исследования выступает разработка программного обеспечения. Предметом исследования – стенд для исследования наносенсоров.

Результат данной ВКР может использоваться в лабораториях по исследованию наносенсоров.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗБОР ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

В медицинской сфере, в различном диагностическом оборудовании используются медицинские электроды, или наносенсоры для снятия биологических показателей. Данные сенсоры используются для проведения ЭКГ, ЭОГ, ЭЭГ и пр. Характеристики данных электродов зачастую указывают на потенциальные возможности и точность полученных результатов исследования функционального состояния как всего организма человека, так и единичных органов. В следствии чего, производители всего мира создают наносенсоры с различными характеристиками и принципом работы.

1.1 Стенд для исследования наносенсоров УПЭ-3

Одной из установок по исследованию наносенсоров является стенд УПЭ-3 разработанный в НИ ТПУ.

Установка разработана для исследования электродов по ГОСТ 25995-83 и дает возможность получать информацию о следующих параметрах наносенсоров:

- разность электронных потенциалов,
- дрейф разности электронных потенциалов,
- напряжение шума,
- электромеханические шумы,
- напряжение поляризации,
- полное сопротивление электродов.

Данная установка состоит из ЭВМ (персонального компьютера) и блока по сбору информации с электродов. Параметры УПЭ-3 представлены в таблице ниже.

Таблица 1 – Параметры стенда для испытаний электродов

Наименование параметра	Ед. изм.	Номинальное значение	Предельное отклонение
Разность электродных потенциалов - диапазоны измеряемых напряжений - постоянная составляющая входного тока	мВ нА	от минус 10 до плюс 10 не более 1	± 0,5
Дрейф напряжения - диапазон измеряемых напряжений - амплитудно-частотная характеристика – нижняя граничная частота на уровне минус 3 дБ – верхняя граничная частота на уровне минус 3 дБ - крутизна спада амплитудно-частотной характеристики за пределами полосы пропускания: – со стороны низких частот – со стороны высоких частот – постоянная составляющая входного тока - продолжительность непрерывного измерения	мкВ Гц Гц дБ/окт дБ/окт нА ч	от минус 150 до плюс 150 0,010 0,050 0,150 1,0 не менее 6 не менее 12 не более 1 не менее 1	±15 ±0,001 ±0,005 ± 0,015 ±0,1
Напряжение шума - диапазон измеряемых напряжений - амплитудно-частотная характеристика: – граничные частоты на уровне минус 3 дБ, Гц - пределы допускаемой погрешности - крутизна спада амплитудно-частотной характеристики за пределами граничных частот	мкВ Гц дБ/окт	от минус 150 до плюс 150 1,0 75,0 2,0 10000 не менее 12	± 15 ± 0,1 ± 7,5 ± 0,2 ±1000

Продолжение таблицы 1

Наименование параметра	Ед. изм.	Номинальное значение	Предельное отклонение
<p>Напряжение электромеханического шума</p> <p>- диапазон измеряемых напряжений</p> <p>- амплитудно-частотная характеристика:</p> <p>границные частоты на уровне минус 3 дБ</p> <p>- крутизна спада амплитудно-частотной характеристики ниже нижней граничной частоты</p> <p>- со стороны высоких частот</p>	<p>мкВ</p> <p>Гц</p> <p>дБ/окт</p> <p>дБ/окт</p>	<p>от минус 150 до плюс 150</p> <p>0,050 75,0</p> <p>6 12</p>	<p>±15</p> <p>±0,005 ±7,5</p>
<p>Полное сопротивление электродов</p> <p>- предел измерения</p> <p>- измерение полного сопротивления осуществляют на частотах</p> <p>- пределы допускаемой погрешности установки частоты</p> <p>- значение измерительного тока</p> <p>- пределы допускаемой погрешности установки измерительного тока</p> <p>- внутреннее сопротивление генератора измерительного тока</p> <p>- входное сопротивление установки</p>	<p>кОм</p> <p>Гц</p> <p>%</p> <p>мкА</p> <p>%</p> <p>МОм</p> <p>кОм</p>	<p>1</p> <p>0,01; 0,05; 0,15; 1,0; 2,0; 75; 10000 0,1; 1;10</p> <p>не менее 1 не менее 500</p>	<p>±0,1</p> <p>±5</p> <p>±10</p>
<p>Напряжение поляризации электродов</p> <p>- диапазон измеряемых напряжений</p> <p>- ток поляризации</p> <p>- пределы допускаемой погрешности установки тока</p>	<p>мВ</p> <p>мкА</p> <p>%</p>	<p>от минус 25 до плюс 25</p> <p>0,1</p>	<p>±2,5</p> <p>±10</p>
<p>Собственный дрейф напряжения и собственное напряжение шума электродов</p> <p>- диапазон измеряемых напряжений</p>	<p>мкВ</p>	<p>от -150 до 150</p>	<p>±15</p>

Внешний вид представлен ниже на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид стенда для испытания наносенсоров

На лицевой стороне расположены интерфейсы для подключения электродов, световой индикатор работы стенда, место для подключения внешнего генератора и ключ с двумя позициями: «Внешний генератор» и «Внутренний генератор». Подключение к ПК происходит с использованием USB-кабеля. Включение установки происходит путем смещения переключателя, расположенного на тыльной стороне стенда.

1.2 Плата сбора данных

Важным предметом взаимодействия между ПК и стендом является ПСД. В данном случае в стенд встроена плата E14-440D. Это ПСД является универсальным блоком АЦП/ЦАП с типом подключения USB 2.0. Технические характеристики ПСД представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические характеристики ПСД E14-440D

Характеристика	Значение
Фирма производитель	«L-Card»
Разрядность АЦП	14 бит
Максимальная частота преобразования	400 кГц
Количество каналов	16 дифференциальных или 32 с общей землей

Продолжение таблицы 2

Характеристика	Значение
Поддиапазоны измерения входного сигнала, В	± 10 ; $\pm 2,5$; $\pm 0,625$; $\pm 0,156$
Разрядность ЦАП	12 бит
Количество входов/выходов	16/16
Интерфейс подключения	USB 2.0

1.3 Методы разработки ПО

Методология разработки ПО – это система, для определения порядка действий при разработке ПО (создание продукта, дебаггинг, тестирование и т.д.). Модели выбираются исходя из различных параметров – область применения готового продукта, степень финансирования, сроки сдачи. Подходы различаются между собой порядком и уровнем связи каждого жизненного цикла ПО.

Разработка ПО включает в себя такие этапы как:

- Стратегия: необходимо знать требования, возможность их реализации, определение бюджета на проект. Данный этап происходит лишь единожды.
- Анализ: исследование функций, инструментов и ресурсов для выполнения поставленной задачи.
- Планирование: построение модели будущего продукта.
- Реализация: разработка продукта по техническому заданию, самый долгий этап во время разработки.
- Тестирование: проведение тестов работы как отдельных модулей, так и всего продукта.
- Внедрение: начало использования продукта клиентом. На этом этапе клиент так же является тестировщиком. Постепенно, избавляясь от ошибок, система начинает работать в полную силу.
- Тех. Поддержка: поддержка уже готового продукта. Получение обратной связи от пользователей.

Разная последовательность представленных этапов и является определенной моделью разработки ПО.

Рассмотрим несколько популярных методов разработки.

Каскадная модель

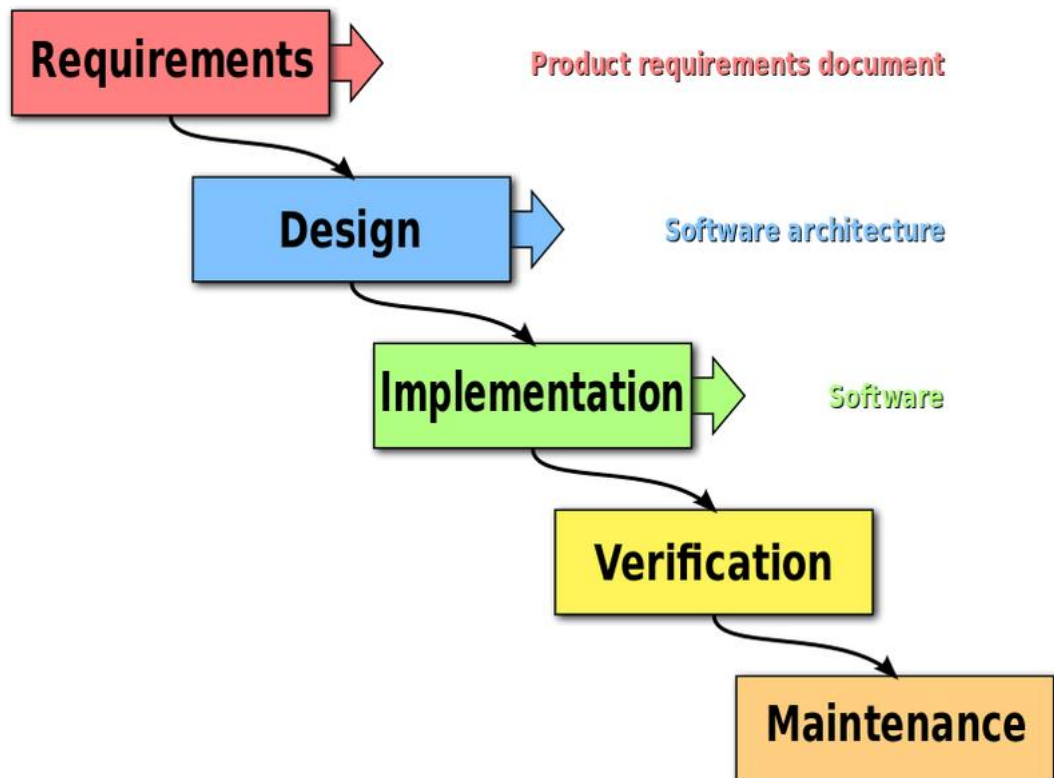


Рисунок 2 – Схема каскадной модели

Данная модель является классической, так как является одной из первых моделей разработки. Она основывается на последовательном выполнении этапов разработки, что было описано выше. Последующая стадия начинается только после окончания прошлой. Плюс модели – оценка качества может проводиться после каждого этапа. Но очень малое число проектов можно возможно закончить, следуя классической последовательности. Из-за этого данная модель считается устаревшей и используется очень редко (только на небольших проектах с жесткими требованиями).

Гибкая модель разработки

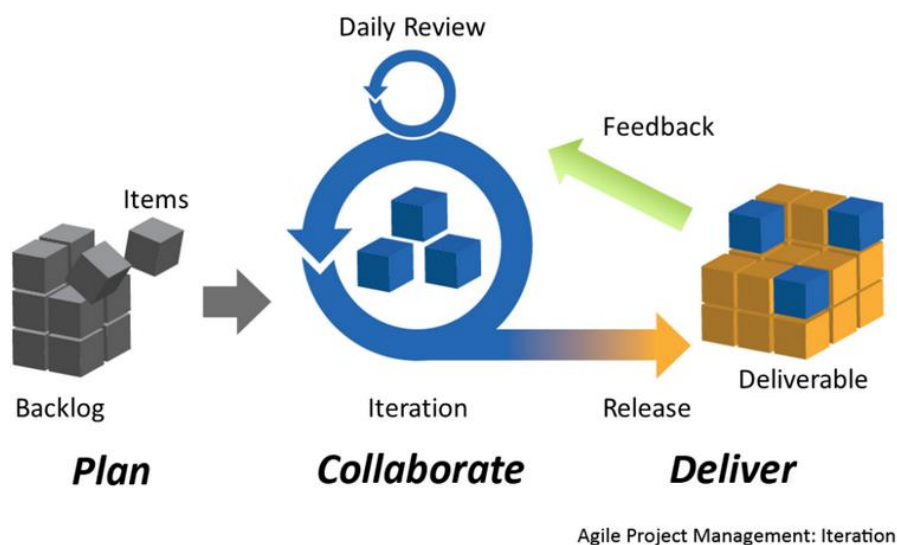


Рисунок 3 – Схема гибкой модели

В этой модели все этапы жизненного цикла готовы к любым правкам, после выполнения. То есть ваш проект делится на отрезки времени, в течении которых должен иметься определенный результат, в среднем от 1 до 4 недель. Во время каждого отрезка есть задачи, которые должны быть выполнены в срок. Отличительная черта подхода - периодические встречи, во время которых обсуждаются выполненные и запланированные задачи. Модель применяется для проектов, которые гибко подстраиваются под новые условия, достаточно обширны и имеют длительный период поддержки.

V-модель

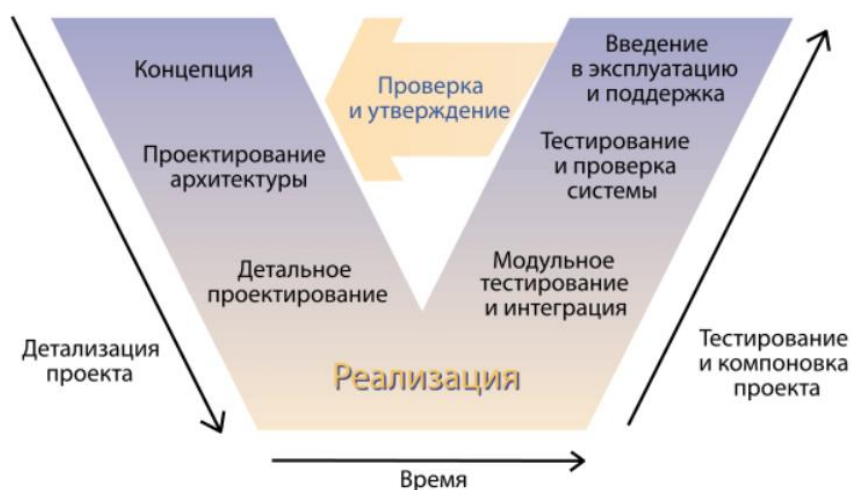


Рисунок 4 – Схема V-образной модели

Данная модель базируется на детальной проверке и тестировании результатов первых этапов разработки. В процессе работы над продуктом тестировщики тестируют уже готовые фрагменты одновременно с разработкой. Беспрекословная работа продукта и жестко поставленные требования – критерии для выбора данного подхода. Данную модель относят к практикам экстремального программирования.

Быстрая разработка приложений

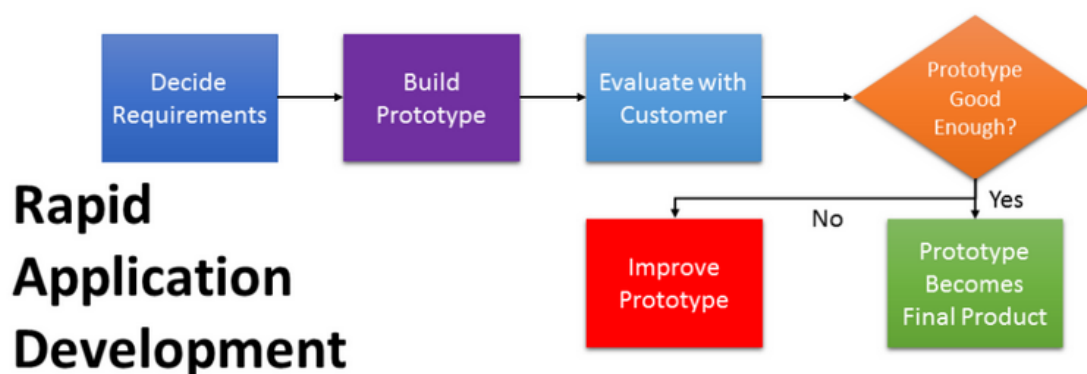


Рисунок 5 – Схема быстрой разработки приложений

Эта модель делиться на несколько циклов, которые и составляют жизненный путь продукта – «мульти-каскад». В каждом таком цикле существуют определенные части, которые проходят через такие этапы как, определение требований, проектирование, реализация, дебагинг и выпуск продукта. Если следовать этой модели, то сначала реализуются основные функции, а далее по мере надобности разрабатываются дополнительные функциональные блоки. Данный цикл закончиться, когда вся система будет отвечать поставленной цели. Эта модель используется, когда требования жестко прописаны, но есть возможность дополнить продукт дополнительными модулями.

Спиральная модель

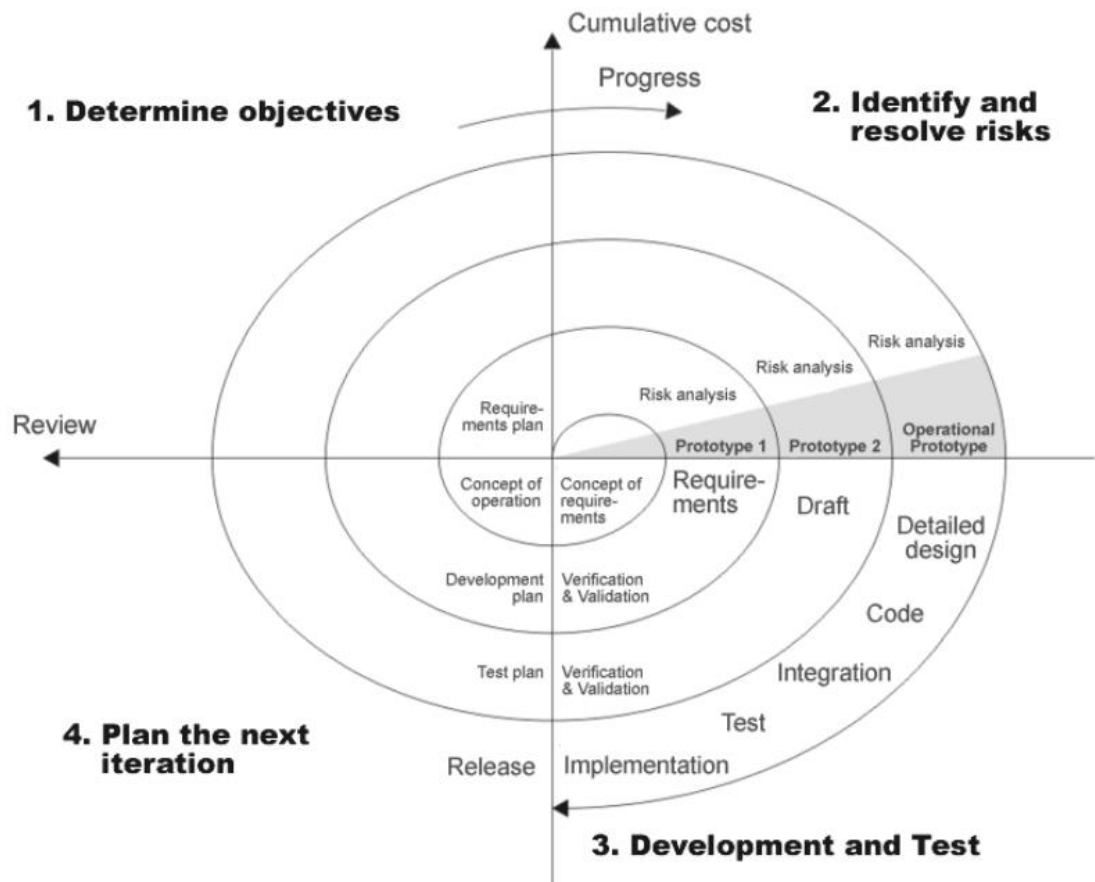


Рисунок 6 – Схема спиральной модели

Эта модель была разработана для анализа и оценки рисков. Зачастую используется там, где нет права на ошибку. Данную модель используют для представления нового продукта и проведения исследований. Модель имеет спиралевидную форму. Сначала оцениваются риски на локальных программах, предпринимается попытки их предотвратить, далее начинается новый виток спирали, переходя к работе с более обширными задачами. Зачастую проходятся такие этапы, как: планирование, анализ рисков, разработка, оценка прототипа. Если прототип соответствует поставленным требованиям, начинается новый виток разработки. Данная модель чаще всего используется при работе над долгосрочными проектами с большим бюджетом.

1.3 Библиотека Qt

Данная библиотека представляет из себя набор классов для языка программирования C++, а также дополнительный инструментарий для создания мультиплатформенных приложений с графическим интерфейсом.

Qt достаточно распространена среди разработчиков приложений как для смартфонов, так и ПК; используется при разработке проектов для интернета вещей; также популярна у специалистов, которые работают с системами автоматизации, роботами и микрокомпьютерами.

Зачастую этот фреймворк используется для написания высокоскоростных и производительных приложений. Qt популярен в таких сферах как:

- Промышленность и транспорт: используя Qt в связке с C++ разрабатывают логику для роботов, которые применяются на производственных линиях. А также с помощью Qt пишут ПО для транспорта (авто-, авиа-, водный транспорт);

- Медицина. Qt используют при разработке ПО и пользовательского интерфейса для медицинских приборов;

- Интернет вещей. При помощи Qt создается логика умного дома.

Qt использовался в таких продуктах как Telegram, программы семейства Autodesk, Zoom и др.

Преимущества фреймворка Qt:

- Кроссплатформенность;
- Высокая скорость работы;
- Понятная среда разработки поставляемая вместе с Qt (Qt Creator);
- Быстрое и простое создание интерфейса;
- Документация.

