



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

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>11.04.04 Электроника и нанoeлектроника</u>
ООП/ОПОП	<u>Электроника интернета вещей</u>
Специализация	<u>Электроника интернета вещей</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА

Тема работы
IoT платформа для датчиков лаборатории электроники

УДК 681.586-519:004.65'2:004.77

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM11	<u>Табурчинов Матвей Ильич</u>		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Громов Максим Леонидович	к.ф.-м.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Дикман Е.Ю.	к.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Баранов П.Ф.	к.т.н.		

Томск – 2023 г.



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

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП**  
**11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА**  
**СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ Электроника интернета вещей**

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая 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
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы
ОПК(У)-3	Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
ОПК(У)-4	Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач
ПК(У)-2	Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию
ПК(У)-3	Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени
ПК(У)-4	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов
ПК(У)-5	Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по

	совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения
<b>ПК(У)-6</b>	Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников
<b>ПК(У)-7</b>	Готов определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ
<b>ПК(У)-8</b>	Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований
<b>ПК(У)-9</b>	Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями
<b>ПК(У)-10</b>	Способен разрабатывать программные и аппаратные средства передачи цифровых данных
<b>ПК(У)-11</b>	Способен организовывать работу коллективов исполнителей проводить технико-экономический и функционально-стоимостной анализ рыночной эффективности создаваемого продукта
<b>ПК(У)-12</b>	Способен проводить лабораторные и практические занятия со студентами бакалавриата
<b>ПК(У)-13</b>	Способен овладевать навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий
<b>Профессиональные компетенции университета</b>	
<b>ДПК (У)-1</b>	Способен проектировать аппаратные и программные средства для решений на основе интернета-вещей

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

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>11.04.04 Электроника и микроэлектроника</u>
ООП/ОПОП	<u>Электроника интернета вещей</u>
Специализация	<u>Электроника интернета вещей</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ П.Ф. Баранов  
 (Подпись) (Дата)      (ФИО)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
IAM11	Табурчинов Матвей Ильич

Тема работы:

IoT платформа для датчиков лаборатории электроники	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 48-59/с от 17.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Объект исследования – платформа для управления и настройки датчиков лаборатории электроники.</p> <p>Исходные данные:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Платформа должна включать в себя графический интерфейс для настройки отдельных датчиков и конфигурирования их взаимодействия;</li> <li>2) Датчики создаются на основе микроконтроллеров с подключением к беспроводной сети.;</li> <li>3) Взаимодействие между интерфейсом и датчиками должно осуществляться на основе стандартных телекоммуникационных протоколов;</li> <li>4) Платформа должна включать в себя следующие датчики: датчик влажности и температуры, датчик углекислого газа, датчик освещенности, датчик частоты сигнала, датчик потребляемой мощности переменного тока, датчик постоянного тока и напряжения.</li> </ol>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>  <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i></p>	<p>1) Аналитический обзор по литературным источникам;  2) Выбор и обоснование структурной схемы;  3) Разработка программного обеспечения;  4) Разработка принципиальных схем;  5) Разработка печатных плат;  6) Сборка макета и проверка работоспособности платформы.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Электрические принципиальные схема, печатные платы</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Антоневич Ольга Алексеевна
Английский язык	Болсуновская Людмила Михайловна

**Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:**

Литературный обзор

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

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Громов Максим Леонидович	к.ф.-м.н.		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM11	Табурчинов Матвей Ильич		

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

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  
 ООП/ОПОП Электроника интернета вещей  
 Специализация Электроника интернета вещей  
 Отделение электронной инженерии

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1AM11	Табурчинов Матвей Ильич

Тема работы:

IoT платформа для датчиков лаборатории электроники
----------------------------------------------------

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
<i>01.03.2023</i>	<i>Обзор предметной области</i>	<i>10</i>
<i>01.04.2023</i>	<i>Разработка структуры платформы и принципиальных схем</i>	<i>30</i>
<i>01.04.2023</i>	<i>Разработка печатных плат</i>	<i>30</i>
<i>01.06.2023</i>	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность</i>	<i>20</i>
<i>16.06.2023</i>	<i>Оформление ВКР</i>	<i>20</i>

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Громов Максим Леонидович	к.ф.-м.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Баранов П.Ф.	к.т.н.		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM11	Табурчинов Матвей Ильич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 166 страниц, 42 рисунка, 28 таблиц, 58 источников, 20 приложений.

Ключевые слова: ИОТ, ИОТ-платформы, интернет вещей, платформы интернета вещей, умные датчики, беспроводные датчики.