Недостатки:

- Проблемы с приобретением лицензии;
- Большой вес приложений;
- Малая распространенность.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ПО

2.1 Используемые инструменты и функции разрабатываемого ПО

Разработка программного обеспечения производилась при помощи IDE Qt Creator, совместно с фреймворком Qt v5.12. Сам фреймворк написан на C++ с дополнениями, который позволяет ускорить работу с функциями и событиями. Этот фреймворк выбран благодаря наличию библиотек помогающих в быстрой визуализации данных. Также в этой работе используется дополнение QCustomPlot для отрисовки графиков по экспериментальным данным. Макет интерфейса собран при помощи библиотеки tabWidget. Также используется стороннее расширение для упрощения преобразований Фурье – FFTW. Библиотека FTD2XX используется для подключения стенда к ПК при помощи USB кабеля.

Основными функциями, выполняемыми ПО являются следующие:

- 1) Настройка стенда для последующих измерений;
- 2) Получение информации от стенда;
- 3) Возможность ручной настройки эксперимента;
- 4) Сохранение полученной информации в отдельный файл.

Программное обеспечение для стенда создается с целью управления стендом и получению данных с наносенсоров, во время тестирования медицинских электродов.

Основной параметр ПО – удобный пользовательский интерфейс для контроля проводимого эксперимента. Программное обеспечение для УПЭ-3 работает со следующими типами экспериментов:

1. Измерение разности электродных потенциалов δU ;
2. Измерение дрейфа разности электродных потенциалов (дрейфа напряжения) U_v ;
3. Измерение напряжения шума электродов U_T ;
4. Измерение шума движения (электромеханического шума) U_S ;
5. Измерение полного сопротивления электродов Z ;

6. Измерение напряжения поляризации электродов U_p ;

После включения, появится загрузочный экран, а далее программа перейдет к первому меню.

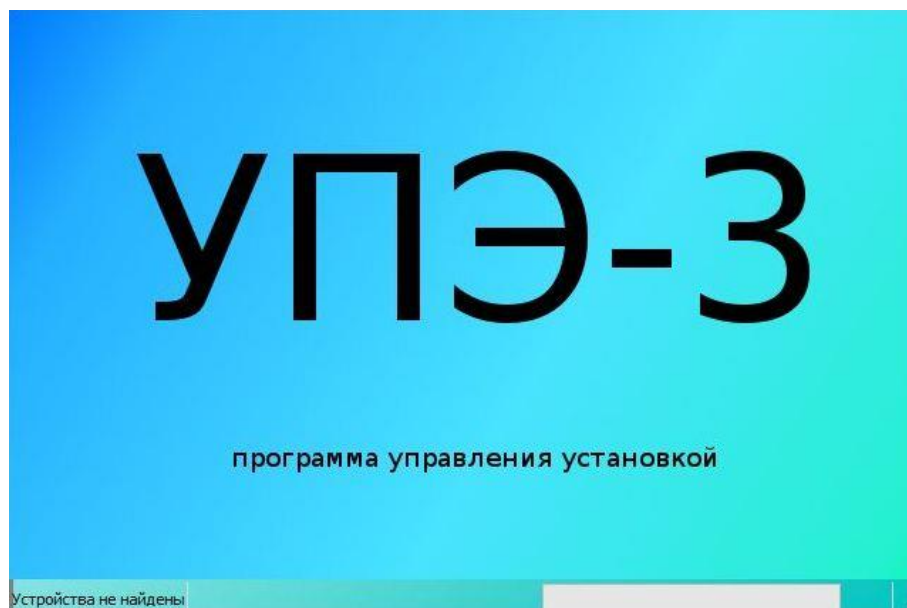


Рисунок 7 – Загрузочный экран

Если же не будет найден подключённый стенд, появится ошибка, и программа закроется.

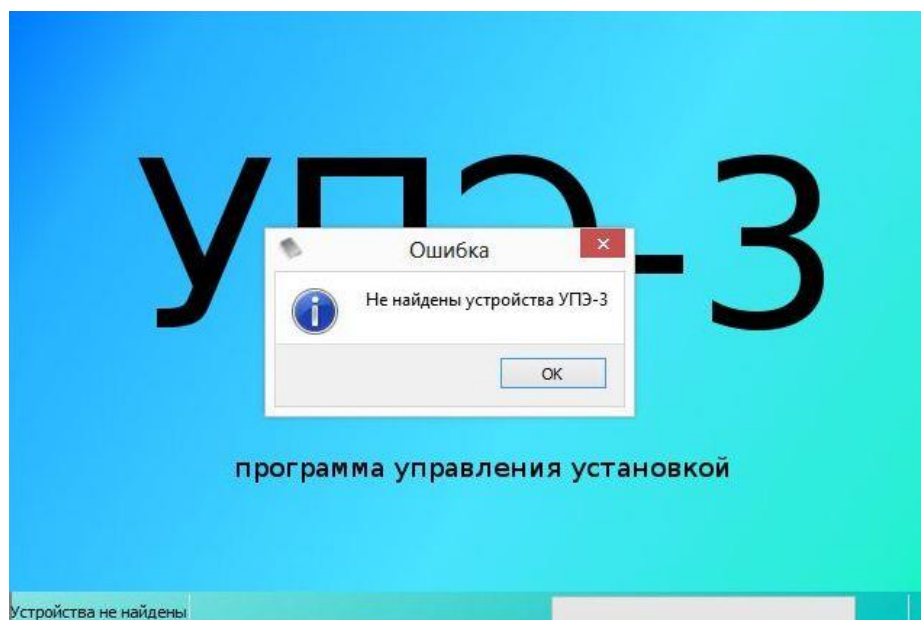


Рисунок 8 – Окно ошибки

Отрисовка интерфейса и логика работы со стендом инициализируется в файле `main.cpp`. Функция инициализации стенда описана в файле `urespecific.cpp`, а логика взаимодействия с ПСД в файле `protocol.cpp`.

```

initUpeSpecific();
QApplication a(argc, argv);

SplashScreen splash;

splash.show();
QEventLoop loop;
QObject::connect(&splash, SIGNAL(finished()), &loop, SLOT(quit()));
int rc = splash.init();

loop.exec(); //blocks untill either theSignalToWaitFor or timeout was fired

```

Листинг 1 – Инициализация

Находясь в программе, пользователь может запустить необходимый эксперимент соответствующей кнопкой.

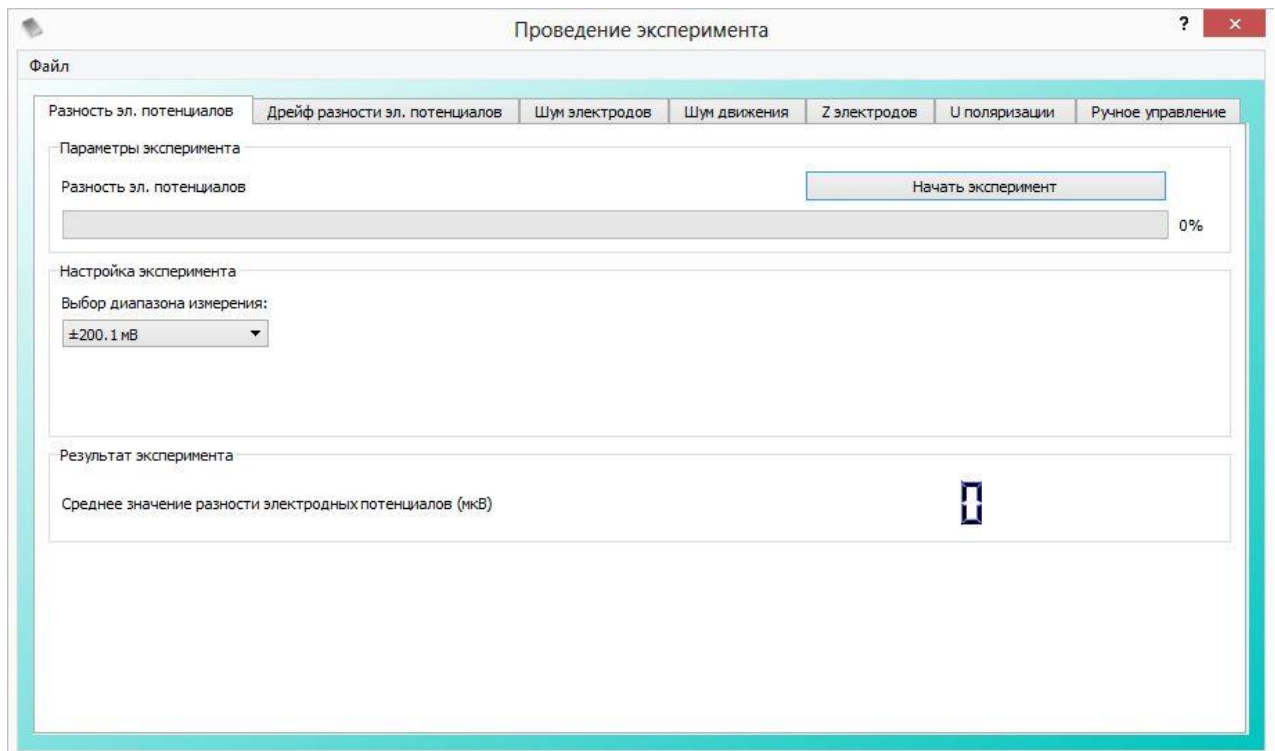


Рисунок 8 – Первая вкладка программы

2.2 Пользовательский интерфейс

Рассмотрим каждый элемент пользовательского интерфейса более подробно.

Вкладку каждого эксперимента можно поделить на определенные блоки.

1. Параметры эксперимента;
2. Возможные настройки эксперимента

3. Блок с результатом.

Также существуют два дополнительных окна: График и Настройки (рисунок 10 и рисунок 11).

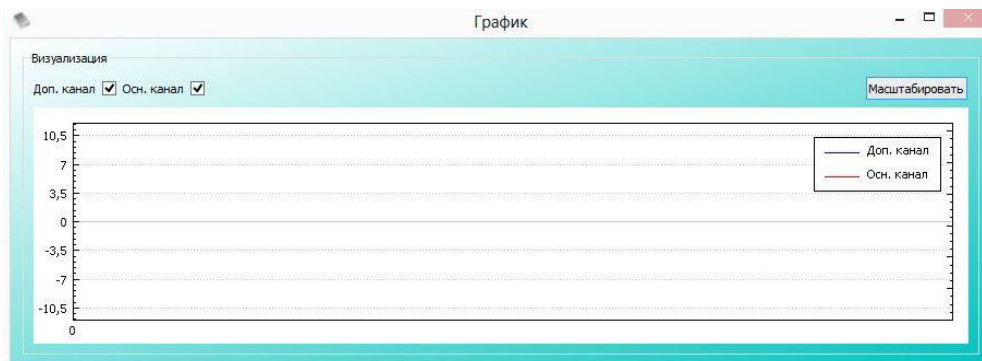


Рисунок 10 – Интерфейс окна График

Данное окно является интерактивным, так как присутствует возможность изменения масштаба.

Интерфейс данного окна основывается на библиотеке QCustomPlot, логика построения содержится в файле plotdialog.cpp. Имеет в себе функции для управления масштабом по осям. Является классовым компонентом и вызывается следующим образом.

```
plotDialog = new PlotDialog(this);  
plotDialog->show();
```

Листинг 2 – Код определения и вызова графика

Для открытия Настроек необходимо кликнуть на кнопку Файл и выбрать пункт настройки.



Рисунок 11 - Интерфейс окна Настройки

При помощи данного окна у пользователя есть возможность указать папку для сохранения полученных данных, записывать данные, а также редактировать дополнительные параметры в блоке «Имя и формат файла», основываясь на всплывающей подсказке.

Интерфейс разработан на основе построенной формы.

The image shows a settings dialog box with the following sections and controls:

- Директория выходных файлов:** A text input field with an "Обзор" (Browse) button to its right.
- Параметры сохранения данных:** Three checkboxes: "Запись файла в текстовом формате" (unchecked), "Запись доп. канала" (unchecked), and "Редактировать доп. параметры" (unchecked).
- Имя и формат файла:** A section containing several text input fields:
 - Формат имени файла:** Contains the text "%7-%1-Fadc=%2-Fgen=%3-канал%4%5%6".
 - Пример:** Contains the text "filename".
 - Частота:** Contains the text "%1Гц".
 - Фильтр:** Contains the text "-FILT=(%1...%2)Гц".
 - Ток генератора:** Contains the text "-Igen=%1мкА".
 - Дата и время:** Contains the text "yyyy-MM-dd_hh-mm-ss".
- Buttons:** "ОК" and "Отмена" buttons at the bottom.

Рисунок 12 – Форма настроек

Логика работы данного окна описана в файле `preferencesdialog.cpp`.

Что бы начать эксперимент на любой вкладки необходимо предварительно произвести настройку эксперимента и нажать кнопку «Начать». При проведении эксперимента все остальные элементы блокируются, и мы видим заполнение статус бара. Вся полученная информация сохраняется по пути, который указан в настройках.

Первая вкладка (Разность эл. потенциалов) использовалась как макет для создания вкладок других экспериментов. В данном эксперименте только 1 изменяемый параметр – диапазон измерения напряжения.

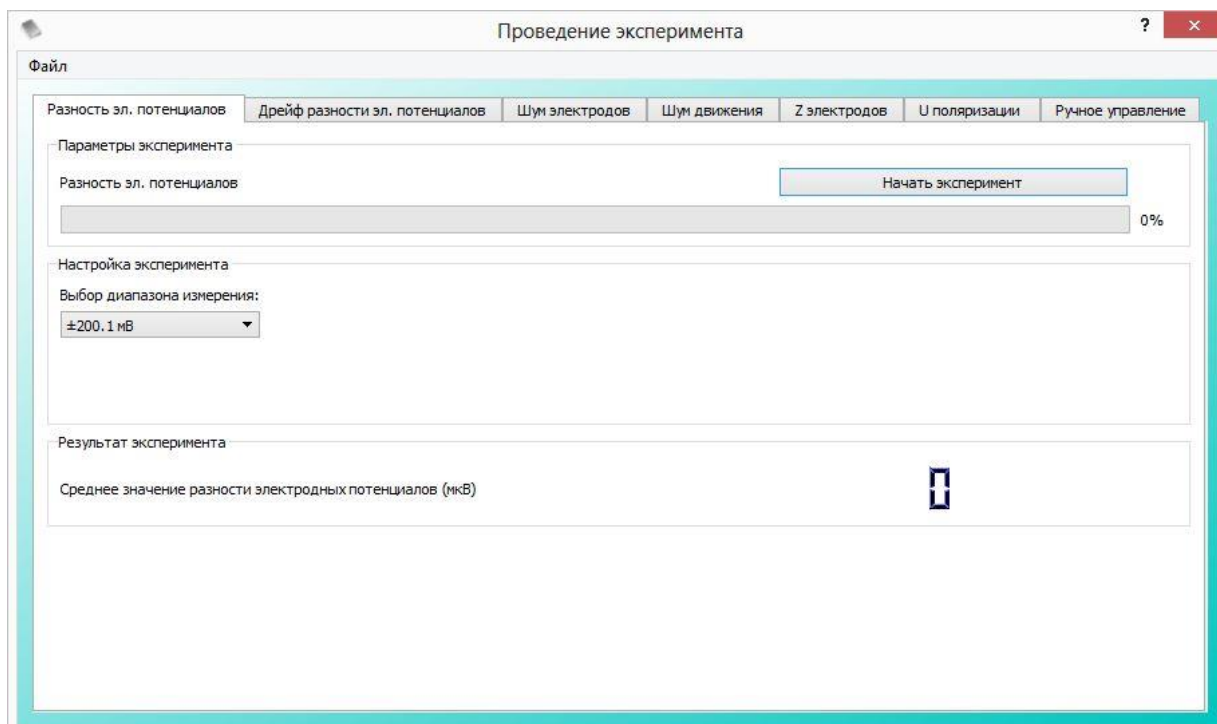


Рисунок 13 - Интерфейс эксперимента «Разность электронных потенциалов»

При проведении эксперимента «Шум электродов» полученная информация записывается в файл по указанному ранее пути. Получаемые данные так же отображаются на графике в процессе эксперимента. Интерфейс эксперимента «Шум движения» ничем не отличается от аналогичного интерфейса «Дрейф разности потенциалов» и «Шум движения».

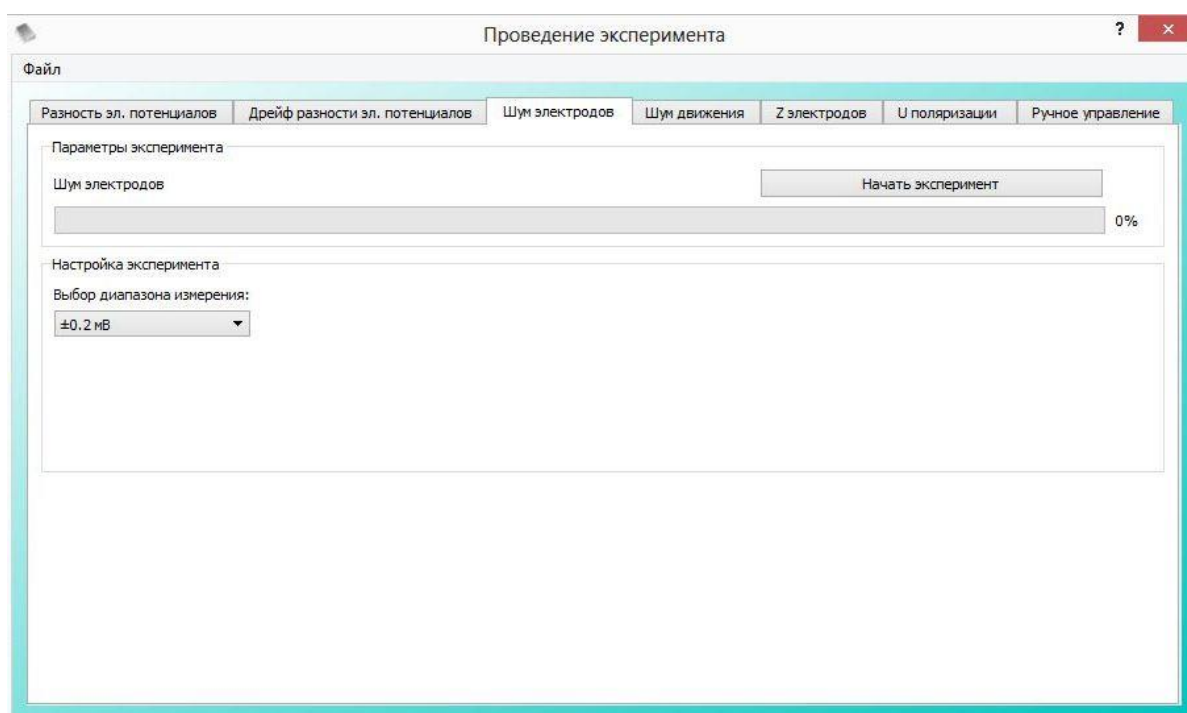


Рисунок 14 - Интерфейс эксперимента «Шум электродов»

На вкладке эксперимента «U поляризации» пользователь может выбрать полярность для тока поляризации.

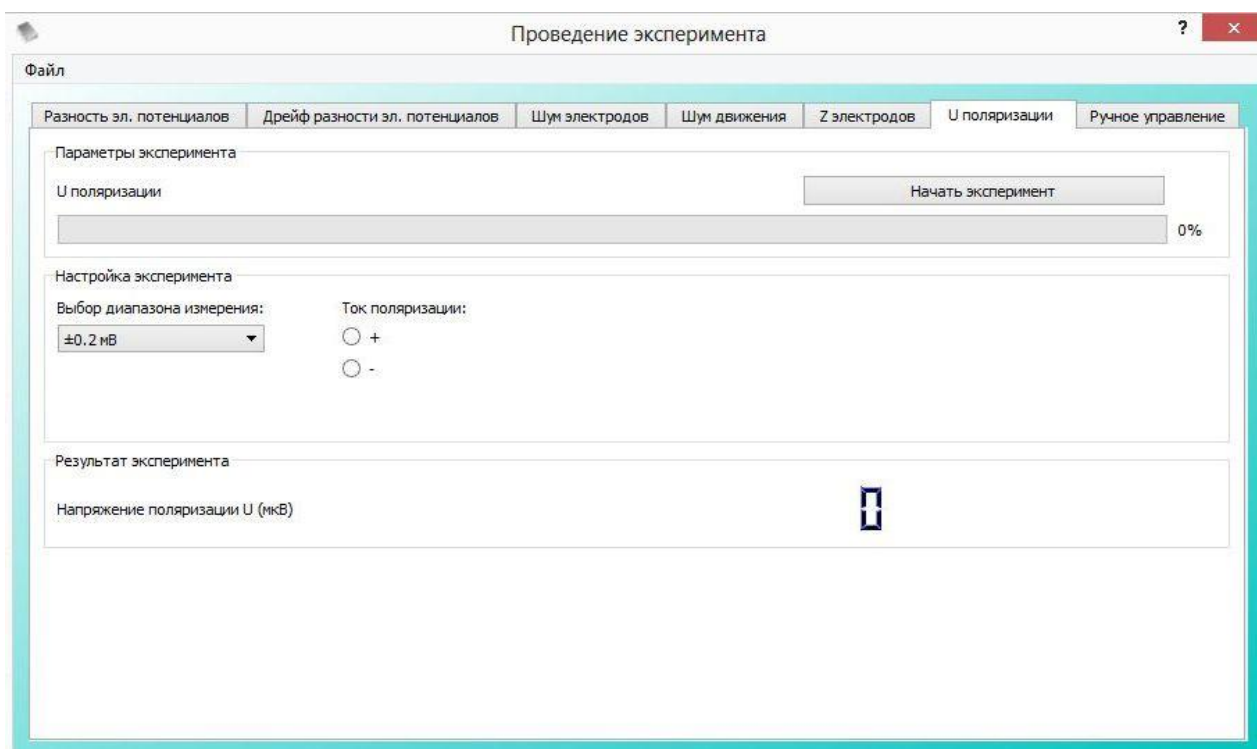


Рисунок 15 - Интерфейс эксперимента «U поляризации»

На вкладке эксперимента «Z электродов» представлены расширенные настройки. Пользователь может указать последовательность определенного числа измерений, отталкиваясь от частоты внутреннего генератора. Каждой частоте генератора соответствуют свои параметры с различными значениями диапазона измерения mU и внутреннего тока генератора μA . Результатом эксперимента является полное сопротивление Om . Эксперименты проводятся автоматически один за другим. Индивидуальный результат эксперимента указан в конце строки.

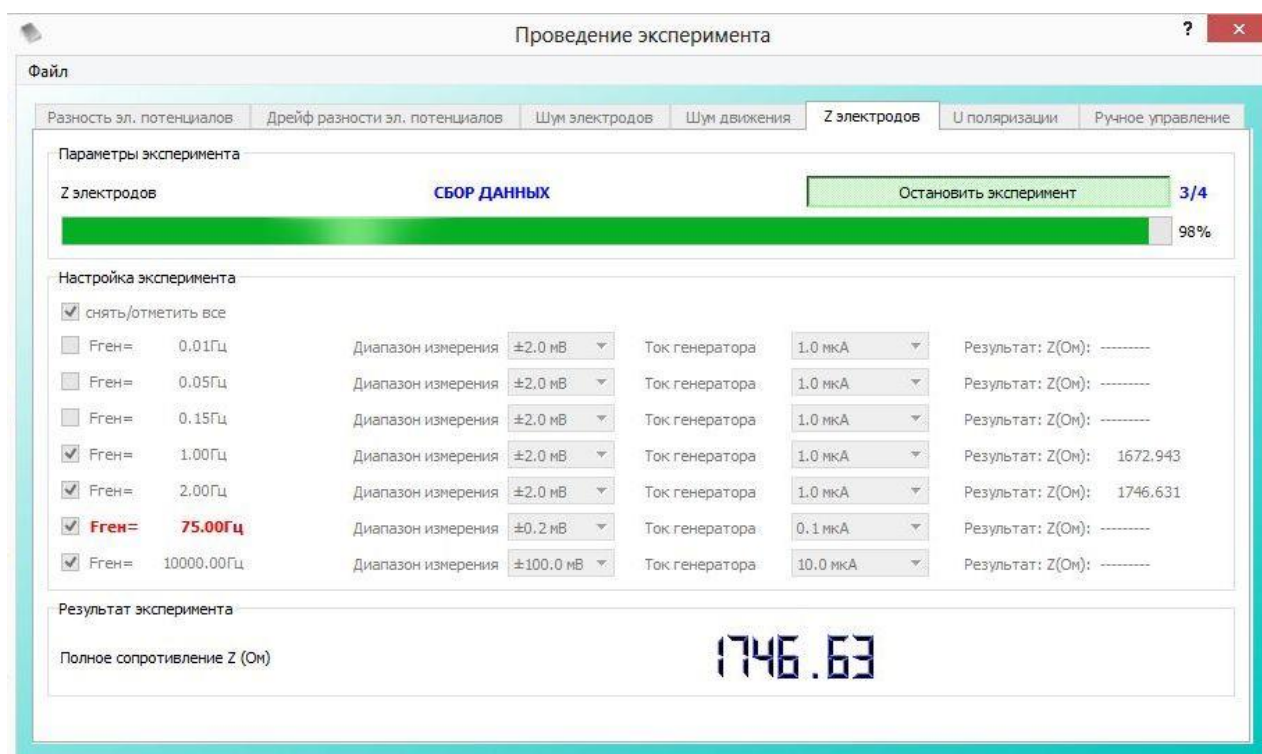


Рисунок 16 – Интерфейс эксперимента «Z электродов»

На вкладке «Ручное управление» пользователь может производить точную настройку стенда под конкретный эксперимент. Есть возможность устанавливать вручную дискретные порты и каналы ЦАП задавая напряжение.

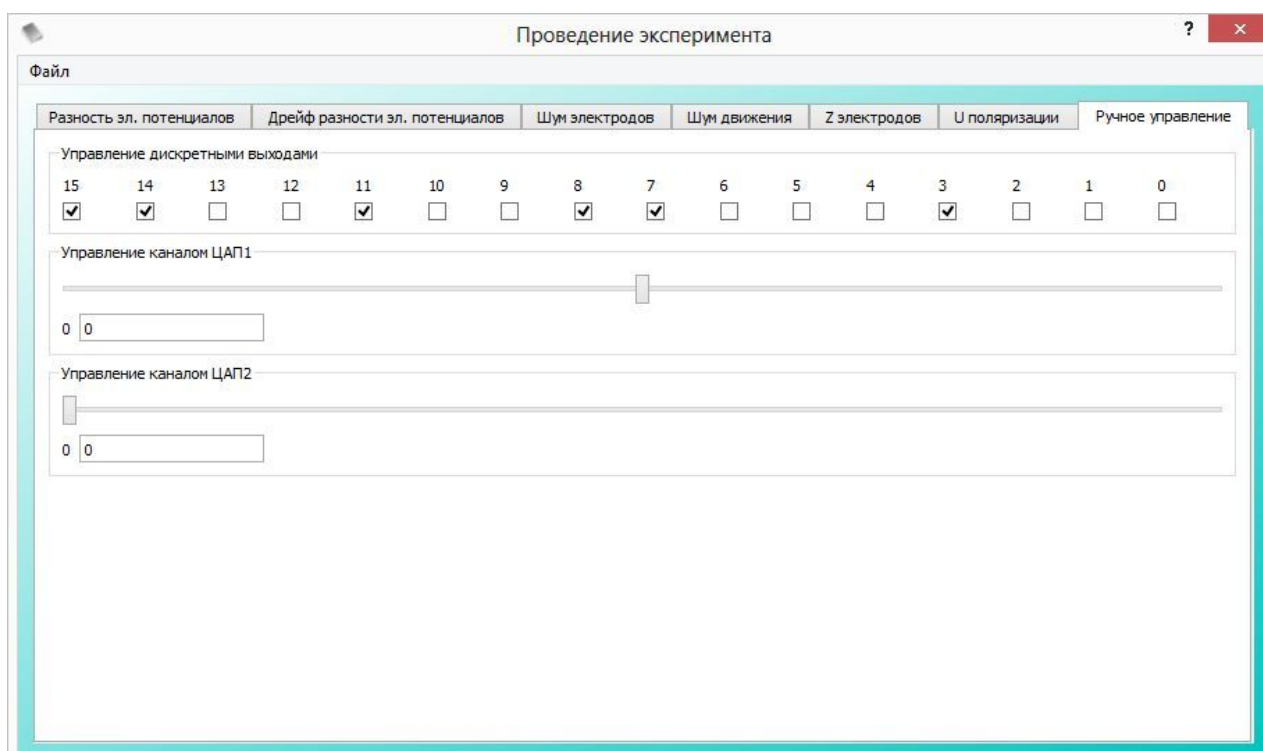


Рисунок 17 – Интерфейс вкладки «Ручное управление»

Логика работы данной вкладки описана в файле manualtab.cpp, который использует функции файла urespecific.cpp для взаимодействия со стендом.

```
/// Определения дискретных вводов с названиями
typedef enum {
    F_SET_K3_GAIN_X10    = D0,    ///< При 1, к-т усиления K3 = 10, иначе 1
    F_K4_AFTER_K3        = D1,    ///< При 1, вход K4 подключается к выходу K3, иначе
ко входу схемы
    F_DISABLE_I_GEN      = D2,    ///< При 1, генератор тока не используется, при 0
используется
    F_INVERT              = D3,    ///< При 1, инвертирование напряжения, иначе нет
    F_AC_I_GEN           = D4,    ///< При 1, генератор тока выдает напряжения пере-
менного тока, иначе постоянного
    F_SET_K5_GAIN_X10    = D5,    ///< При 1, к-т усиления K5 = 10, иначе 100
    F_I_GEN_MODE         = D6,    ///< от D6 до D8 включительно, режим задается \sa
IGenMode
    F_SINE_GEN_MODE      = D9,    ///< от D9 до D10 включительно, режим задается \sa
SineGenMode
    F_EN                  = D11,   ///< При 1 EN=ON, при 0, EN=OFF.
    F_SELECT_ADC2        = D12,   ///< При 1, АЦП 2 (K=K1*K3), иначе АЦП1 (K=K1)
    F_FAST_ADC           = D13    ///< При 1, АЦП 4 (0-10кГц), иначе АЦП3 (0-75Гц)
} DXControlFlags;

/// Определения для токов генератора
typedef enum {
    M_I_GEN_OFF          = 0,    ///< генератор выключен
    M_I_GEN_10MKA        = 4,    ///< ток 10 мкА
    M_I_GEN_1MKA         = 5,    ///< ток 1 мкА
    M_I_GEN_0_1MKA       = 6,    ///< ток 0.1 мкА
    M_I_GEN_MASK         = 7     ///< маска поля
} IGenMode;

/// Определения для частот генератора
typedef enum {
    M_SINE_GEN_HIFREQ    = 0,    ///< Высокая частота (для 10 кГц)
    M_SINE_GEN_LOFREQ    = 1,    ///< Низкая частота (для 0.01-2 Гц)
    M_SINE_GEN_MIDFREQ   = 2     ///< Средняя частота (для 75 Гц)
} SineGenMode;
```

Листинг 3 – Код с определением дискретных входов

Для каждого эксперимента существуют заранее прописанные установки в ручном режиме, представленные в приложении В.

2.3 Системные требования к работе ПО

Данное ПО разработано для выполнения на ПК подключенному к стенду для испытания медицинских наносенсоров. Требования к ПК для работы ПО:

- Процессор: не ниже Intel Celeron D, с тактовой частотой от 1000 МГц;
- ОЗУ: от 512 Мбайт;
- Видеоадаптер: цветопередача от 16 бит, с разрешением не ниже 1024x768;

- Свободное место на диске: от 60 Мбайт;
- USB v 2.0;
- Операционная система компании Microsoft Windows. Работа ПО тестировалась на Win 7, Win 8.1, Win 10;
- Драйвера FTDI для работы со стендом.

2.4 Результаты экспериментов

В данном разделе приведены результаты измерений хлорсеребряного наносенсора.

1. Разность электронных потенциалов

Результаты измерений представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты эксперимента «Разность электронных потенциалов»

Номинальное значение разности электродных потенциалов, мВ	Измеренные значения разности электродных потенциалов, мВ	Фактические отклонения разности электродных потенциалов, мВ	Фактические отклонения разности электродных потенциалов, %
- 10	- 9,98	- 0,02	- 0,2
- 5	- 4,96	- 0,04	- 0,8
5	5,08	0,08	1,6
10	9,98	0,02	- 0,2

Как видно таблицы фактические отклонения исследуемого параметра находятся в допустимой границе $\pm 5\%$.

2. Шум движения

Результаты представлены в таблице ниже.

Таблица 4 – Результаты эксперимента «Шум движения»

Номинальное значение напряжения, мкВ	Измеренные значения напряжения, мкВ на частотах, Гц				Фактические отклонения значений напряжения, мкВ на частотах, Гц			
	0,05	10	50	75	0,05	10	50	75
141,4	145	146	142	140	3,6	4,6	0,6	- 1,4
- 140	-145	-137	-139	-138	5	-3	- 1	- 2

Отклонения данного эксперимента также находятся в допустимых значениях: $\pm 10\%$.

3. Полное сопротивление

Результаты в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты эксперимента «Полное сопротивление»

Величина тока, мкА	Частота, Гц	Номинальное значение сопротивления, кОм	Измеренное значение сопротивления, кОм	Фактические отклонения значений сопротивления, кОм
0,1	0,01	1,0	0,97	- 0,03
	0,05		0,97	- 0,03
	0,15		0,97	- 0,03
	1		0,96	- 0,04
	2		0,96	- 0,04
	75		0,97	- 0,03
	10000		1,03	- 0,03
1	0,01	1,0	0,97	- 0,03
	0,05		0,97	- 0,03
	0,15		0,96	- 0,04
	1		0,96	- 0,04
	2		0,96	- 0,04
	75		0,97	- 0,03
	10000		1,03	0,03
10	0,01	1,0	0,97	- 0,03
	0,05		0,97	- 0,03
	0,15		0,96	- 0,04
	1		0,97	- 0,03
	2		0,96	- 0,04
	75		0,97	- 0,03
	10000		1,03	0,03

Фактические отклонения исходя из таблицы полного сопротивления не превышают допускаемое значение $\pm 10\%$.

4. Напряжение поляризации

Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты эксперимента «Напряжение поляризации»

Номинальное значение напряжения, мВ	Измеренные значения напряжения, мВ	Фактические отклонения значения напряжения, мВ	Допускаемое отклонение значения напряжения, мВ
-25	-24,99	-0,01	$\pm 1,25$
-15	-14,98	-0,02	$\pm 0,75$
-5	-4,96	-0,04	$\pm 0,25$
5	5,08	0,8	$\pm 0,25$
15	15,09	0,9	$\pm 0,75$
25	25,09	0,9	$\pm 1,25$

По результатам эксперимента полученные значения так же находятся в допустимом пределе $\pm 5\%$.

5. Дрейф разности электродных потенциалов

Полученные данные представлены в таблице ниже.

Таблица 7 – Результаты эксперимента «Дрейф разности электродных потенциалов»

Номинальное значение напряжения, мкВ	Измеренные значения напряжения, мкВ на частотах, Гц				Фактические отклонения значений напряжения, мкВ на частотах, Гц			
	0,01	0,05	0,150	1	0,01	0,05	0,150	1
141,4	140	141	140	139	-1,4	-0,4	-1,4	-2,4

Из таблицы следует что фактическое отклонение параметра не выше допустимых $\pm 10\%$.

6. Шум электродов

Результаты эксперимента приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты эксперимента «Шум электродов»

Номинальное значение напряжения, мкВ	Измеренные значения напряжения, мкВ на частотах, Гц				Фактические отклонения значений напряжения, мкВ на частотах, Гц			
	1	75	2	10^4	1	75	2	10^4
141,4	140	141	140	140	-1,4	-1,4	-0,4	-0,4

Отклонения полученные данные не превышает $\pm 10\%$, что является допустимым значением.

Исходя из данных, полученных при исследовании наносенсора, можем сделать вывод, что он соответствует заявленным характеристикам. Следовательно ПО выполняет свою функцию без искажения данных.

ГЛАВА 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1 Предпроектный анализ

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для сбора и обработки данных стендовых испытаний наносенсоров.

Программное обеспечение представляет собой пользовательский интерфейс и логический модуль обработки сигналов стенда. Для разработки используется язык программирования C++ и фреймворк Qt.

Целевым рынком для данной разработки являются компании и научно-исследовательские лаборатории и центры, занимающиеся поверкой медицинских наносенсоров.

3.1.2 SWOT-анализ

SWOT — Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы); представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ делится на два этапа: первый - описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз, которые возникли или могут возникнуть в проекте; второй — определение совместимости сильных и слабых сторон проекта с внешними условиями, и что необходимо сделать для стратегических изменений. Матрица SWOT-анализа представлена в таблице ниже.

Таблица 9 — Матрица SWOT-анализа

	<p>Strengths:</p> <p>S1. Высокая скорость работы.</p> <p>S2. Удобный пользовательский интерфейс.</p> <p>S3. Низкие системные требования.</p> <p>S4. Возможность внедрить новые функции в ПО.</p>	<p>Weaknesses:</p> <p>W1. Требуется знание устройства стенда для ручной настройки эксперимента пользователем.</p> <p>W2. Сложность в поиске специалиста со знанием библиотеки Qt для модификации ПО</p>
<p>Opportunities:</p> <p>O1. Использование ПО на различных операционных системах.</p> <p>O2. Возможность переноса ПО в web-версию.</p> <p>O3. Возможность добавления новых функций.</p>	<p>O1S1S3. Адаптирование ПО под Linux без потери скорости выполнения экспериментов.</p> <p>O1O2S2. Использование ПО пользователями с различным уровнем знания ПК.</p> <p>O3O2S4. Достаточно простая модификация ПО при изменении или дополнении функций установки</p>	<p>O1O2W1. Увеличение необходимой информации о стенде для работы пользователя.</p> <p>O2O3W2. Высокие критерии при поиске специалиста, для изменения или модернизации ПО.</p>
<p>Threats:</p> <p>T1. Изменение АЦП стенда.</p> <p>T2. Появление более простого аналога</p>	<p>T1S1S3S4. Может потребоваться обширная модификация логики, получения данных</p> <p>T2S1S4. Аналоги могут быть лучше, чем модернизация имеющегося ПО.</p>	<p>T1T2W1. Необходимость переучиваться пользователю, работавшему с прошлой версией.</p> <p>T1T2W2. Выгоднее разработать ПО с нуля с использованием более распространенных инструментов</p>

Основываясь на результатах SWOT-анализа, можно заключить, что проблемы, которые могут возникнуть перед данным исследовательским проектом, могут быть решены при помощи его сильных сторон, в том числе улучшение

технологий на основании данных, полученных при наблюдении за конкурентами.

3.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для исследовательского проекта чрезвычайно важно оценить его готовность к коммерциализации, а также уровень знаний, необходимых для его реализации. По результатам такого анализа можно сделать вывод о готовности исследовательского проекта к коммерциализации, а также о необходимости увеличения количества членов команды проекта. Перечень вопросов и оценка показателей степени проработки проекта с точки зрения коммерциализации и компетенций разработчика представлены в таблице ниже.

Таблица 10 — Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	5
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	2

Продолжение таблицы

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	4
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	4
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	4
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	3
15	Проработан механизм реализации научного проекта	4	5
	Итого	51	54

Значения оценки степени проработанности и знаний говорит о том, что перспективы развития и знания разработчика выше среднего. Для увеличения показателей необходимо проконсультироваться с экспертами в сферах, затрагиваемых разработкой, сформировать команду.

3.1.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

При коммерциализации научно-технических разработок продавец (как правило, владелец соответствующих объектов интеллектуальной собственности), преследует вполне определённую цель, которая во многом зависит от того, куда в последующем он намерен направить (использовать, вложить) полученный коммерческий эффект. Это может быть получение средств для продолжения своих научных исследований и разработок (получение финансирования, оборудования, уникальных материалов, других научно-технических разработок и т.д.), одноразовое получение финансовых ресурсов для каких-либо целей или для накопления, обеспечение постоянного притока финансовых средств, а также их различные сочетания.

В то же время от правильного выбора метода коммерциализации во многом зависит срок продвижения товара на рынок. Целью данного раздела является выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности.

В данной работе возможны следующие методы коммерциализации научных разработок:

1. Торговля патентными лицензиями, т.е. передача третьим лицам права использования объектов интеллектуальной собственности на лицензионной основе. При этом в патентном законодательстве выделяющие виды лицензий: исключительные (простые), исключительные, полные лицензии, сублицензии, опционы.

2. Инжиниринг как самостоятельный вид коммерческих операций предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производ-

ство и даже сбыта продукции.

3. Передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия.

В контексте данной работы торговля патентными лицензиями является наиболее подходящим способом коммерциализации, так как оставляет за автором право на внесение изменений и модификацию продукта при появившейся необходимости.

3.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

3.2.1 Цели и результаты проекта

В этом разделе представлена информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Заинтересованные стороны проекта — это лица или организации, которые активно вовлечены в проект или чьи интересы могут быть затронуты положительно или отрицательно в результате выполнения или завершения проекта. Информация о заинтересованных сторонах проекта представлена в таблице 11.

Таблица 11 — Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Компания-пользователь, научно-исследовательская лаборатория	Получение результатов исследования наносенсоров, разработка ПО с использованием библиотеки Qt.
Разработчик	Получение опыта, получение заработной платы.
Компания разработчика	Получение прибыли и инвестиций, разработка нового программного обеспечения, получение новых компетенций.
Научный руководитель, магистрант	Завершение выпускной квалификационной работы.

Цель и результаты проекта представлены в таблице 12.

Таблица 12 — Цели и результат проекта

Цели проекта:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Изучить методы разработки ПО; ▪ Изучить библиотеку Qt для создания пользовательского интерфейса; ▪ Изучить стенд УПЭ-3; ▪ Реализовать ПО для исследований наносенсоров; ▪ Представить результаты исследования, выводы и предложения.
Ожидаемые результаты проекта:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Было разработано ПО для сбора и обработки данных стендовых испытаний наносенсоров; ▪ Выпускная квалификационная работа завершена.
Критерии приёмки результата проекта:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Возможность ручной настройки эксперимента; ▪ Удобный пользовательский интерфейс.
Требования к результату проекта:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ При помощи ручного режима возможно реализовать каждый эксперимент.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Пользовательский интерфейс выполнен в понятной и простой для пользователя структуре. Содержит главное окно с вкладками всех экспериментов, а также вспомогательные окна графика и настроек.

3.2.2 Организационная структура проекта

Состав рабочей группы данного проекта, роль каждого участника в данном проекте, а также функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте представлены в таблице 13.