Объектом разработки является платформа для управления и настройки датчиков лаборатории электроники, беспроводные датчики для лаборатории электроники.

Цель работы – разработка платформы для датчиков лаборатории электроники.

В ходе работы проводились исследования существующих платформ интернета вещей и их принципы построения.

В результате исследования и разработок была разработана и протестирована платформа для датчиков лаборатории электроники, разработаны, собраны и протестированы беспроводные «умные» датчики.

Степень внедрения: низкая.

Область применения: интернет вещей, оснащения лабораторий.

В будущем планируется оптимизировать программы для датчиков и сервера, устранить недочеты разработанных плат датчиков.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	12
1.1 Понятие интернета вещей .....	12
1.2 Базовые принципы интернета вещей .....	12
1.3 Стандартизация интернета вещей .....	13
1.4 Архитектура интернета вещей.....	15
1.4.1 Уровень устройств .....	15
1.4.2 Уровень сетей .....	16
1.4.3 Уровень поддержки приложений и услуг .....	19
1.4.4 Уровень приложений .....	19
1.5 Протоколы интернета вещей.....	20
1.5.1 Сеть на участке сенсорный узел – сенсорный узел .....	20
1.5.2 Сеть на участке сенсорный узел – брокер .....	21
1.5.3 Сеть на участке брокер – сервер .....	22
1.5.4 Сеть на участке сервер - приложение.....	23
1.6 Платформы интернета вещей.....	24
1.7 Существующие платформы интернета вещей.....	26
2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ.....	28
3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ ДЛЯ ДАТЧИКОВ .....	29
4 РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ ДАТЧИКОВ.....	32
4.1 Разработка модуля датчика освещенности.....	32
4.2 Разработка модуля датчика влажности/температуры.....	35
4.3 Разработка модуля датчика углекислого газа .....	39
4.4 Разработка модуля датчика тока/напряжения.....	42
4.5 Разработка модуля датчика частоты .....	46
4.6 Разработка модуля датчика мощности.....	50
5 РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ .....	55
5.1 Настройка MQTT-брокера.....	55
5.2 Разработка программы обработки данных .....	57
6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	64
6.1 Предпроектный анализ .....	65
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	65
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	66
6.1.3 SWOT-анализ.....	68
6.2 Инициация проекта .....	69

6.2.1	Цели и результат проекта .....	69
6.2.2	Организационная структура проекта .....	70
6.2.3	Ограничения и допущения проекта.....	71
6.3	Планирование управления научно-техническим проектом.....	71
6.3.1	План проекта.....	71
6.3.2	Бюджет научного исследования .....	74
6.3.3	Реестр рисков проекта.....	80
6.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	80
7	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	86
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	86
7.1.1	Правовые нормы трудового законодательства.....	86
7.1.2	Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны .....	87
7.2	Производственная безопасность.....	88
7.2.1	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий .....	89
7.2.2	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.	89
7.2.3	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего .....	93
7.2.4	Производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания.....	94
7.3	Экологическая безопасность.....	94
7.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	96
7.5	Вывод по разделу .....	98
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	100
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	101
	Приложение А .....	106
	Приложение Б.....	121
	Приложение В.....	123
	Приложение Г .....	125
	Приложение Д.....	128
	Приложение Е.....	130
	Приложение Ж.....	132
	Приложение З .....	135
	Приложение И .....	137
	Приложение К.....	139
	Приложение К.....	142

Приложение Л.....	144
Приложение М.....	146
Приложение Н .....	149
Приложение О .....	151
Приложение П .....	153
Приложение Р.....	156
Приложение С.....	158
Приложение Т.....	160
Приложение У.....	163

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире технологии активно применяются во всех сферах нашей жизни, следовательно, перспектива в развитии уровня жизни заключается в совершенствовании технологий. Также в настоящее время все большую ценность и актуальность приобретают данные практически обо всем: о параметрах организма человека (пульс, давление и т.д.), о количестве посетителей в магазине, о потреблении энергии в доме, список можно продолжать бесконечно. Полученные данные используют рекламодатели, производители всевозможных изделий, аналитики. В последнее время мы все чаще слышим об автомобилях на самоуправлении, автоматическом снятии показаний приборов, бесконтактных платежах и умных городах. Факт необходимости сбора данных и «умных» решениях приводит к актуальности интернета вещей. Он связывает различные объекты и многократно расширяет использование данных, тем самым обеспечивая повышение производительности и приводя к изменениям в отрасли.