Таблица 13 — Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Ким Валерий Львович, д.т.н., Профессор Отделения информационных технологий, Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Руководитель проекта	Постановка целей и задач; Разработка и мониторинг календарного плана; Проведение консультаций по целям и задачам выпускной квалификационной работы; Оценка эффективности полученных результатов.	160
2	Спицына Любовь Юрьевна, к.э.н., Доцент Отделения социально-гуманитарных наук, Школа базовой инженерной подготовки	Эксперт проекта	Консультирование по разделу выпускной квалификационной работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».	48
3	Антоневич Ольга Алексеевна, к.б.н., Доцент Отделения общетехнических дисциплин, Школа базовой инженерной подготовки	Эксперт проекта	Консультирование по разделу выпускной квалификационной работы «Социальная ответственность».	40
4	Ануфриева Татьяна Николаевна, Старший преподаватель Отделения иностранных языков, Школа базовой инженерной подготовки	Эксперт проекта	Консультации по разделу на английском языке выпускной квалификационной работы.	16

5	Рыбин Илья Алексеевич	Исполнитель по проекту	Изучение предметной области; Изучение библиотеки Qt; Разработка и ПО для исследования наносенсоров; Составление пояснительной записки.	880
Итого				1 144

3.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта — это все факторы, которые могут ограничивать степень свободы членов команды проекта. Эти факторы перечислены в таблице 14.

Таблица 14 — Ограничения проекта

Фактор	Ограничения / Допущения
Источник финансирования	Средства ТПУ
Сроки реализации проекта	30.01.2023 — 27.06.2023
Дата утверждения плана проекта	03.03.2023
Дата завершения	27.06.2023
Продолжительность работы над проектом в день	8 часов

3.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

3.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) — детализация укрупнённой структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. Диаграмма ИСР показана на рисунке 18.

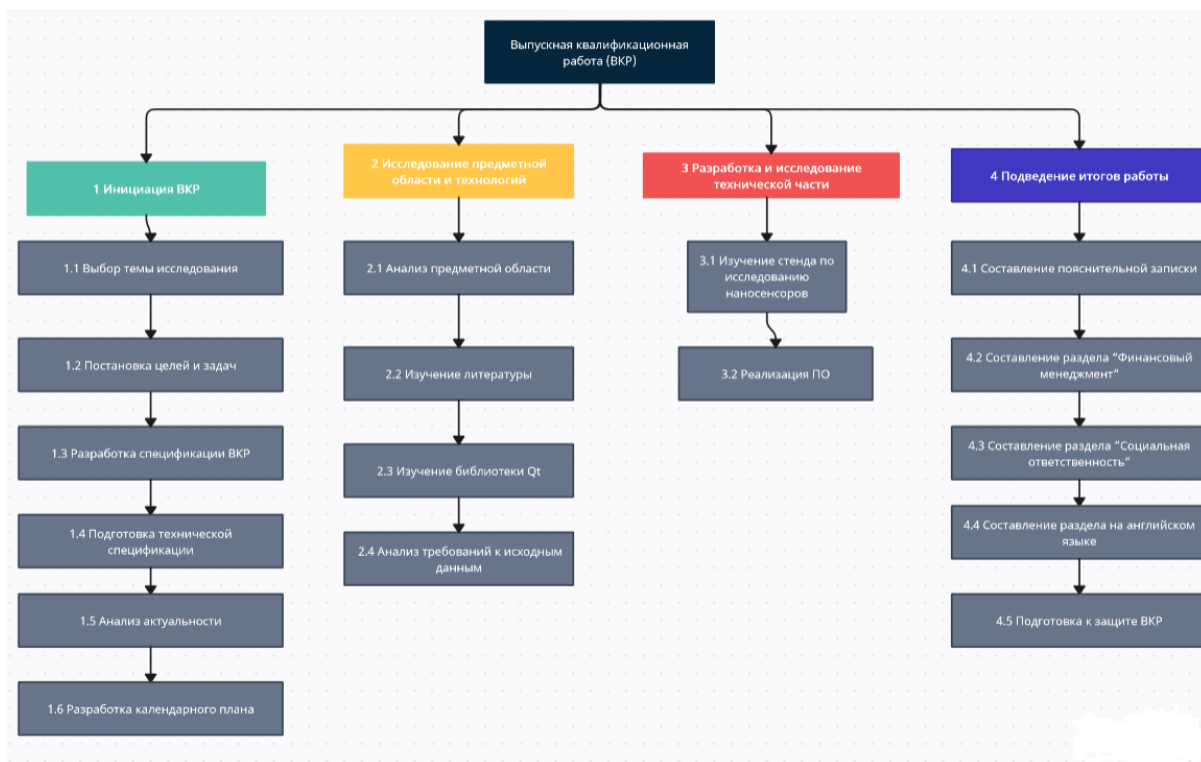


Рисунок 18 - Иерархическая структура работ

3.3.2 План проекта

В процессе организации работ по внедрению необходимо обоснованно планировать разделение труда и рабочего времени каждого участника процесса. Для этого был составлен полный перечень работ, представленный в таблице 15. Рабочие дни были рассчитаны исходя из шестидневной рабочей недели, с учётом праздничных дней Российской Федерации. Список участников представлен ниже:

- НР — Научный руководитель (Руководитель проекта), Ким Валерий Львович;
- ФМ — Эксперт по разделу Финансового Менеджмента, Спицына Любовь Юрьевна;
- СО — Эксперт по разделу Социальной Ответственности, Антонец Ольга Алексеевна;
- АЧ — Эксперт по разделу на английском языке, Ануфриева Татьяна Николаевна;
- С — Исполнитель по проекту (Магистрант), Рыбин Илья Алексеевич

Таблица 15 — Календарный план проекта

№	Название	Длительность, раб. дни	Дата нача- ла работ	Дата окон- чания работ	Состав участников
1	Инициация ВКР				
1.1	Выбор темы исследования	5	30.01.2023	03.02.2023	НР, С
1.2	Постановка целей и задач	3	04.02.2023	07.02.2023	НР
1.3	Разработка специфика- ции ВКР	6	08.02.2023	14.02.2023	НР, С
1.4	Подготовка технической спецификации	3	15.02.2023	17.02.2023	С
1.5	Анализ актуальности	7	18.02.2023	28.02.2023	С
1.6	Разработка календарного плана	3	01.03.2023	03.03.2023	НР, С
2	Исследование предметной области и технологий				
2.1	Анализ предметной об- ласти	9	04.03.2023	15.03.2023	С
2.2	Изучение литературы	9	16.03.2023	24.03.2023	С
2.3	Изучение библиотеки Qt	6	25.03.2023	31.03.2023	С
2.4	Анализ требований к ис- ходным данным	4	01.04.2023	05.04.2023	С
3	Разработка и исследование технической части				
3.1	Изучение стенда по ис- следованию наносенсоров	15	06.04.2023	22.04.2023	С
3.2	Реализация ПО	15	23.04.2023	13.05.2023	С
4	Подведение итогов работы				
4.1	Составление поясни- тельной записки	19	14.05.2023	05.06.2023	НР, С
4.2	Составление раздела "Финансовый менедж- мент"	6	06.06.2023	13.06.2023	С, ФМ

Продолжение таблицы

4.3	Составление раздела "Социальная ответственность"	5	14.06.2023	19.06.2023	С, СО
4.4	Составление раздела на английском языке	2	20.06.2023	21.06.2023	С, АЧ
4.5	Подготовка к защите ВКР	5	22.06.2023	27.06.2023	НР, С

Диаграмма Ганта — это тип столбчатой диаграммы, иллюстрирующей график проекта. На этой диаграмме по вертикальной оси перечислены задачи, которые необходимо выполнить, а по горизонтальной оси — временные интервалы. Ширина горизонтальных полос на графике показывает продолжительность каждого вида деятельности. Диаграмма Ганта показана в таблице 16.

Таблица 16 — Диаграмма Ганта

№	Исполнители	Тк, раб.дни	Продолжительность выполнения работ																	
			Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1.1	НР	2			■															
	С	3				■														
1.2	НР	3				■														
1.3	НР	4				■														
	С	2					■													
1.4	С	3					■													
1.5	С	7					■	■												
1.6	НР	3								■										
	С									■										
2.1	С	9								■	■									
2.2	С	9									■	■	■							
2.3	С	6										■								
2.4	С	4											■							
3.1	С	15											■	■	■					
3.2	С	15												■	■	■				
4.1	НР	4																	■	
	С	19																	■	■
4.3	С	6																		■
	ФМ																			■
4.4	С	5																		■
	СО																			■
4.5	С	2																		■
	АЧ																			■
4.6	НР	5																		■
	С																			■

	НР, Научный руководитель
	ФМ, Эксперт по разделу Финансового Менеджмента
	СО, Эксперт по разделу Социальной Ответственности
	АЧ, Эксперт по разделу на английском языке
	С, Исполнитель по проекту (Магистрант)

3.4 Бюджет научного исследования

3.4.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

Расчёт стоимости материальных затрат производится на основе действующих прайс-листов или договорных цен. В стоимость материальных затрат входят транспортно-заготовительные расходы (3-5% от цены). В эту же статью входит стоимость документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Результаты данной статьи представлены в таблице 17. Таким образом, мы получаем, что $C_m = 2831,85$ руб.

Таблица 17 — Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма руб.
Бумага для печати	A3	1 уп (500 листов)	599	599
Картридж для принтера	НР 652	1 шт	1 699	1 699
Всего за материалы				2298
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				114,9
Итого по статье, C_m				2 412,9

3.4.2 Затраты на электроэнергию

Для расчёта стоимости электроэнергии используется следующая формула:

$$C = M_3 \times M_0 \times I_0, \quad (1)$$

где $M_{э}$ — тариф на электроэнергию (3,16 руб. за 1 кВт/ч [11]);

M_0 — мощность оборудования, кВт;

I_0 — время использования оборудования, часы;

Согласно формуле, стоимость электроэнергии за 880 часов работы при использовании оборудования мощностью 0,25 кВт составляет 695,2 руб.

3.4.3 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В эту статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для выполнения работ. Стоимость специального оборудования определяется в соответствии с действующими прейскурантами, затраты по которым приведены в таблице 18.

Таблица 18 — Расчёт стоимости специального оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Персональный компьютер	1 шт	39 000	39 000
2	Пробная версия Qt Creator (30 дней)	1 шт	0	0
Итого				39 000

3.4.4 Основная заработная плата

В данном разделе рассматриваются оклад, стимулирующие и надбавки. Расчёт основан на сложности каждого этапа, а также на месячной зарплате исполнителя. Расчёт основной заработной платы представлен в таблице 19.

Таблица 19 — Расчёт основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоёмкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу, руб.
1	Инициация ВКР	НР	12	6 469,08	77 628,96
2	Инициация ВКР	С	18	2 995,17	53 913,06
3	Исследование предметной области и технологий	С	28	2 995,17	83 864,76
4	Разработка и исследование технической части	С	30	2 995,17	89 855,10
5	Подведение итогов работы	НР	8	6 469,08	51 752,64
6	Подведение итогов работы	ФМ	6	4 627,79	27 766,74
7	Подведение итогов работы	СО	5	4 627,79	23 138,95
8	Подведение итогов работы	АЧ	2	4 627,79	9 255,58
9	Подведение итогов работы	С	37	2 995,17	110 821,29
Итого					527 997,08

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (2)$$

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

$Z_{доп}$ — дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_{раб}, \quad (3)$$

где $Z_{осн}$ — основная заработная плата одного работника;

$Z_{дн}$ — среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_{раб}$ — продолжительность работ, выполняемых научно-техническим

работником, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (4)$$

где $Z_{\text{м}}$ — месячный должностной оклад работника, руб.;

M — количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя);

$F_{\text{д}}$ — действительный годовой фонд рабочего времени науч-но-технического персонала, раб. дн. (252 дня).

В таблице 20 показано количество календарных дней, нерабочих и праздничных дней, дней в связи с потерей рабочего времени и фактический годовой фонд рабочего времени.

Таблица 20 — Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Работник
Календарное число дней	365
Количество нерабочих дней	
▪ выходные дни	54
▪ праздничные дни	11
Потери рабочего времени	
▪ отпуск	48
▪ невыходы по болезни	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \times (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}, \quad (5)$$

где $Z_{\text{б}}$ — базовый оклад, руб.;

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

$k_{\text{д}}$ — коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ — районный коэффициент (для Томска равен 1,3).

Таким образом, расчёты месячной заработной платы представлены в таблице 21.

Таблица 21 — Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _б , руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _{раб} , дн.	З _{осн} , руб.
Научный руководитель	52 700	1,1	1,188	1,3	156 750,88	6 469,08	20	129 381,6
Эксперт по разделу Финансового Менеджмента	37 700				112 134,88	4 627,79	6	27 766,74
Эксперт по разделу Социальной Ответственности	37 700				112 134,88	4 627,79	5	23 138,95
Эксперт по английской части	37 700				112 134,88	4 627,79	2	9 255,58
Исполнитель по проекту (Магистрант)	24 400				72 575,36	2 995,17	113	338 454,21

3.4.5 Дополнительная заработная плата

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п.

Дополнительная заработная плата рассчитывается на основе 10-15% от основного оклада работников по следующей формуле:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \times k_{доп} \quad (6)$$

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

$Z_{осн}$ — основная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ — коэффициент дополнительной зарплаты (10%).

Таблица 22 — Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнители	Основная зарплата, руб.	Дополнительная зарплата, руб.	Зар. плата исполнителя, руб.
Научный руководитель	129 381,6	12 938,16	142 319,76
Эксперт по разделу Финансового Менеджмента	27 766,74	2 776,67	30 543,41
Эксперт по разделу Социальной Ответственности	23 138,95	2 313,90	25 452,85
Эксперт по английской части	9 255,58	925,60	10 181,14
Исполнитель по проекту (Магистрант)	338 454,21	33 845,42	372 299,63

Таким образом, общая сумма дополнительной заработной платы равна 52 799,75 руб.

3.4.6 Отчисления на социальные нужды

Отчисления на социальное страхование (так называемый трудовой налог) во внебюджетные фонды являются обязательными по нормам, установленным законодательством Российской Федерации на государственное социальное страхование, пенсионный фонд и медицинское страхование от расходов работников.

Платёж во внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (7)$$

где $k_{\text{внеб}}$ — коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

В таблице 23 приведён расчёт отчислений на социальные нужды с коэффициентом отчислений, равным 30%.

Таблица 23 — Расчёт отчислений на социальные нужды

Исполнители	Основная зарплата, руб.	Дополнительная зарплата, руб.	Отчисления, руб.
Научный руководитель	129 381,6	12 938,16	42 695,93
Эксперт по разделу Финансового Менеджмента	27 766,74	2 776,67	9 163,02
Эксперт по разделу Социальной Ответственности	23 138,95	2 313,90	7 635,86
Эксперт по английской части	9 255,58	925,60	30 544,67
Исполнитель по проекту (Магистрант)	338 454,21	33 845,42	111 689,89

Таким образом, общая сумма отчислений на социальные нужды равна 201 729,37 руб.

3.4.7 Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчётах эти расходы принимаются в размере 70-90% от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Накладные расходы составляют 16% от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчёт накладных расходов ведётся по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (8)$$

где $k_{\text{накл}}$ — коэффициент накладных расходов.

В таблице 24 представлен расчёт накладных расходов.

Таблица 24 — Расчёт накладных расходов

Исполнители	Основная зарпла- та, руб.	Дополнительная зарплата, руб.	Накладные рас- ходы, руб.
Научный руководитель	129 381,6	12 938,16	22 771,16
Эксперт по разделу Финансо- вого Менеджмента	27 766,74	2 776,67	4 886,95
Эксперт по разделу Соци- альной Ответственности	23 138,95	2 313,90	4 072,46
Эксперт по английской ча- сти	9 255,58	925,60	1 628,98
Исполнитель по проекту (Магистрант)	338 454,21	33 845,42	59 567,94

Таким образом, общая сумма накладных расходов равна 92 927,49 руб.

3.4.8 Формирование бюджетных расходов

Результаты формирования бюджетных расходов представлены в таблице 25.

Таблица 25 — Бюджет затрат на проект

Статьи	Стоимость, руб.
Расходы на сырье и материалы	2 412,9
Расходы на электроэнергию	695,20
Расходы на специальное оборудование для научных экспериментов	39 000
Основная заработная плата	550 681,88
Дополнительная зарплата	52 799,75
Социальные отчисления	201 729,37
Накладные расходы	92 927,49
Итого запланированные расходы	940 246,59

3.5 Выводы по разделу

Таким образом, в данном разделе были рассмотрены этапы проектирования и создания конкурентоспособных разработок, отвечающих требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для сбора и обработки данных стендовых испытаний наносенсоров

Был проведён SWOT-анализ, который описывает сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для проекта. Была проведена оценка готовности проекта к коммерциализации, перспективы развития были признаны выше среднего. Для повышения оценки готовности проекта к коммерциализации необходимо провести консультации с экспертами в сферах, затрагиваемых разработкой, сформировать команду.

На этапе инициации проекта определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, а также цели и ожидаемые результаты проекта. График проекта отображается на диаграмме Ганта, которая показывает, кто из исполнителей выполнял определенные задачи и за сколько рабочих дней.

Стоимость материалов включена в бюджет инженерного проекта. Рассчитана основная и дополнительная заработная плата исполнителей проекта. Бюджет проекта составил 645 589,73 руб. после вычетов на социальные нужды и накладные расходы.

ГЛАВА 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для сбора и обработки данных стендовых испытаний наносенсоров.

Программное обеспечение представляет собой пользовательский интерфейс и логический модуль обработки сигналов стенда. Для разработки используется язык программирования C++ и фреймворк Qt.

Целевым рынком для данной разработки являются компании и научно-исследовательские лаборатории и центры, занимающиеся поверкой медицинских наносенсоров.

В данном разделе рассматриваются опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на производственную деятельность разработчика, воздействие объекта исследования на окружающую среду, правовые и организационные вопросы и мероприятия в чрезвычайных ситуациях

Рабочей зоной при разработке алгоритма является рабочее место для выполнения работ сидя с использованием ПЭВМ.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Регулирование отношений между организацией и сотрудниками, в том числе требований к продолжительности рабочего времени и оплаты труда осуществляется законодательством РФ, а именно трудовым кодексом РФ [12].

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет — не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 — не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Для работников, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3 или 4 степени или опасным условиям труда — не более 36 часов. Продолжительность рабочего времени и размер оплаты труда для конкретного работника устанавливается трудовым договором. В течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не менее 30 минут

и не более двух часов. Всем работникам предоставляются выходные дни (ежедневный непрерывный отдых). При пятидневной рабочей неделе работникам предоставляются два выходных дня в неделю, при шестидневной рабочей неделе — один выходной день.

Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска с сохранением места работы (должности) и среднего заработка, продолжительностью 28 календарных дней. Для работников, занятых на работах с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В связи с тем, что разработка и эксплуатация результатов происходит на ПЭВМ, требуется соблюдение правовых норм к ПЭВМ и организации рабочего места, описываемых в ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 21889-76, ГОСТ 22269-76, ГОСТ Р 50923-96 и СанПиН 1.2.3685-21 [13, 14, 15, 16, 17].

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.

Конструкцией производственного оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием:

- высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног;
- высоты сиденья и подставки для ног (при нерегулируемой высоте рабочей поверхности).

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [18] рабочий стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющей удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учётом его количества, размеров и характер выполняемой работы.

Выполнение требований на рабочем месте отражено ниже в таблице 26.

Таблица 26 — Требования к организации рабочего места при работе с ПЭВМ

Требование	Требуемое значение	Значение параметров в помещении
Высота рабочей поверхности стола	Регулируемая высота (680-800 мм.); Нерегулируемая высота (725 мм.).	Нерегулируемая высота (750 мм.)
Рабочий стул	Подъёмно-поворотный, регулируемый по высоте и углу наклона спинки.	Соответствует
Расположение экрана видеомонитора от глаз пользователя	600-700 мм.	Соответствует

При работе двумя руками органы управления размещают с таким расчётом, чтобы не было перекрещивания рук [13].

Согласно ГОСТ Р 50923-96 [14], дисплей на рабочем месте оператора должен располагаться так, чтобы изображение в любой его части было различимо без необходимости поднять или опустить голову. Также, дисплей на рабочем месте должен быть установлен ниже уровня глаз оператора, причём угол наблюдения экрана оператором относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать 60°.

Клавиатура на рабочем месте оператора должна располагаться с возможностью свободного перемещения так, чтобы обеспечивалась оптимальная видимость экрана [16].

На рабочем месте оператора должны обеспечиваться оптимальные микроклиматические условия в холодный и тёплый периоды года. Температура воздуха на рабочем месте в холодный период года должна быть от 22 °С до 24 °С, в тёплый период года — от 23 °С до 25 °С, причём разница температуры на уровне пола и уровне головы оператора в положении сидя не должна превышать 3 °С. Относительная влажность воздуха на рабочем месте оператора

должна составлять 40-60%. Скорость движения воздуха на рабочем месте оператора должна быть 0,1 м/с [16].

4.2 Производственная безопасность

Для обеспечения безопасности во время эксплуатации и разработки программы, необходимо провести анализ вредных и опасных воздействий на человека, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проекта. Производственный фактор является вредным, в том случае если он приводит к заболеванию работника. В случае если его воздействие может привести к травме, то фактор является опасным. Выявленные вредные и опасные факторы приведены в таблице 27.

Таблица 27 — Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте

№	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;	ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [18]; ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [19];
2	Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [20]; ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений [21];

№	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
3	Производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм человека (рабочая поза)	ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [13]; ГОСТ 21889-76 Система "Человек- машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования [14]. ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места [15]; ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения [16];
4	Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда)	МР 2.2.9.2311-07 Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности. Методические рекомендации [22];
5	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [17];
6	Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде (повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума)	ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности [23]; ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация [24]; СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [25];

4.2.1 Опасные производственные факторы

4.2.1.1 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

Электробезопасность — система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Нормы электробезопасности на рабочем месте и вопросы требований к защите от поражения электрическим током приведены в ГОСТ 12.1.038-82 и ГОСТ 12.1.019-2017 [18, 19].

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Действие электрического тока на человека приводит к травмам или гибели людей. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет не более 2,0 В, а силы тока — 0,3 мА, для переменного тока частотой 400 Гц, соответственно — 3,0 В и 0,4 мА, для постоянного тока — 8,0 В и 1,0 мА соответственно [18].

Помещение, где расположено рабочее место оператора ПЭВМ, относится к помещениям без повышенной опасности ввиду отсутствия следующих факторов: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и металлическим корпусам электрооборудования. С целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены и в обязательном порядке иметь нулевую фазу.

Для оператора ПЭВМ при работе с электрическим оборудованием обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы убедиться, что выключатели, розетки закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- не включать в сеть компьютеры и другую оргтехнику со снятыми крышками;
- при обнаружении неисправности компьютера необходимо выключить его и отключить от сети;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами;
- при несчастном случае необходимо немедленно отключить питание электроустановки, вызвать скорую помощь и оказать пострадавшему первую помощь до прибытия врача, согласно правилам;
- дальнейшее продолжение работы возможно только после устранения причины поражения электрическим током.

4.2.2 Вредные производственные факторы

4.2.2.1 Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения

Естественное и искусственное освещение рабочего места оказывает влияние на физическое и психологическое состояние пользователя, что неблагоприятно сказывается на его работе. Не надлежащего качество освещения может привести к ухудшению зрения.

Согласно СП 52.13330.2016 [20] при работах III зрительного разряда и подразряда Г (работы высокой точности) освещённость при системе общего освещения должна быть не ниже $E_n = 200$ Лк.

Растёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 4$ м., ширина $B = 2,4$ м., высота $H = 2,6$ м. Высота рабочей поверхности над полом $h_{рп} = 0,75$ м.

Площадь помещения:

$$S = A \times B = 4 \times 2,4 = 9,6 \text{ м}^2 \quad (9)$$

Приблизительные коэффициенты отражения из «МУ Методика расчета системы общего равномерного искусственного освещения» [26]:

- для светлого деревянного потолка $\rho_n = 50\%$;
- для стен, оклеенных светлыми обоями $\rho_{ст} = 30\%$;

Для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен выбираются открытые двухламповые светильники типа ОД, ОДОР, ШОД, ОДО или ООД. Так как высота помещения 2,6 м, то в соответствии с наименьшей допустимой высотой подвеса над полом необходимо выбрать тип светильника ШОД. Наивыгоднейшее расположение светильников данного типа берётся с критерием $\lambda = 1,1 - 1,3$. Световой поток одной лампы $\Phi = 3750$ Лм. По паспорту длина светильника $l_{св} = 1228$ мм., ширина $b_{св} = 284$ мм., мощность лампы $P_{л} = 65$ Вт. Расстояние светильника от перекрытия $h_c = 0,1$ м.

Высота светильника над полом определяется по формуле:

$$h_{п} = H - h_c = 2,6 - 0,1 = 2,5 \text{ м} \quad (10)$$

Из методической таблицы наименьшая допустимая высота подвеса над полом для типов светильников ОД при одиночной установке является 3,5 м., что не соответствует фактическому значению.

Расчётная высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_{п} - h_{рп} = 2,5 - 0,75 = 1,75 \text{ м} \quad (11)$$

Расстояние между светильниками определяется по формуле:

$$L = \lambda * h = 1,4 * 1,75 = 2,45 \text{ м} \quad (12)$$

Расстояние от стены до торца светильника определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,45}{3} \approx 0,816 \text{ м} \quad (13)$$

Количество рядов светильников с люминесцентными лампами определяется по формуле:

$$n_{ряд} = \frac{B - \frac{2}{3} \times L}{L} = \frac{2,4 - \frac{2}{3} \times 2,45}{2,45} + 1 \approx 1,313 = 1 \quad (14)$$

Количество светильников с люминесцентными лампами определяется по формуле:

$$n_{\text{св}} = \frac{A - \frac{2}{3} \times L}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{4 - \frac{2}{3} \times 2,45}{1,228 + 0,5} \approx 1,323 = 1 \quad (15)$$

Общее количество светильников с люминесцентными лампами в помещении определяется по формуле:

$$N = n_{\text{ряд}} \times n_{\text{св}} = 1 \times 1 = 1 \quad (16)$$

Исходя из того, что в светильнике используется 2 лампы, общее количество ламп в помещении при $N = 1$ равно $N_{\text{л}} = 2$.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \times (A + B)} = \frac{9,6}{1,75 \times (4 + 2,4)} \approx 0,857 = 0,9 \quad (17)$$

Из методической таблицы коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_n = 50\%$, $\rho_{\text{ст}} = 30\%$ и индексе помещения $i = 0,9$ равен $\eta = 42\% = 0,42$.

Из методической таблицы коэффициент запаса для помещений с малым выделением пыли $K_3 = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Световой поток определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{н}} \times S \times K_3 \times Z}{N_{\text{л}} \times \eta} = \frac{200 \times 9,6 \times 1,5 \times 1,1}{2 \times 0,42} \approx 3771,41 = 3771 \text{ лм} \quad (31)$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу — ЛД 65 Вт с потоком 3750 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$\begin{aligned} -10\% &\leq \frac{\Phi_{\text{стан}} - \Phi_{\text{расч}}}{\Phi_{\text{стан}}} \times 100\% \leq +20\% = \\ &= -10\% \leq \frac{3750 - 3771}{3750} \times 100\% \leq +20\% = \\ &= 10\% \leq -0,56\% \leq +20\% \end{aligned} \quad (18)$$

Таким образом: $10\% \leq -0,56\% \leq +20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Номинальная мощность осветительной системы рассчитывается по формуле:

$$P = N_{\text{л}} \times P_{\text{л}} = 2 \times 65 = 130 \text{ Вт} \quad (19)$$

Таким образом световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

4.2.2.2 Производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм человека

Рабочая поза работника при работе с ПЭВМ относится к свободной. К свободным позам относят удобные позы сидя, которые дают возможность изменения рабочего положения тела или его частей (откинуться на спинку стула, изменить положение ног, рук). Также, работа с ПЭВМ характеризуется недостаточной уровнем двигательной активности (гипокинезия) [22].

Для поддержания корректной рабочей позы работника необходимо соблюдение ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 21889-76, ГОСТ 22269-76 и ГОСТ Р 50923-96 [13, 14, 15, 16], описывающих общие требования к рабочему месту оператора ПЭВМ.

Длительное (25 и более процентов времени смены) пребывание работников различных профессий в физиологически нерациональных рабочих позах является утомительным для организма из-за постоянной статической нагрузки на отдельные мышечные группы, в основном на группы мышц рук, шеи, плечевого пояса, поясничной области, что может явиться причиной возникновения патологических нарушений [22].

Для устранения накопленной усталости и нагрузки на организм человека необходимо выполнять комплекс физических упражнений на координацию движений [22].

4.2.2.3 Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека

При умственной нагрузке необходима длительность сосредоточенного внимания, выраженная ответственность, плотность сигналов и сообщений в единицу времени по МР 2.2.9.2311-07 [22]. Оказывает угнетающее влияние на психическую деятельность ухудшаются функции внимания (объем, концентрация, переключение), памяти (кратковременной и долговременной), восприятия (появляется большое число ошибок). При зрительной нагрузке необходима высокая координация сенсорных и моторных элементов зрительной системы. Вызывает головную боль, ухудшение зрения, астенопию — патологического состояния, связанного с быстрым переутомлением глаз.

Для устранения накопленной усталости и нагрузки на организм человека необходимо выполнять комплекс упражнений на концентрацию внимания, комплекс упражнений на глаз, использовать методику психической саморегуляции [22].

4.2.2.4 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды

Комфортные условия для работы создаются оптимальным сочетанием температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. На рабочих местах пользователей ПЭВМ должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [17]. Требования к параметрам микроклимата определены в таблице 28; согласно СанПиН 1.2.3685-21 [17], степень физической тяжести работы инженера-программиста относится к категории лёгких работ — Ia.

Таблица 28 — Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	24,1 – 25,0	19,0 – 26,0	15 – 75	0,1
Тёплый	25,1 – 28,0	20,0 – 29,0	15 – 75	0,2

При температуре воздуха на рабочих местах 25 °С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы:

- 70% — при температуре воздуха 25 °С;
- 65% — при температуре воздуха 26 °С;
- 60% — при температуре воздуха 27 °С;
- 55% — при температуре воздуха 28 °С.

При температуре воздуха 26-28 °С скорость движения воздуха для тёплого периода года должна соответствовать диапазонам: 0,1-0,2 м.

Для поддержания оптимальных значений микроклимата используется системы отопления и кондиционирования воздуха, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования. При исследовании микроклимата было выявлено, что в помещении, где выполнялась работа, параметры микроклимата соответствуют требованиям СанПиН.

4.2.2.5 Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде

Шум является одним из распространённых в производстве вредных факторов. Его создают работающее оборудование, преобразователи напряжения, работающие осветительные приборы дневного света и другие источники шума. Шум может стать причиной снижения работоспособности и повышенной утомляемости. Значительные превышения уровня шума на рабочем месте вызывают необратимые изменения в органах слуха человека, также оказывают неблаго-

приятное влияние на весь организм человека через нервную систему. В результате ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, что вызывает увеличение числа ошибок при работе.

Требования к допустимому уровню шума были описаны в СП 51.13330.2011 [35]. Согласно данному документу, допустимый уровень шума составляет 60 дБА для рабочих помещений, и 50 дБА для офисных помещений и научно-исследовательских организаций.

Допустимый уровень шума на рабочем месте не превышает установленного значения. Источники шума (АЦПУ, принтеры и т.п.), уровни шума которого превышают нормированные, находятся вне помещения с ПЭВМ.

Для защиты от воздействия шума на организм человека возможно применение архитектурно-планировочных методов, которые включают в себя: рациональное размещение технологического оборудования, машин и механизмов, рациональное размещение рабочих мест, создание шумозащитных зон в различных местах нахождения человека согласно ГОСТ 12.1.029-80 [24].

4.1 Экологическая безопасность

На данном рабочем месте выявлен предполагаемый источник загрязнения окружающей среды, а именно воздействие на литосферу и атмосферу в результате образования отходов при поломке предметов вычислительной техники и оргтехники и неправильной утилизации отходов. Нормативы экологической безопасности установлены ГОСТ 17.4.3.04-85 и ГОСТ Р 53692-2009 [27, 28].

Согласно ГОСТ Р 53692-2009 [28], вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки. При этом она должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р 53692-2009 [28].

Первым этапом является утилизация обезвреженных (инертных) отходов. Во время утилизации может быть произведена переработка бракованных или вышедших из употребления видов продукции, изделий, их составных частей и отходов от них путём разборки (разукрупнения), переплавки, использования других технологий с обеспечением рециркуляции (восстановления) органической и неорганической составляющих.

Вторым этапом является безопасное размещение отходов I-IV классов опасности на соответствующих полигонах или уничтожение.

Литиевые батареи, используемые в ПЭВМ, и люминесцентные лампы, применяющиеся для искусственного освещения рабочих мест, требуют особой утилизации.

При неправильной утилизации литиевых батарей, такие металлы, как кобальт, никель и марганец — токсичны и могут загрязнять источники водоснабжения и экосистемы, влияя на литосферу и гидросферу. Согласно СанПиН 1.2.3685-21 [17], определены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ, представленных в таблице 29.

Таблица 29 — Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ

Наименование вещества	Предельно допустимые концентрации, мг/м ³			Класс опасности
	Концентрация, предотвращающая раздражающее действие, рефлекторные реакции, запахи при воздействии до 20–30 минут максимальная разовая	Концентрация, обеспечивающая допустимые (приемлемые) уровни риска при воздействии не менее 24 часов среднесуточная	Концентрация, обеспечивающая допустимые (приемлемые) уровни риска при хроническом (не менее 1 года) воздействии среднегодовая	
Кобальт	—	0,0004	0,0001	II
Никель	—	0,001	0,00005	II
Марганец	0,01	0,001	0,00005	II
Ртуть	—	0,0003	0,00003	I

В люминесцентных лампах присутствует от 10 до 70 мг. ртути, которая относится к чрезвычайно опасным химическим веществам (ПДК указаны в таблице 42) и может стать причиной отравления живых существ, а также загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Сроки службы таких ламп составляют около пяти лет, после чего их необходимо сдавать на переработку в специальных пунктах приёма.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К чрезвычайным ситуациям, которые могут возникнуть во время разработки можно отнести возможность возникновения и распространения пожара, выход из строя электрической системы и землетрясение. Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией является пожар, так как специфика работы заключается во взаимодействии с ПЭВМ, что может являться причиной возгорания и угрожать жизни людей.

Помещение для работы операторов ПЭВМ по системе классификации категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д. В помещениях с ПЭВМ повышен риск возникновения пожара из-за присутствия множества факторов: наличие большого количества электронных схем, устройств электропитания, устройств кондиционирования воздуха [29].

Запрещается использовать электроприборы в условиях, не соответствующих требованиям инструкций изготовителей, или имеющие различного рода неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также использовать электропровода и кабели с повреждённой или потерявшей защитные свойства изоляцией [29].

Для предотвращения возникновения и распространения пожара необходимо соблюдение техники пожарной безопасности. Общие требования к пожарной безопасности описаны в ГОСТ 12.1.004-91 [29]. Исходя из возможных причин возникновения пожара для его предотвращения могут быть применены следующие меры:

- регулярная проверка исправности работы электрических приборов, це-

лостности соединительных проводов и вилок;

- соблюдение работниками техники безопасности при работе с электрическими приборами;

- заземления частей электрических приборов для снижения статического заряда.

В случае возникновения пожара необходимо:

- незамедлительно сообщить об это в пожарную охрану;

- принять меры по эвакуации людей;

- отключить электроэнергию, приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения.

Для тушения пожара следует применять ручные углекислотные огнетушители (ОУ-5), находящиеся в помещениях офиса, и пожарный кран внутреннего противопожарного водопровода. Они предназначены для тушения начальных возгораний различных веществ и материалов, за исключением веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Огнетушители должны постоянно содержаться в исправном состоянии и быть готовыми к действию. Категорически запрещается тушить возгорания в помещениях офиса при помощи химических пенных огнетушителей [29].

4.5 Выводы по разделу

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были продемонстрированы в данном разделе. Для минимизации влияния физиологического и психофизиологического воздействия на организм человека, достаточно соблюдать меры, приведённые в МР 2.2.9.2311-07 [66].

Категория помещения по электробезопасности, согласно ПУЭ, соответствует первому классу — «помещения без повышенной опасности» [30].

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать I группой допуска по электробезопасности. Присвоение I группы по электробезопасности проводится работником из числа электротехнического персонала, имеющего группу III по электробезопасности или

специалистом по охране труда, имеющим группу IV по электробезопасности или выше, назначенным распоряжением руководителя организации [31].

Категория тяжести труда в лаборатории по СанПиН 1.2.3685-21 относится к категории Ia (работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением) [17].

Помещение, в котором проводилось исследование, относится к категории помещений группы В1-В4. Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении: горючие и трудногорючие жидкости, твёрдые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б [32].

Согласно постановлению «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий», рассмотренный объект оказывает незначительное негативное воздействие на окружающую среду и относится к объектам III категории [33].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе преддипломной работы разработано ПО для исследования наносенсоров. Разработан основной интерфейс для проведения экспериментов и вспомогательные, для отображения графиков и изменения настроек. Разработка производилась при помощи IDE Qt Creator на языке C++ с использованием следующих библиотек:

- фреймворк Qt v5.12.
- IDE Qt Creator
- библиотека QCustomPlot
- библиотека FFTW
- библиотека FTD2XX

Основные функции разработанного ПО:

- 1) Настройка стенда для последующих измерений;
- 2) Получение информации от стенда;
- 3) Возможность ручной настройки эксперимента;
- 4) Сохранение полученной информации в отдельный файл.

Программное обеспечение стенда работает со следующими типами экспериментов:

- 1.Измерение разности электродных потенциалов δU ;
- 2.Измерение дрейфа разности электродных потенциалов (дрейфа напряжения) U_v ;
- 3.Измерение напряжения шума электродов U_T ;
- 4.Измерение шума движения (электромеханического шума) U_S ;
- 5.Измерение полного сопротивления электродов Z ;
- 6.Измерение напряжения поляризации электродов U_p ;

По полученным результатам экспериментов можно утверждать, что ПО не вносит погрешностей в получаемые данные.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Qt Documentation [Электронный ресурс] // The Qt Company. 2023. – URL: <https://doc.qt.io/qt.html> (дата обращения: 20.05.2023).
2. FTDI: справочник по функциям библиотеки D2XX [Электронный ресурс] // microsin – URL: microsin.net/programming/pc/ftdi-d2xx-functions-api.html (дата обращения: 21.05.2023).
3. Ким В.Л., Казаков В.Ю., Меркулов С.В. Компьютерная система измерения параметров медицинских электродов // Датчики и системы, № 8, 2008. С. 44–46.
4. Кобринский, Б.А. Медицинская информатика: учеб. пособие / Б.А. Кобринский, Т.В. Зарубина. – М.: Изд. Центр «Академия», 2009. – 192с.
5. Медицинские информационные системы: учебное пособие / под ред. О.В. Минаковой, И.Я. Львович. – М.: Научная книга, 2011. – 175 с.
6. Информационные технологии в медицине [Электронный ресурс] // Medic.Studio – URL: <http://medic.studio/tehnologii-meditsine-informatsionnyie/klassifikatsiyameditsinskih-informatsionnyih-58978.html> (дата обращения: 27.02.2023).
7. Классификация медицинских информационных систем [Электронный ресурс] // медицинский портал. – URL: <https://www.med.cap.ru> (дата обращения: 22.04.2023).
8. Авдеева Д.К. Автоматизированная установка для проверки медицинских электродов // Медицинская техника, № 2, 2009. С. 51-53
9. Ким В.Л. Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ. Томск: Изд-во ТПУ, 2014. 198 с.
10. Методология разработки программного обеспечения [Электронный ресурс] // Wezom. – URL: <https://wezom.com.ua/blog/metodologija-razrabotki-programmnogo-obespechenija> (дата обращения: 30.04.2023).
11. Приказ № 6-181 от 18.11.2022 О тарифах на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей Томской обла-

сти на 2023 год [Электронный ресурс] // Томскэнергосбыт. 2022. – URL: <https://tomskenergosbyt.ru/individuals/tariffes.php> (дата обращения: 16.05.2023).

12. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023).

13. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

14. ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека- оператора. Общие эргономические требования.

15. ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места.

16. ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.

17. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

18. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

19. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

20. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.

21. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.

22. МР 2.2.9.2311-07 Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности. Методические рекомендации.

23. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
24. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация.
25. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.
26. МУ Методика расчета системы общего равномерного искусственного освещения.
27. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
28. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.
29. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.
30. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Седьмое издание.
31. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок от 15.12.2020 N 903н (с изм. от 29.04.2022).
32. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
33. Приказ Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий от 31.12.2020 года N 2398 (с изм. от 07.10.2021).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Обязательное)

Chapter 1
Analytical analysis of information sources

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ1И	Рыбин Илья Алексеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор, (ОИТ, ИШИТР)	Ким В.Л.	Д.Т.Н.		

Консультант — лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподава- тель (ОИЯ, ШБИП)	Ануфриева Т. Н.	Д.Т.Н.		

CHAPTER 1. ANALYTICAL ANALYSIS OF INFORMATION SOURCES

In the medical field, medical electrodes or nanosensors are used in various diagnostic equipment to remove biological indicators. These sensors are used for ECG, EOG, EEG, etc. The characteristics of these electrodes often indicate the potential capabilities and accuracy of the results obtained from the study of the functional state of both the entire human body and individual organs. As a result, manufacturers all over the world create nanosensors with different characteristics and operating principle.

1.1 Stand for the study of UPE-3 nanosensors

One of the installations for the study of nanosensors is the UPE-3 stand developed at the TPU Research Institute.

The installation is designed for the study of electrodes according to GOST 25995-83 and makes it possible to obtain information about the following parameters of nanosensors:

- electronic potential difference,
- drift of electronic potential difference,
- noise voltage,
- electromechanical noises,
- polarization voltage,
- total resistance of the electrodes.

This installation consists of a computer (personal computer) and a unit for collecting information from the electrodes. The parameters of UPE-3 are presented in the table below.

Table 1 – Parameters of the electrode test bench

Parameter name	Rev.	Nominal value	Limit deviation
Electrode potential difference - ranges of measured voltages - constant component of the input current	mV nA	from minus 10 up to plus 10 не более 1	$\pm 0,5$
Voltage drift - range of measured voltages - amplitude-frequency characteristic is the lower limiting frequency at level minus 3 dB is the upper cutoff frequency at level minus 3 dB - the steepness of the decline in amplitude - frequency response for outside of the bandwidth: - from the side of low frequencies - from the high frequencies - constant component input current - duration of continuous measurements	mcV Hz Hz Hz dB/oct dB/oct nA h	from minus 150 up to plus 150 0,010 0,050 0,150 1,0 at least 6 at least 12 no more 1 at least 1	± 15 $\pm 0,001$ $\pm 0,005$ $\pm 0,015$ $\pm 0,1$
Noise voltage - range of measured voltages - amplitude-frequency characteristic: – boundary frequencies at the level minus 3 dB, Hz - limits of permissible error - the steepness of the decline in amplitude - frequency response for limits of cutoff frequencies	mcV Hz dB/oct	from minus 150 up to plus 150 1,0 75,0 2,0 10000 at least 12	± 15 $\pm 0,1$ $\pm 7,5$ $\pm 0,2$ ± 1000

Continuation of table 1

Parameter name	Rev.	Nominal value	Limit deviation
Electromechanical voltage noise - range of measured voltages - amplitude-frequency characteristic: cutoff frequencies at minus level 3 dB - the steepness of the decline in amplitude - frequency response below lower cutoff frequency - from high frequencies	mcV Hz dB/oct dB/oct	from minus 150 up to plus 150 0,050 75,0 6 12	± 15 $\pm 0,005$ $\pm 7,5$
Electrode impedance - measurement limit - impedance measurement carried out at frequencies - limits of permissible error frequency settings - value of measuring current - limits of permissible error measuring current settings - internal resistance measuring current generator - input impedance of the installation	kOm Hz % mA % MOM kOm	1 0,01; 0,05; 0,15; 1,0; 2,0; 75; 10000 0,1; 1;10 at least 1 at least 500	$\pm 0,1$ ± 5 ± 10
Electrode polarization voltage - range of measured voltages - polarization current - limits of permissible error current settings	mV mA %	from minus 25 up to plus 25 0,1 	$\pm 2,5$ ± 10
Intrinsic voltage drift and intrinsic noise voltage electrodes - range of measured voltages	mcV	от -150 до 150	± 15

The appearance is shown below in Figure 1.



Figure 1 – Appearance of the nanosensor test bench

On the front side there are interfaces for connecting electrical devices, a light indicator for the operation of the stand, a place for connecting an external generator and a key with two positions: "External generator" and "Internal generator". The connection to the PC is made using a USB cable. The installation is switched on by shifting the switch located on the back side of the stand.

1.2 Data collection fee

An important subject of interaction between the PC and the stand is the PSD. In this case, the E14-440D board is integrated into the stand. This PSD is a universal ADC/DAC unit with a USB 2.0 connection type. The technical characteristics of the PSD are presented in Table 2.

Table 2 – Main technical characteristics of the PSD E14-440D

Characteristic	Value
Manufacturer company	“L-Card”
The ADC bit rate	14 bits
The maximum conversion frequency	400 kHz
Number of channels	16 differential or 32 with common ground
Sub-ranges of measurement of the input signal, V	± 10 ; $\pm 2,5$; $\pm 0,625$; $\pm 0,156$
DAC bit depth	12 бит
Number of inputs/outputs	16/16
Connection interface	USB 2.0

1.3 Software development methods

Software development methodology is a system for determining the procedure for software development (product creation, debugging, testing, etc.). Models are selected based on various parameters – the scope of application of the finished product, the degree of financing, deadlines. The approaches differ among themselves in the order and level of communication of each software lifecycle.

Software development includes such stages as:

- Strategy: it is necessary to know the requirements, the possibility of their implementation, the definition of the budget for the project. This stage occurs only once.
- Analysis: the study of functions, tools and resources to accomplish the task.
- Planning: building a model of the future product.
- Implementation: product development according to the terms of reference, the longest stage during development.
- Testing: conducting tests of the operation of both individual modules and the entire product.
- Implementation: the beginning of the use of the product by the client. At this stage, the client is also a tester. Gradually, getting rid of errors, the system begins to work in full force.
- Those. Support: Support for a finished product. Receiving feedback from users.

The different sequence of the presented stages is a certain model of software development.

Let's look at several popular development methods.

Cascade model

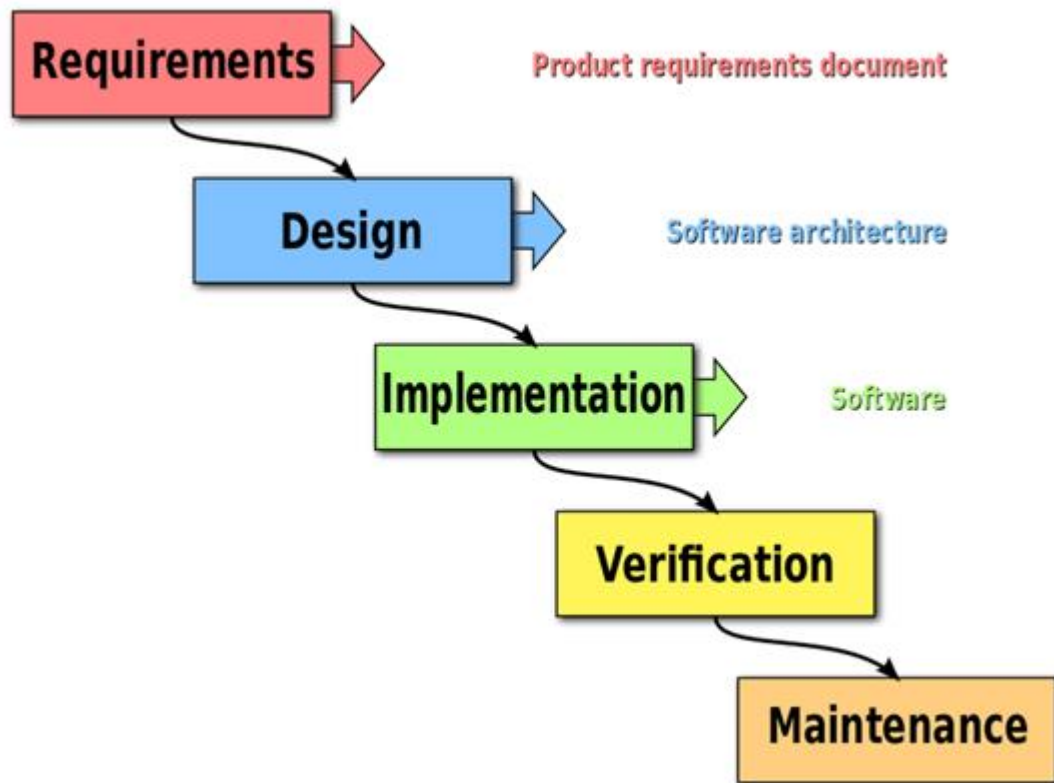


Figure 2 – Diagram of the cascade model

This model is a classic, as it is one of the first development models. It is based on the sequential execution of the development stages, which was described above. The next stage begins only after the end of the last one. Plus models – quality assessment can be carried out after each stage. But a very small number of projects can possibly be completed by following the classical sequence. Because of this, this model is considered outdated and is used very rarely (only on small projects with strict requirements).

Flexible development model

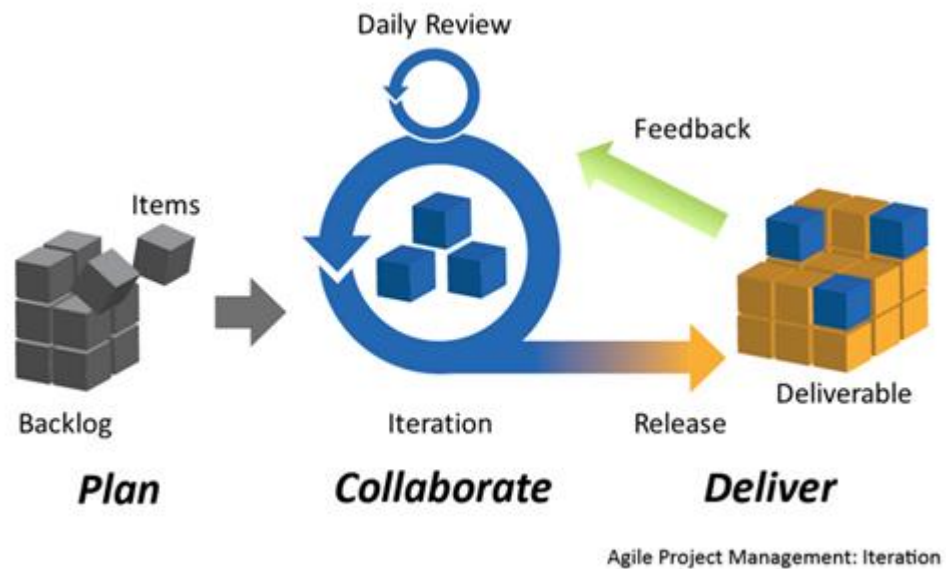


Figure 3 – Flexible model diagram

In this model, all stages of the lifecycle are ready for any edits, after execution. That is, your project is divided into time periods during which there should be a certain result, on average from 1 to 4 weeks. During each segment there are tasks that must be completed on time. A distinctive feature of the approach is periodic meetings during which completed and planned tasks are discussed. The model is used for projects that flexibly adapt to new conditions, are quite extensive and have a long support period.

V-model



Figure 4 – Diagram of the V-shaped model

This model is based on detailed verification and testing of the results of the first stages of development. In the process of working on a product, testers test ready-made fragments simultaneously with development. The unquestioning operation of the product and rigidly set requirements are the criteria for choosing this approach. This model is attributed to the practices of extreme programming.

Fast application development

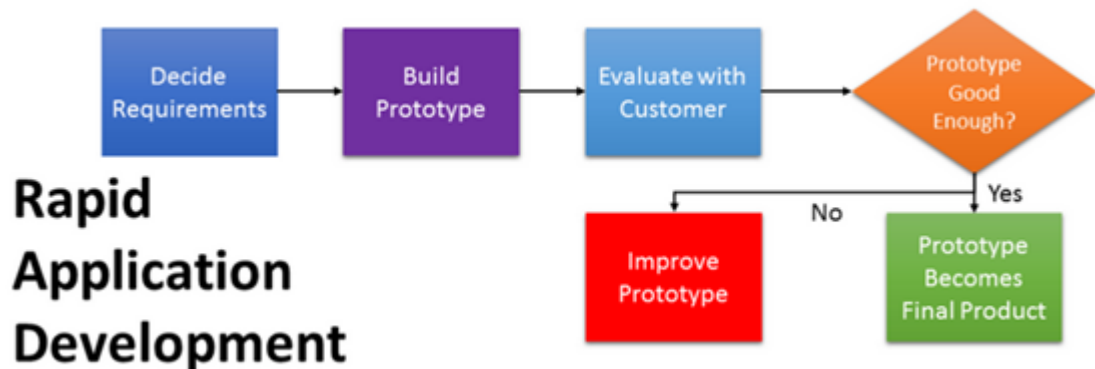


Figure 5 – Diagram of rapid application development

This model is divided into several cycles, which constitute the life path of the product - the "multi-cascade". In each such cycle, there are certain parts that go through such stages as requirements definition, design, implementation, debugging and product release. If we follow this model, the main functions are implemented first, and then additional functional blocks are developed as needed. This cycle will end when the entire system meets the set goal. This model is used when the requirements are strictly prescribed, but it is possible to supplement the product with additional modules.

Spiral model

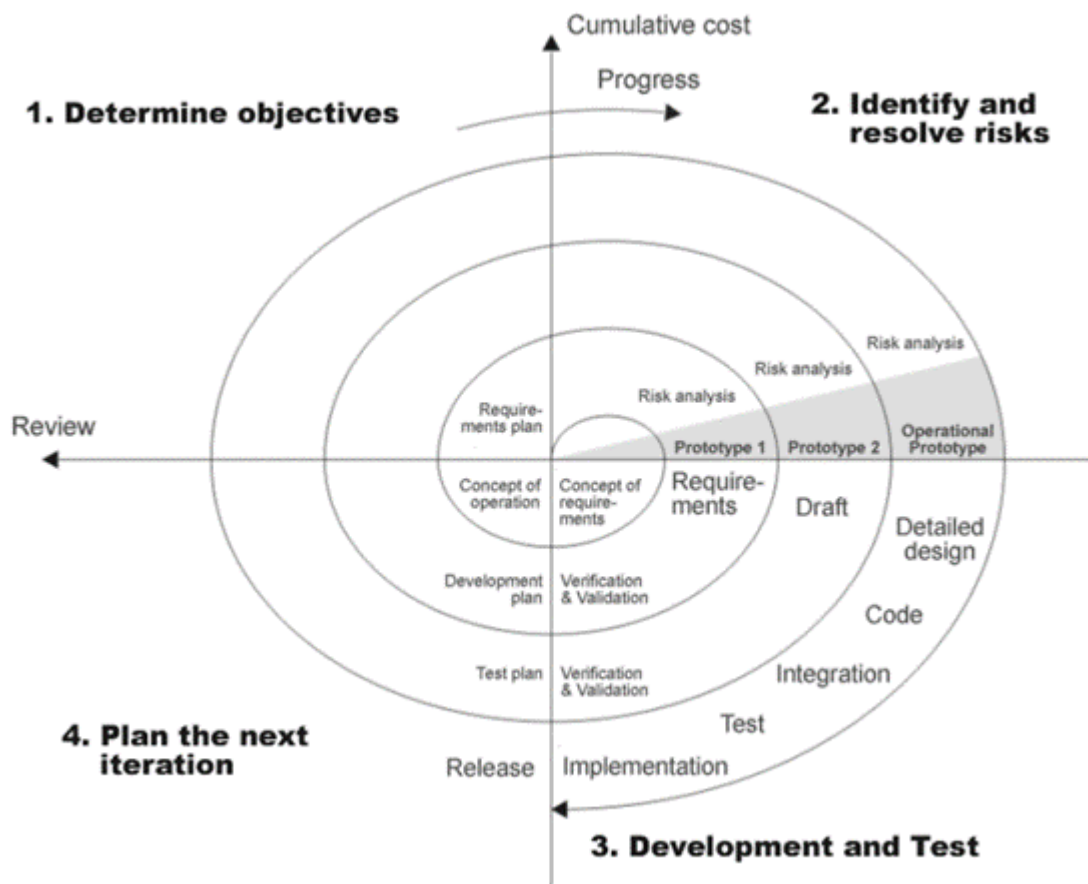


Figure 6 – Diagram of the spiral model

This model was developed for risk analysis and assessment. It is often used where there is no room for error. This model is used to present a new product and conduct research. The model has a spiral shape. First, risks are assessed on local programs, attempts are made to prevent them, then a new spiral begins, moving on to work with more extensive tasks. There are often such stages as: planning, risk analysis, development, evaluation of the protocol. If the protopit meets the set requirements, a new round of development begins. This model is most often used when working on long-term projects with a large budget.

1.3 The Qt Library

This library is a set of classes for the C++ programming language, as well as additional tools for creating multiplatform applications with a graphical interface.

Qt is quite common among developers of applications for both smartphones and PCs; it is used in the development of projects for the Internet of Things; it is also popular with specialists who work with automation systems, robots and microcomputers.

Often this framework is used to write high-speed and productive applications. Qt is popular in such areas as:

- Industry and transport: using Qt in conjunction with C++, they develop logic for robots that are used on production lines. And also with the help of Qt they write software for transport (auto, air, water transport);

- Medicine. Qt is used in the development of software and user interface for medical devices;

- Internet of Things. With the help of Qt, the logic of a smart home is created.

Qt has been used in products such as Telegram, Autodesk family programs, Zoom, etc.

Advantages of the Qt framework:

- Cross-platform;
- High speed operation;
- Clear development environment supplied with Qt (Qt Creator);
- Quick and easy interface creation;
- Documentation.

Disadvantages:

- Problems with the purchase of a license;
- Large weight of applications;
- Low prevalence.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица параметров стенда для испытаний электродов

(Обязательное)

Наименование параметра	Ед. изм.	Номинальное значение	Предельное отклонение
Разность электродных потенциалов - диапазоны измеряемых напряжений - постоянная составляющая входного тока	мВ нА	от минус 10 до плюс 10 не более 1	± 0,5
Дрейф напряжения - диапазон измеряемых напряжений - амплитудно-частотная характеристика – нижняя граничная частота на уровне минус 3 дБ – верхняя граничная частота на уровне минус 3 дБ - крутизна спада амплитудно-частотной характеристики за пределами полосы пропускания: – со стороны низких частот – со стороны высоких частот – постоянная составляющая входного тока - продолжительность непрерывного измерения	мкВ Гц Гц дБ/окт дБ/окт нА ч	от минус 150 до плюс 150 0,010 0,050 0,150 1,0 не менее 6 не менее 12 не более 1 не менее 1	±15 ±0,001 ±0,005 ± 0,015 ±0,1
Напряжение шума - диапазон измеряемых напряжений - амплитудно-частотная характеристика: – граничные частоты на уровне минус 3 дБ, Гц - пределы допускаемой погрешности - крутизна спада амплитудно-частотной характеристики за пределами граничных частот	мкВ Гц дБ/окт	от минус 150 до плюс 150 1,0 75,0 2,0 10000 не менее 12	± 15 ± 0,1 ± 7,5 ± 0,2 ±1000

Наименование параметра	Ед. изм.	Номинальное значение	Предельное отклонение
<p>Напряжение электромеханического шума</p> <p>- диапазон измеряемых напряжений</p> <p>- амплитудно-частотная характеристика:</p> <p>границные частоты на уровне минус 3 дБ</p> <p>- крутизна спада амплитудно-частотной характеристики ниже нижней граничной частоты</p> <p>- со стороны высоких частот</p>	<p>мкВ</p> <p>Гц</p> <p>дБ/окт</p> <p>дБ/окт</p>	<p>от минус 150 до плюс 150</p> <p>0,050</p> <p>75,0</p> <p>6</p> <p>12</p>	<p>±15</p> <p>±0,005</p> <p>±7,5</p>
<p>Полное сопротивление электродов</p> <p>- предел измерения</p> <p>- измерение полного сопротивления осуществляют на частотах</p> <p>- пределы допускаемой погрешности установки частоты</p> <p>- значение измерительного тока</p> <p>- пределы допускаемой погрешности установки измерительного тока</p> <p>- внутреннее сопротивление генератора измерительного тока</p> <p>- входное сопротивление установки</p>	<p>кОм</p> <p>Гц</p> <p>%</p> <p>мкА</p> <p>%</p> <p>МОм</p> <p>кОм</p>	<p>1</p> <p>0,01; 0,05; 0,15; 1,0; 2,0; 75; 10000 0,1; 1;10</p> <p>не менее 1 не менее 500</p>	<p>±0,1</p> <p>±5</p> <p>±10</p>
<p>Напряжение поляризации электродов</p> <p>- диапазон измеряемых напряжений</p> <p>- ток поляризации</p> <p>- пределы допускаемой погрешности установки тока</p>	<p>мВ</p> <p>мкА</p> <p>%</p>	<p>от минус 25 до плюс 25</p> <p>0,1</p>	<p>±2,5</p> <p>±10</p>
<p>Собственный дрейф напряжения и собственное напряжение шума электродов</p> <p>- диапазон измеряемых напряжений</p>	<p>мкВ</p>	<p>от -150 до 150</p>	<p>±15</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Параметры ручной настройки стенда для эксперимента

(Обязательное)

ТЕСТ 1. Измерение разности электродных потенциалов

Диапазон измерения ± 10 мВ

1.1 При измерении $U_{\text{вх}} < 10$ мВ используется каскадный измерительный канал

D11	D8	D5	D2	D1	D0
Вкл/откл. К.з. Vген I	Генератор I	Усилитель K5	К.з. Vген I	Усилитель K4	Усилитель K3
0 – ген. I и к.з. отключены	0 – ген. I отключен	0 – K ₅ = +10	0 – (при D11=0 ген. I и к.з. отключены)	1 – каскадное соединение усилителей	0 – K ₃ = -1
0	0	1 – K ₅ = +100	0	1	1 – K ₃ = -10

Код на ЦАП коррекции = 0. Работает АЦП (выход ФНЧ1 – 75 Гц).

Измерительный канал состоит из каскадносоединенных усилителей K1 – K 5 и ФНЧ 1 (DA2, DA4, DA5, DA6, DA18, DA19, DA22), а также ключей DA9, DA11, DA12, DA14, DA21.

1.2 При измерении $U_{\text{вх}} > 10$ мВ используются параллельные измерительные каналы

D11	D8	D5	D2	D1	D0
Вкл/откл. К.з. Vген I	Генератор I	Усилитель K5	К.з. Vген I	Усилитель K4	Усилитель K3
0 – ген. I и к.з. отключены	0 – ген. I отключен	0 – K ₅ = +10	0 – (при D11=0 ген. I и к.з. отключены)	0 – Вх. K ₄ (паралл. канал)	0 – K ₃ = -1
0	0	1 – K ₅ = +100	0	0	1 – K ₃ = -10

Код на ЦАП коррекции = 0. Работает АЦП или АЦП (выход ФНЧ1 – 75 Гц).

ИК-1 состоит из усилителей К1 – К3 и ключа DA9 (DA2, DA4, DA5, DA9) и работает АЦП.

ИК-2 состоит из усилителей К4 – К5 и ФНЧ 1 (DA18, DA19, DA22), а также ключей DA11, DA12, DA142, DA21 и работает АЦП.

ТЕСТ 2. Измерение дрейфа разности электродных потенциалов (дрейфа напряжения)

Диапазон измерения ± 150 мкВ

При измерении $U_{вх}$ используется каскадный измерительный канал

D11	D8	D5	D2	D1	D0
Вкл/откл. К.з. Vген I	Генератор I	Усилитель К5	К.з. Vген I	Усилитель К4	Усилитель К3
0 – ген. I и к.з. от- ключены	0 – ген. I отключен	0 – К ₅ = +10	0 – (при D11=0 ген. I и к.з. отключены)	1 – каскадное соеди- нение усилителей	0 – К ₃ = -1
0	0	1 – К ₅ = +100	0	1	1 – К ₃ = -10

Работает ЦАП коррекции совместно с АЦП.

Работает АЦП (выход ФНЧ1 – 75 Гц).

Дрейф напряжения определяется в диапазоне частот:

(0,01 – 1) Гц

(0,05 – 1) Гц

(0,15 – 1) Гц

ТЕСТ 3. Измерение напряжения шума электродов

Диапазон измерения ± 150 мкВ

При измерении $U_{вх}$ используется каскадный измерительный канал

D11	D8	D5	D2	D1	D0
Вкл/откл. К.з. Vген I	Генератор I	Усилитель K5	К.з. Vген I	Усилитель K4	Усилитель K3
0 – ген. I и к.з. от- ключены	0 – ген. I отключен	0 – K ₅ = +10	0 – (при D11=0 ген. I и к.з. отключены)	1 – каскадное соеди- нение усилителей	0 – K ₃ = -1
0	0	1 – K ₅ = +100	0	1	1 – K ₃ = -10

Работает ЦАП коррекции совместно с АЦП.

Работает АЦП (выход ФНЧ1 – 75 Гц) и АЦП (выход ФНЧ2 – 10 кГц).

Напряжение шума определяется в диапазоне частот:

(1 – 75) Гц

(2 – 10000) Гц

ТЕСТ 4. Измерение напряжения шума электромеханического

Диапазон измерения ± 150 мкВ

При измерении $U_{вх}$ используется каскадный измерительный канал

D11	D8	D5	D2	D1	D0
Вкл/откл. К.з. Vген I	Генератор I	Усилитель K5	К.з. Vген I	Усилитель K4	Усилитель K3
0 – ген. I и к.з. от- ключены	0 – ген. I отключен	0 – K ₅ = +10	0 – (при D11=0 ген. I и к.з. отключены)	1 – каскадное соеди- нение усилителей	0 – K ₃ = -1
0	0	1 – K ₅ = +100	0	1	1 – K ₃ = -10

Работает ЦАП коррекции совместно с АЦП.

Работает АЦП (выход ФНЧ1 – 75 Гц)

Напряжение шума определяется в диапазоне частот:

(0,05 – 75) Гц

ТЕСТ 5. Измерение полного сопротивления

Диапазон измерения до 1 кОм

При измерении $U_{вх}$ используется каскадный или параллельный измерительный канал

D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D2	D1	D0
Вкл/откл. К.з. Vген I	Генератор синуса		Генератор I			Усилитель K5	Генератор I	К.з. Vген I	Усилитель K4	Усилитель K3
1 – Включен ген. I	0	0	1 – Включен ген. I	0	0	0 – K ₅ = +10	1 – (I sin)	0 – Включен ген. I	0 – Параллельный (е). канал (ы)	0 – K ₃ = -1
	ВЧ			I = 10 мкА						
	0	1		0	1	1 – K ₅ = +100				
	НЧ			I = 1 мкА						
	1	0								
	СЧ			I = 0,1 мкА						
								1 – каскадное со- единение уси- лителей	1 – K ₃ = -10	

Работает генератор тока и синусоидальный генератор. Работает АЦП (выход ФНЧ1 – 75 Гц)

Полное сопротивление определяется на частотах:

0,01 Гц; 0,05 Гц; 0,15 Гц; 1 Гц; 2 Гц; 75 Гц; 10 кГц.

Ток генератора – 0,1 мкА; 1 мкА; 10 мкА.

ТЕСТ 6. Измерение напряжения поляризации

Диапазон измерения ± 25 мВ

При измерении $U_{вх}$ используется параллельный измерительный канал

D11	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
Вкл/откл. К.з.Уген I	Генератор I			Усилитель К5	Генератор I	Инвертор и ген. I	К.з.Уген I	Усилитель К4	Усилитель К3		
1 – Включен ген. I	1 – Включен ген. I	1	1	0 – К ₅ = +10	0 – (I const)	0 – (I+)	0 – Включен ген. I	0 – Параллельный (е). канал (ы)	0 – К ₃ = -1		
		I = 0,1 мкА								1 – К ₅ = +100	0 – (I-)

Работает генератор постоянного тока.

Работает АЦП (выход ФНЧ1 – 75 Гц)

Напряжения поляризации определяется при токе поляризации $\pm 0,1$ мкА.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Основной файл работы программы main.cpp

(справочное)

```
#include <QApplication>
#include <QMessageBox>
#include <QListWidget>
#include <QDialog>
#include <QLayout>
#include <upespecific.h>
#include <splashscreen.h>
#include<selectdevicedialog.h>
#include<experimenttabdialog.h>
#include <fftw3.h>
#include <>windowfunc.h>
#include <math.h>
#include<manualtab.h>
#include<protocol.h>

HMODULE m_hmodule;
FT_HANDLE m_ftHandle;

int main(int argc, char *argv[])
{
    initUpeSpecific();
    QApplication a(argc, argv);

    SplashScreen splash;

    splash.show();
    QEventLoop loop;
    QObject::connect(&splash, SIGNAL(finished()), &loop, SLOT(quit()));
    int rc = splash.init();

    loop.exec(); //blocks untill either theSignalToWaitFor or timeout was fired

#ifdef DEBUG_TAB_DIALOG
    if(rc) {
        QMessageBox::critical(&splash, "Ошибка", "Не найдены стенды для испытаний
наносенсоров");
        return rc;
    }
#endif

    splash.close();

    int device;
    FTDIDevice* dev;

    if(splash.count == 1) {
        device = splash.lastIndex;
        dev = splash.list->getDevice(device);
    }
    else {
        SelectDeviceDialog sdd;
        device = sdd.exec();
    }

    if(device == QDialog::Rejected)
        return 0;
```

```

        else if(device == -1) {
            QMessageBox::critical(&splash, "Ошибка", "Невозможно открыть стенд для
испытаний наносенсоров");
            return -1;
        }
        else
            device -= 100;

        dev = sdd.list->getDevice(device);
    }

#ifdef DEBUG_TAB_DIALOG
    if(!dev) {
        QMessageBox::critical(&splash, "Ошибка", "Невозможно открыть стенд для испы-
таний наносенсоров");
        return rc;
    }
    dev->open();

    ExperimentTabDialog* dialog = new ExperimentTabDialog(dev->getProtocol(),
upeModes, MODE_MAX, 0);
#else
    ExperimentTabDialog* dialog = new ExperimentTabDialog(NULL, upeModes,
MODE_MAX, 0);
#endif
    dialog->show();
    rc = a.exec();
#ifdef DEBUG_TAB_DIALOG
    dev->close();
#endif
    return rc;
}

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Набор функций и определений для взаимодействия со стендом

(справочное)

```
#include <stdtypes.h>
#include <QString>
#include <QVector>
#include <upespecific.h>
#include <stdint.h>

#define PROG_VERSION "1.40"
char version[] = "NANOSENSOR-STAND " PROG_VERSION " build "
                __DATE__ " " __TIME__;

ModeParameters deltauVariations[] = {
    {DX_MODE_DELTAU_VAR4, DONT_USE_DAC, 10*KHZ, 10*KSmpl, 10*KSmpl / 4, 10*KSmpl
    / 4, GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE, ENABLED},
    {DX_MODE_DELTAU_VAR3, DONT_USE_DAC, 10*KHZ, 10*KSmpl, 10*KSmpl / 4, 10*KSmpl
    / 4, GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE, DISABLED},
    {DX_MODE_DELTAU_VAR2, DONT_USE_DAC, 10*KHZ, 10*KSmpl, 10*KSmpl / 4, 10*KSmpl
    / 4, GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE, DISABLED},
    {DX_MODE_DELTAU_VAR1, DONT_USE_DAC, 10*KHZ, 10*KSmpl, 10*KSmpl / 4, 10*KSmpl
    / 4, GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE, DISABLED}
};

ModeParameters driftVariations[] = {
    {DX_MODE_DRIFT_VAR1, USE_DAC, 1*KHZ, 1*KSmpl*1049, 4*1*KSmpl, 4*1*KSmpl,
    GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE, ENABLED},
    {DX_MODE_DRIFT_VAR2, USE_DAC, 1*KHZ, 1*KSmpl*1049, 4*1*KSmpl, 4*1*KSmpl,
    GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE, DISABLED}
};

ModeParameters noiseVariations[] = {
    {DX_MODE_NOISE_VAR1, USE_DAC, 1*KHZ, 16484, 4*1*KSmpl,
    4*1*KSmpl, GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE, ENABLED},
    {DX_MODE_NOISE_VAR2, USE_DAC, 1*KHZ, 16484, 4*1*KSmpl,
    4*1*KSmpl, GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE, DISABLED},
    {DX_MODE_NOISE_VAR1 | FAST_ADC, USE_DAC, 100*KHZ, 10487 * 100, 100*KSmpl,
    100*KSmpl, GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE | 1, ENABLED},
    {DX_MODE_NOISE_VAR2 | FAST_ADC, USE_DAC, 100*KHZ, 10487 * 100, 100*KSmpl,
    100*KSmpl, GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE | 1, DISABLED}
};

ModeParameters motionNoiseVariations[] = {
    {DX_MODE_MOTION_NOISE_VAR1, USE_DAC, 1*KHZ, 1*KSmpl*1049, 4*1*KSmpl,
    4*1*KSmpl, GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE, ENABLED},
    {DX_MODE_MOTION_NOISE_VAR2, USE_DAC, 1*KHZ, 1*KSmpl*1049, 4*1*KSmpl,
    4*1*KSmpl, GEN_FREQ_NONE, EXCLUSIVE, DISABLED}
};

float fGen[] = {0.01,
                0.05,
                0.15,
                1,
                2,
                75,
                10*1000,
                0,
                0};

/// Напряжения ЦАП2, соответствующие частотам генератора
```

```

float genFreqControlVoltage[] = {
    5.027, ///< GEN_FREQ_0_01HZ. Реально 0.01070 Гц
    4.98 , ///< GEN_FREQ_0_05HZ. Реально 0.05038 Гц
    4.855, ///< GEN_FREQ_0_15HZ. Реально 0.15047 Гц
    3.796, ///< GEN_FREQ_1HZ. Реально 1.0009 Гц
    2.549, ///< GEN_FREQ_2HZ. Реально 1.9998 Гц
    4.629, ///< GEN_FREQ_75HZ. Реально 74.923 Гц
    4.396 ///< GEN_FREQ_10kHz. Реально 10.023 кГц
};

float iGen[] = {0.1,
                1,
                10};

uint16_t iGenFlags[] = {
    I_GEN_0_1MKA,
    I_GEN_1MKA,
    I_GEN_10MKA
};

float adcRanges[] = {
    200,
    20,
    2,
    0.2,
    100,
    10
};

uint16_t adcRangesFlags[] = {
    SET_K5_GAIN_X10,
    0,
    K4_AFTER_K3 | SET_K5_GAIN_X10,
    K4_AFTER_K3,
    SELECT_ADC2,
    SELECT_ADC2 | SET_K3_GAIN_X10
};

ModeParameters impedanceVariations[] = {
    {DX_MODE_IMPEDANCE_VAR_LOFREQ, USE_DAC | USE_GEN, 500, 500 * 1000,
    500*100, 0, GEN_FREQ_0_01HZ, SHARED, ENABLED}, // Fgen = 0.01 Гц
    500 Гц 150 c
    {DX_MODE_IMPEDANCE_VAR_LOFREQ, USE_DAC | USE_GEN, 500, 500 * 200,
    500*20, 0, GEN_FREQ_0_05HZ, SHARED, ENABLED}, // Fgen = 0.05 Гц
    500 Гц 50 c
    {DX_MODE_IMPEDANCE_VAR_LOFREQ, USE_DAC | USE_GEN, 500, 500 * 80, 500*6,
    0, GEN_FREQ_0_15HZ, SHARED, ENABLED}, // Fgen = 0.15 Гц 500 Гц
    15 c
    {DX_MODE_IMPEDANCE_VAR_LOFREQ, USE_DAC | USE_GEN, 1*KHZ, 1*KSmpl * 10,
    1*KSmpl, 1*KSmpl, GEN_FREQ_1HZ, SHARED, ENABLED}, // Fgen = 1
    Гц 1 кГц 10 c
    {DX_MODE_IMPEDANCE_VAR_LOFREQ, USE_DAC | USE_GEN, 1*KHZ, 1*KSmpl * 5,
    1*KSmpl, 1*KSmpl, GEN_FREQ_2HZ, SHARED, ENABLED}, // Fgen = 2
    Гц 1 кГц 5 c
    {DX_MODE_IMPEDANCE_VAR_MIDFREQ | FAST_ADC, USE_DAC | USE_GEN, 10*KHZ,
    10*KSmpl * 1, 10*KSmpl * 1, 10*KSmpl * 1, GEN_FREQ_75HZ, SHARED, ENABLED},
    // Fgen = 75 Гц 10 кГц 1 c
    {DX_MODE_IMPEDANCE_VAR_HIFREQ | FAST_ADC, USE_DAC | USE_GEN, 100*KHZ,
    100*KSmpl / 10, 100*KSmpl / 10, 0, GEN_FREQ_10kHz, SHARED, ENABLED} // Fgen =
    10 кГц 100 кГц 0.1 c
};

ModeParameters polarizationVariations[] = {

```



```

    {DX_MODE_POLARIZARION_VAR1, DONT_USE_DAC, 10*KHZ, 10*KSmp1, 10*KSmp1,
10*KSmp1, GEN_FREQ_DC, EXCLUSIVE, ENABLED},
    {DX_MODE_POLARIZARION_VAR2 , DONT_USE_DAC, 10*KHZ, 10*KSmp1, 10*KSmp1,
10*KSmp1, GEN_FREQ_DC, EXCLUSIVE, DISABLED},
    {DX_MODE_POLARIZARION_VAR3, DONT_USE_DAC, 10*KHZ, 10*KSmp1, 10*KSmp1,
10*KSmp1, GEN_FREQ_DC, EXCLUSIVE, ENABLED},
    {DX_MODE_POLARIZARION_VAR4 , DONT_USE_DAC, 10*KHZ, 10*KSmp1, 10*KSmp1,
10*KSmp1, GEN_FREQ_DC, EXCLUSIVE, DISABLED},
    {DX_MODE_POLARIZARION_VAR1 | I_GEN_0_1MKA | EN, DONT_USE_DAC | USE_GEN,
10*KHZ, 10*KSmp1, 10*KSmp1, 10*KSmp1, GEN_FREQ_DC, EXCLUSIVE | 1, ENABLED},
    {DX_MODE_POLARIZARION_VAR2 | I_GEN_0_1MKA | EN, DONT_USE_DAC | USE_GEN,
10*KHZ, 10*KSmp1, 10*KSmp1, 10*KSmp1, GEN_FREQ_DC, EXCLUSIVE | 1, DISABLED},
    {DX_MODE_POLARIZARION_VAR3 | I_GEN_0_1MKA | EN, DONT_USE_DAC | USE_GEN,
10*KHZ, 10*KSmp1, 10*KSmp1, 10*KSmp1, GEN_FREQ_DC, EXCLUSIVE | 1, ENABLED},
    {DX_MODE_POLARIZARION_VAR4 | I_GEN_0_1MKA | EN, DONT_USE_DAC | USE_GEN,
10*KHZ, 10*KSmp1, 10*KSmp1, 10*KSmp1, GEN_FREQ_DC, EXCLUSIVE | 1, DISABLED}
};

typedef struct {
    ModeParameters* ptr;
    int count;
} ModeInitializer;

ModeInitializer modeInitializer[MODE_MAX] = {
    {deltaiVariations, sizeof(deltaiVariations) /
sizeof(deltaiVariations[0])},
    {driftVariations, sizeof(driftVariations) /
sizeof(driftVariations[0])},
    {noiseVariations, sizeof(noiseVariations) /
sizeof(noiseVariations[0])},
    {motionNoiseVariations, sizeof(motionNoiseVariations) /
sizeof(motionNoiseVariations[0])},
    {impedanceVariations, sizeof(impedanceVariations) /
sizeof(impedanceVariations[0])},
    {polarizationVariations, sizeof(polarizationVariations) /
sizeof(polarizationVariations[0])},
};

/*ModeDescriptor upeModes[MODE_MAX] = {
    {"Разность потенциалов наносенсоров", new QVector<ModeParameters*>()},
    {"Дрейф разности потенциалов наносенсоров", new QVector<ModeParameters*>()},
    {"Напряжение шума наносенсоров UT", new QVec-
tor<ModeParameters*>()},
    {"Шум движения", new QVector<ModeParameters*>()},
    {"Полное сопротивление наносенсоров", new QVec-
tor<ModeParameters*>()},
    {"Напряжение поляризации ", new QVector<ModeParameters*>()}
};*/

ModeDescriptor upeModes[MODE_MAX] = {
    {"Разность потенциалов", new QVector<ModeParameters*>()},
    {"Дрейф разности потенциалов", new QVector<ModeParameters*>()},
    {"Шум наносенсоров", new QVector<ModeParameters*>()},
    {"Шум движения", new QVector<ModeParameters*>()},
    {"Z наносенсоров", new QVector<ModeParameters*>()},
    {"U поляризации ", new QVector<ModeParameters*>()}
};

float computeAdcGain(int adcNumber, uint16_t flags) {
    float gain = 1.0;
    const float K1 = -100.0;
    const float K2 = 1.0;
    const float K4 = 5.0;

```

```

float K3 = -1.0;
float K5 = 99.817;

if(flags & SET_K3_GAIN_X10)
    K3 = -10.091;

if(flags & SET_K5_GAIN_X10)
    K5 = 9.994;

if(adcNumber == 1) {
    if(flags & K4_AFTER_K3) {
        gain = gain * K1 * K2 * K3;
    }
    gain = gain * K4 * K5;
}
else {
    if(flags & SELECT_ADC2){
        gain = gain * K1 * K2 * K3;
    }
    else {
        gain = gain * K1;
    }
}
return gain;
}
/*
float computeAdcGain(int adcNumber, uint16_t flags) {
    float gain = 1.0;
    const float K1 = -100.0;
    const float K2 = 1.0;
    const float K4 = 5.0;

    float K3 = -1.0;
    float K5 = 99.817;

    if(flags & SET_K3_GAIN_X10)
        K3 = -10.091;

    if(flags & SET_K5_GAIN_X10)
        K5 = 9.994;

    if(flags & K4_AFTER_K3) {
        gain = gain * K1 * K2 * K3;
    }
    gain = gain * K4 * K5;
    return gain;
}*/

float computeCorrectionDacGain(int adcNumber, uint16_t flags) {
    float gain = -0.0991;
    float K3 = -1.0;
    const float K4 = 5.0;
    float K5 = 99.817;

    if(adcNumber == 1) {
        if(flags & SET_K3_GAIN_X10)
            gain = -1;

        /*if(flags & SET_K3_GAIN_X10)
            K3 = -10.091;
*/
        if(flags & SET_K5_GAIN_X10)
            K5 = 9.994;

```

```

    gain = gain * K3 * K4 * K5;
}
else {
    if(flags & SELECT_ADC2){
        if(flags & SET_K3_GAIN_X10)
            gain = -1;
        gain = gain * K3;
    }
    else {
        gain = 0;
    }
}
return gain;
}

float computeAdcRange(int adcNumber, uint16_t flags) {
    float gain = computeAdcGain(adcNumber, flags);
    const float maxAdcVoltage = 10.0;
    float range = maxAdcVoltage / gain;
    return range;
}

float computeDacRange(int adcNumber, uint16_t flags) {
    float gain = computeAdcGain(adcNumber, flags);
    const float maxAdcVoltage = 10.0;
    float range = maxAdcVoltage / gain;
    return range;
}

void initUpeSpecific()
{
    for(int iMode = 0; iMode < MODE_MAX; iMode++)    {
        upeModes[iMode].variations = new QVector<ModeParameters*>;
        for(int iVariation = 0; iVariation < modeInitializer[iMode].count; iVariation++)    {
            upeModes[iMode].variations->push_back(&modeInitializer[iMode].ptr[iVariation]);
        }
    }
}

float computeIGen(uint16_t flags) {
    float i;

    if((flags & I_GEN_MASK ) == I_GEN_10MKA)        i = 10.0;
    else if((flags & I_GEN_MASK ) == I_GEN_1MKA)    i = 1.0;
    else if((flags & I_GEN_MASK ) == I_GEN_0_1MKA) i = 0.1;
    else if((flags & I_GEN_MASK ) == I_GEN_OFF)     i = 0.0;

    if(flags & INVERT)
        i = -i;

    return i;
}

int getIGenIndex(uint16_t flags)
{
    for(int iFlag = 0; iFlag <= IGEN_INDEX_MAX; iFlag++)    {
        if((flags & I_GEN_MASK) == iGenFlags[iFlag])
            return iFlag;
    }
    return -1;
}

```

```

int getAdcRangeIndex(uint16_t flags)
{
    for(int iFlag = 0; iFlag <= ADC_RANGE_SPECIAL_MAX; iFlag++)    {
        if((flags & RANGE_MASK) ==  adcRangesFlags[iFlag])
            return iFlag;
    }
    return -1;
}

// ===== Пересчет напряжения и кодов АЦП =====
#define Lo      (-10.0)
#define Hi      (10.0)
#define steps   ((1UL << 14) - 1)
#define adcZero (0x2000)
#define amp     (1)

float oneStep = ((Hi - Lo) / amp) / steps;
float oneNormalStep = ((Hi - Lo) / amp) / steps / Hi;
// =====
// float adcToVolts(int Adc) - Функция переводит коды АЦП в вольты
// =====
float adcToVolts(int Adc)
{
    if(Adc > adcZero)
        return -(oneStep * (steps - Adc));
    else
        return (oneStep * Adc);
}

// =====
// float adcToVolts(int Adc) - Функция переводит коды АЦП в прямой код из допол-
нительного
// =====
inline unsigned short adcToStraight(int Adc)
{
    long adcTemp = Adc;
    adcTemp >>=2 ;
    if(adcTemp > adcZero)
        return (unsigned short)(adcZero - (steps - adcTemp));
    else
        return (unsigned short)(adcZero + adcTemp);
}

// =====
// float adcToVolts(int Adc) - Функция переводит коды АЦП в вольты
// =====
float adc14ToVolts(uint16_t code)
{
    code = code >> 2;
    union {
        uint16_t wo_sign;
        int16_t  w_sign;
    };

    wo_sign = code;
    int Adc = w_sign;
    if(Adc > adcZero)
        return -(oneStep * (steps - Adc));
    else
        return (oneStep * Adc);
}

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Описание вкладки эксперимента

(справочное)

```
ExperimentTabDialog::ExperimentTabDialog()

void ExperimentTabDialog::disableAllExcept(int index)
{
    for (int i = 0; i < tabWidget->count(); i++)
    {
        if(i != index)
            tabWidget->setTabEnabled(i, false);
    }
}

void ExperimentTabDialog::enableAllExcept(int index)
{
    for (int i = 0; i < tabWidget->count(); i++)
    {
        if(i != index)
            tabWidget->setTabEnabled(i, true);
    }
}

ExperimentTabDialog::ExperimentTabDialog(Protocol      *pin, ModeDescriptor*
modes, int count, QWidget *parent)
    : QDialog(parent)
{
    //QFileInfo fileInfo(fileName);
    //QDialog::setModal();
    tabWidget = new QTabWidget;
    setWindowIcon(QIcon(":/icons/nanostand.ico"));

    plotDialog = new PlotDialog(this);
    plotDialog->show();
    QCustomPlot* plot = plotDialog->getPlot();

    PreferencesDialog* prefs = new PreferencesDialog();

    AboutDialog* about = new AboutDialog();
    QString firmware = QString("");

    int rc = getDeviceRomString(pin, firmware);

    if(rc != 0)
        firmware = QString("Невозможно получить версию микропрограммы от выносного
блока ");

    about->setText(QString("Программа управления стендом для испытаний наносен-
соров\n"
        "Версия программы: %1\n"
        "Версия микропрограммы устройства:
%2").arg(version).arg(firmware));

    int iMode;
    for(iMode = 0; iMode < count; iMode++) {
        TemplateTab* ttab = new TemplateTab(iMode, &modes[iMode], this);
        tabWidget->addTab(ttab, modes[iMode].caption);
        /*connect(tabWidget, SIGNAL(currentChanged(int)),
            ttab, SLOT(recalc(int)));*/
    }
}
```

```

connect (prefs, SIGNAL (setDir (QString&)),
        ttab, SLOT (on_dataDirChanged (QString&)));

connect (ttab, SIGNAL (experimentSequenceStarted (int)),
        this, SLOT (disableAllExcept (int)));

connect (ttab, SIGNAL (experimentSequenceStopped (int)),
        this, SLOT (enableAllExcept (int)));

connect (prefs, SIGNAL (filePatternChanged (QVector<QString>)),
        ttab, SLOT (changeFileNamePattern (QVector<QString>)));

connect (prefs, SIGNAL (writeTextFileChanged (bool)),
        ttab, SLOT (changeWriteTextFile (bool)));

connect (prefs, SIGNAL (addChannelWriteChanged (bool)),
        ttab, SLOT (changeAddChannelWrite (bool)));

    ttab->setProtocol (pin);
    ttab->setPlot (plot);
}
prefs->updateExample ();
ManualTab* mtab = new ManualTab (pin, iMode);
tabWidget->addTab (mtab, "Ручное управление");
connect (tabWidget, SIGNAL (currentChanged (int)),
        mtab, SLOT (refresh (int)));
// Привязать recalc к mtab

setMinimumWidth (900);
//resize (800, 600);

QVBoxLayout *mainLayout = new QVBoxLayout;

QMenuBar *menuBar = new QMenuBar ();

menuBar->setStyleSheet ("QMenuBar { \
                        background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, \
y2: 1, stop:0 rgba(0, 196, 255, 255), stop:1 rgba(255, 255, 255, 255)); \
                        } \
                        \
QMenuBar::item { \
                        spacing: 3px; \
                        padding: 1px 4px;\
                        background: transparent;\
                        }\
                        \
QMenuBar::item:selected { /* when selected using mouse or \
keyboard */\
                        background: transparent;\
                        }\
                        \
QMenuBar::item:pressed {\
                        background: rgba(160, 230, 240, 255);\
                        }\
                        \
                        ");

QMenu *fileMenu = menuBar->addMenu (tr ("Файл"));

fileMenu->setStyleSheet (" \
QMenu { \
    background-color: rgba(160, 230, 240, 255); \
    border: 1px solid black;\
} \
\
");

```

```

QMenu::item
}
\
QMenu::item:selected {
    background-color: rgba(160, 200, 200, 240)\
}
");

QAction *preferencesAction = new QAction("Настройка...", menuBar);
QAction *aboutAction = new QAction("О программе...", menuBar);
QAction *exitAction = new QAction("Выход", menuBar);

fileMenu->addAction(preferencesAction);
fileMenu->addAction(aboutAction);
fileMenu->addAction(exitAction);

connect( exitAction, SIGNAL(triggered()),
        this, SLOT(close()));

// prefs->setWindowModality(Qt::WindowModal);
connect( preferencesAction, SIGNAL(triggered()),
        prefs, SLOT(exec()));

connect( aboutAction, SIGNAL(triggered()),
        about, SLOT(exec()));

mainLayout->setMenuBar(menuBar);

mainLayout->addWidget(tabWidget);
//mainLayout->addWidget(buttonBox);
setLayout(mainLayout);

setWindowTitle(tr("Проведение эксперимента"));

const QRect screen = QApplication::desktop()->screenGeometry();

move(screen.center().x() - this->width()/2, 0);
updateGeometry();
plotDialog->setMinimumSize(this->width(), 300);

plotDialog->updateGeometry();

int resultsY = y() + height();
int resultsX = x();

plotDialog->move(resultsX, resultsY + 60);
plotDialog->updateGeometry();

this->setStyleSheet("QDialog { \
                    background: qlineargradient(spread:pad, x1:1, y1:1, \
x2:0, y2:0, stop:0 rgba(0, 196, 191, 255), stop:1 rgba(255, 255, 255, 255)) \
                    } \
                    QTabWidget { \
                    background: qlineargradient(spread:pad, x1:1, y1:1, \
x2:0, y2:0, stop:0 rgba(0, 196, 191, 255), stop:1 rgba(255, 255, 255, 255)) \
                    } \
                    QTabBar::tab { \
                    background: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1, \
stop:0 rgba(0, 196, 191, 255), stop:1 rgba(255, 255, 255, 255)); \
                    border: 1px solid rgba(100, 100, 100, 100); \
                    border-bottom-color: #C2C7CB; \
                    border-top-left-radius: 4px; \
                    border-top-right-radius: 4px; \
                    }");

```

```
        min-width: 8ex; \
        padding: 5px; \
    } \
    QTabBar::tab:selected { \
stop:0 rgba(0, 196, 255, 255), stop:1 rgba(255, 255, 255, 255)); \
        background: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1, \
        border-color: #9B9B9B; \
        border-bottom-color: #C2C7CB; \
    } \
    QTabBar::tab:!selected { \
        margin-top: 5px; \
    } \
    ");
}
```


ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Функции и логика работы графиков

(справочное)

```
#include "plotdialog.h"
#include <QLayout>

void PlotDialog::closeEvent(QCloseEvent *evt) {
    //evt->setAccepted( !evt->spontaneous() );
    evt->ignore();
}

/*void PlotDialog::keyPressEvent(QCloseEvent *evt) {
    // must be overridden but empty if the only you need is to prevent closing
    by Escape
}
*/
void PlotDialog::rescaleAxes(bool)
{
    plot->yAxis->rescale(true);
    plot->replot();
    //plot->rescaleAxes(true);
}

void PlotDialog::setMainGraphVisible(bool check) {
    if(!plot)
        return;
    QCPGraph * g = plot->graph(1);
    if(g) {
        g->setVisible(check);
        if(check)
            g->addToLegend();
        else
            g->removeFromLegend();
    }
    plot->replot();
}

void PlotDialog::setMiscGraphVisible(bool check) {
    if(!plot)
        return;
    QCPGraph * g = plot->graph(0);
    if(g) {
        g->setVisible(check);
        if(check)
            g->addToLegend();
        else
            g->removeFromLegend();
    }
    plot->replot();
}

void PlotDialog::zoomin(bool)
{
    QCPRange range = plot->yAxis->range();
    plot->yAxis->scaleRange(0.5, range.center());
    plot->replot();
}

void PlotDialog::zoomout(bool)
{

```

```

    QCPRange range = plot->yAxis->range();
    plot->yAxis->scaleRange(2.0, range.center());
    plot->replot();
}

void PlotDialog::zoomXin(bool)
{
    QCPRange range = plot->xAxis->range();
    plot->xAxis->scaleRange(0.5, range.center());

    double tickStep = plot->xAxis->tickStep();
    tickStep /= 2;

    // get the magnitude of the step size
    double mag = floor(log10(tickStep));
    double magPow = pow(10, mag);

    // calculate most significant digit of the new step size
    double magMsd = (int)(tickStep/magPow + 0.5);

    // promote the MSD to either 1, 2, or 5
    if (magMsd > 5.0)
        magMsd = 10.0f;
    else if (magMsd > 2.0)
        magMsd = 5.0f;
    else if (magMsd > 1.0)
        magMsd = 2.0f;

    tickStep = magMsd*magPow;
    plot->xAxis->setTickStep(tickStep);

    plot->replot();
}

void PlotDialog::zoomXout(bool)
{
    QCPRange range = plot->xAxis->range();
    plot->xAxis->scaleRange(2.0, range.center());
    double tickStep = plot->xAxis->tickStep();
    tickStep *= 2;

    // get the magnitude of the step size
    double mag = floor(log10(tickStep));
    double magPow = pow(10, mag);

    // calculate most significant digit of the new step size
    double magMsd = (int)(tickStep/magPow + 0.5);

    // promote the MSD to either 1, 2, or 5
    if (magMsd > 5.0)
        magMsd = 10.0f;
    else if (magMsd > 2.0)
        magMsd = 5.0f;
    else if (magMsd > 1.0)
        magMsd = 2.0f;

    tickStep = magMsd*magPow;

    plot->xAxis->setTickStep(tickStep);
    plot->replot();
}

PlotDialog::PlotDialog(QWidget *parent) : QDialog(parent)
{

```

```

plot = new QCustomPlot();
setupRealtimeDataPlot(plot);
// setSizePolicy(QSizePolicy::MinimumExpanding);

QGroupBox* plotGroupBox = new QGroupBox("Визуализация");
QVBoxLayout* plotGroupBoxLayout = new QVBoxLayout();
plotGroupBox->setLayout(plotGroupBoxLayout);

setWindowIcon(QIcon(":/icons/nanostand.ico"));
QHBoxLayout* controlLayout = new QHBoxLayout();

QCheckBox* miscChannelCheckBox = new QCheckBox();
QCheckBox* mainChannelCheckBox = new QCheckBox();
miscChannelCheckBox->setChecked(true);
mainChannelCheckBox->setChecked(true);

QLabel* miscLabel = new QLabel("Доп. канал");
QLabel* mainLabel = new QLabel("Осн. канал");
miscLabel->setToolTip("Отобразить график доп.канала АЦП");
mainLabel->setToolTip("Отобразить график осн.канала АЦП");

QPushButton* zoomXin = new QPushButton("");
zoomXin->setIcon(QIcon(":/icons/zoom-in.png"));
zoomXin->setToolTip("Увеличить по оси X");
zoomXin->setSizePolicy(QSizePolicy::Minimum, QSizePolicy::Minimum);
zoomXin->setStyleSheet("\
QPushButton {\
    border: 2px outset solid #8f8f91;\
    border-radius: 6px;\
    background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,\
                                     stop: 0 #f6f7fa, stop: 1 #dadbdde);\
}\
QPushButton:pressed {\
    padding-top: 2px; \
    padding-left: 3px; \
    background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,\
                                     stop: 0 #dadbdde, stop: 1 #f6f7fa);\
    border: 2px inset\
}\
\
QPushButton: hover:!pressed\
{\
    border: 2px solid red;\
}\
");

QPushButton* zoomXout = new QPushButton("");
zoomXout->setIcon(QIcon(":/icons/zoom-out.png"));
zoomXout->setToolTip("Уменьшить по оси X");
zoomXout->setSizePolicy(QSizePolicy::Minimum, QSizePolicy::Minimum);
zoomXout->setStyleSheet("\
QPushButton {\
    border: 2px outset solid #8f8f91;\
    background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,\
                                     stop: 0 #f6f7fa, stop: 1 #dadbdde);\
    border-radius: 6px;\
}\
QPushButton:pressed {\
    padding-top: 2px; \
    padding-left: 3px; \
    background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,\
                                     stop: 0 #dadbdde, stop: 1 #f6f7fa);\
    border: 2px inset\
}\
");

```

```

\
QPushButton: hover:!pressed\
{
    border: 2px solid red;\
}
");

QPushButton* zoomin = new QPushButton("");
zoomin->setIcon(QIcon(":/icons/zoom-in.png"));
zoomin->setToolTip("Увеличить по оси Y");
zoomin->setSizePolicy(QSizePolicy::Minimum, QSizePolicy::Minimum);
zoomin->setStyleSheet("\
QPushButton {
    border: 2px outset solid #8f8f91;\
    border-radius: 6px;\
    background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,\
                                     stop: 0 #f6f7fa, stop: 1 #dadbdde);\
}
QPushButton:pressed {
    padding-top: 2px; \
    padding-left: 3px; \
    background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,\
                                     stop: 0 #dadbdde, stop: 1 #f6f7fa);\
    border: 2px inset\
}
");

\
QPushButton: hover:!pressed\
{
    border: 2px solid red;\
}
");

QPushButton* zoomout = new QPushButton("");
zoomout->setIcon(QIcon(":/icons/zoom-out.png"));
zoomout->setToolTip("Уменьшить по оси Y");
zoomout->setSizePolicy(QSizePolicy::Minimum, QSizePolicy::Minimum);
zoomout->setStyleSheet("\
QPushButton {
    border: 2px outset solid #8f8f91;\
    background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,\
                                     stop: 0 #f6f7fa, stop: 1 #dadbdde);\
    border-radius: 6px;\
}
QPushButton:pressed {
    padding-top: 2px; \
    padding-left: 3px; \
    background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,\
                                     stop: 0 #dadbdde, stop: 1 #f6f7fa);\
    border: 2px inset\
}
");

\
QPushButton: hover:!pressed\
{
    border: 2px solid red;\
}
");

QPushButton* rescale = new QPushButton("Масштабировать");
rescale->setToolTip("Оптимально масштабировать графики по оси Y");
rescale->setStyleSheet("\
QPushButton {
    border: 2px outset solid #8f8f91;\
    background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,\

```

```

        stop: 0 #f6f7fa, stop: 1 #dadbdde);\
    min-width: 90px;\
    min-height: 30px;\
    border-radius: 6px;\
}\
QPushButton:pressed {\
    padding-top: 2px; \
    padding-left: 3px; \
    background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,\
        stop: 0 #dadbdde, stop: 1 #f6f7fa);\
    border: 2px inset\
}\
\
QPushButton:hover:!pressed\
{\
    border: 2px solid red;\
}\
");

connect (miscChannelCheckBox, SIGNAL(toggled(bool)),
        this, SLOT(setMiscGraphVisible(bool)));

connect (mainChannelCheckBox, SIGNAL(toggled(bool)),
        this, SLOT(setMainGraphVisible(bool)));

connect (rescale, SIGNAL(clicked(bool)),
        this, SLOT(rescaleAxes(bool)));

connect (zoomin, SIGNAL(clicked(bool)),
        this, SLOT(zoomin(bool)));

connect (zoomout, SIGNAL(clicked(bool)),
        this, SLOT(zoomout(bool)));

connect (zoomXin, SIGNAL(clicked(bool)),
        this, SLOT(zoomXin(bool)));

connect (zoomXout, SIGNAL(clicked(bool)),
        this, SLOT(zoomXout(bool)));

miscLabel->setToolTip("Отобразить график доп.канала АЦП");
mainLabel->setToolTip("Отобразить график осн.канала АЦП");
miscChannelCheckBox->setToolTip("Отобразить график доп.канала АЦП");
mainChannelCheckBox->setToolTip("Отобразить график осн.канала АЦП");

controlLayout->addWidget (mainLabel);
controlLayout->addWidget (mainChannelCheckBox);
controlLayout->addWidget (miscLabel );
controlLayout->addWidget (miscChannelCheckBox);

controlLayout->addStretch(10);
controlLayout->addWidget (new QLabel("Масштаб по оси X"));
controlLayout->addWidget (zoomXin);
controlLayout->addWidget (zoomXout);
controlLayout->addStretch(10);
controlLayout->addWidget (new QLabel("Масштаб по оси Y"));
controlLayout->addWidget (zoomin);
controlLayout->addWidget (zoomout);
controlLayout->addWidget (rescale);

plotGroupBoxLayout->addLayout (controlLayout);
plotGroupBoxLayout->addWidget (plot);

plotGroupBox->setSizePolicy(QSizePolicy::Preferred, QSizePolicy::Preferred);

```

```

//plotGroupBox->setMinimumSize(600,300);
//plotGroupBox->updateGeometry();

QHBoxLayout* plotDialogLayout = new QHBoxLayout();
plotDialogLayout->addWidget(plotGroupBox);

setLayout(plotDialogLayout);
setWindowTitle("График");

setWindowFlags(windowFlags() &~
    ( Qt::WindowCloseButtonHint |
      Qt::WindowMinimizeButtonHint |
      Qt::WindowMaximizeButtonHint
    )
);

//plotGroupBox->setMinimumSize(this->width(),300);
//plotGroupBox->updateGeometry();
this->setStyleSheet("QDialog { \
    background: qlineargradient(spread:pad, x1:1, y1:1, \
x2:0, y2:0, stop:0 rgba(0, 196, 191, 255), stop:1 rgba(255, 255, 255, 255)) \
}");
miscChannelCheckBox->setChecked(false);
}

void PlotDialog::setupRealtimeDataPlot(QCustomPlot *customPlot)
{
#ifdef QT_VERSION < QT_VERSION_CHECK(4, 7, 0)
    QMessageBox::critical(this, "", "You're using Qt < 4.7, the realtime data demo
needs functions that are available with Qt 4.7 to work properly");
#endif

    customPlot->setNotAntialiasedElements(QCP::aeAll);
    QFont font;
    font.setStyleStrategy(QFont::NoAntialias);
    customPlot->xAxis->setTickLabelFont(font);
    customPlot->yAxis->setTickLabelFont(font);
    customPlot->legend->setFont(font);

    customPlot->addGraph(); // blue line
    customPlot->graph(0)->setPen(QPen(Qt::blue));
    customPlot->graph(0)->setName("Доп. канал");
    customPlot->graph(0)->setAntialiasedFill(false);
    customPlot->addGraph(); // red line

    QPen masterPen;
    masterPen.setColor(Qt::red);
    //masterPen.setWidthF(4);

    customPlot->graph(1)->setPen(masterPen);
    customPlot->graph(1)->setName("Осн. канал");
    customPlot->legend->setVisible(true);

    customPlot->xAxis->setTickLabelType(QCPAxis::ltNumber);
    customPlot->xAxis->setAutoTickStep(false);
    customPlot->xAxis->setTickStep(100);
    customPlot->xAxis->setTicks(true);
    customPlot->axisRect()->setupFullAxesBox();

    customPlot->yAxis->setRange(-12,12);

    customPlot->setInteraction(QCP::iRangeDrag, true);
    customPlot->setInteraction(QCP::iRangeZoom, true);
    customPlot->setInteraction(QCP::iSelectPlottables, true);

```

```
customPlot->yAxis->setLabel("мкВ");  
customPlot->xAxis->setLabel("№ отчета");  
}
```