Однако, не имеет смысла создавать «умные» вещи, если при этом, например, домашний роутер не может обнаружить в сети «умное» устройство. Аналогичная ситуация с производством – невыгодно заменять большую часть оборудования лишь для того, чтобы перевести завод на современные технологии. Поэтому крайне необходимы платформы, которые позволяют создать незаметную интеграцию в единую сеть различных устройств с различными протоколами обмена данных.

ИОТ-платформы являются одним из наиболее актуальных и перспективных направлений в современных технологиях. Они позволяют предприятиям и организациям подключать и интегрировать различные устройства и системы в одну сеть, что позволяет им получать больше данных и информации для анализа и управления. Тем самым позволяя им более эффективно работать и развиваться. Также они позволяют предприятиям и организациям более эффективно использовать ресурсы и улучшать производительность.

Создание ИОТ-платформы для датчиков лаборатории электроники представляет собой актуальную задачу, так как позволит автоматизировать процессы мониторинга и анализа данных в реальном времени. Это позволит улучшить качество исследований и процессов в лаборатории, а также сделает их более безопасными. Также эта платформа позволит легко интегрировать датчики в существующие системы и предоставит возможность для более точного и быстрого анализа данных.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Понятие интернета вещей

Интернет вещей (IoT) описывает физические объекты или их группы, которые обладают датчиками, возможностями обработки данных, программным обеспечением и другими технологиями. Эти объекты соединяются и обмениваются данными с другими устройствами и системами через Интернет или другие сети связи [1-4]. Важно отметить, что IoT не обязательно подразумевает подключение устройств к общедоступному Интернету, они просто должны быть подключены к сети и иметь индивидуальные адреса [5-6].

Концепция IoT была сформулирована в 1999 году как идея использования радиочастотной идентификации для взаимодействия физических объектов друг с другом и с окружающей средой. С тех пор, начиная с 2010-х годов, стала распространяться практическая реализация этой концепции, благодаря развитию различных технологий, таких как беспроводные сети, облачные вычисления, межмашинное взаимодействие, переход на IPv6 и программно-определяемые сети [7].

На рынке потребительской электроники технология IoT ассоциируется в основном с концепцией «умного дома», которая включает устройства и приборы, такие как осветительные приборы, термостаты, системы домашней безопасности, камеры и другая бытовая техника. Эти устройства взаимодействуют в одной или нескольких экосистемах и могут быть управляемыми с помощью связанных устройств, таких как смартфоны и интеллектуальные колонки. Технология IoT также применяется в области здравоохранения [7].

Однако развитие технологий и продуктов IoT вызывает опасения относительно проблем конфиденциальности и безопасности. В связи с этим промышленность и правительство предпринимают шаги для решения этих проблем, разрабатывая международные и местные стандарты, руководящие принципы и нормативно-правовые основы [8].

## 1.2 Базовые принципы интернета вещей

Основные принципы Интернета вещей можно сформулировать следующим образом. Во-первых, это наличие широко распространённой коммуникационной инфраструктуры, которая позволяет объектам обмениваться данными. Во-вторых, каждый объект имеет уникальную глобальную идентификацию. И, в-третьих, объекты могут

отправлять и получать данные через персональные сети или через Интернет, к которым они подключены.

Основные отличия Интернета вещей от существующего интернета людей следующие:

1. Фокус на объектах, а не на людях. IoT ориентирован на взаимодействие и обмен данными между физическими объектами, в отличие от традиционного интернета, который фокусируется на взаимодействии между людьми.

2. Большое количество подключенных объектов. IoT предполагает подключение значительного количества устройств и предметов к сети, что отличает его от интернета людей, где основными участниками являются люди.

3. Маленькие размеры объектов и низкие скорости передачи данных. В IoT часто используются небольшие устройства с ограниченными вычислительными возможностями и пропускной способностью, в отличие от обычного интернета, где устройства могут быть более мощными.

4. Фокус на считывании информации, а не на коммуникациях. В IoT часто акцент делается на сборе и анализе данных, получаемых от объектов, вместо активной коммуникации между пользователями, как в интернете людей.

5. Необходимость создания новой инфраструктуры и альтернативных стандартов. Развитие IoT требует создания специальной инфраструктуры и стандартов, чтобы поддерживать коммуникацию и взаимодействие между объектами, что отличает его от существующего интернета [9].

Эти отличия определяют уникальные характеристики и особенности Интернета вещей по сравнению с традиционным интернетом людей.

### **1.3 Стандартизация интернета вещей**

Интернет вещей — это новое направление развития информационно-коммуникационных технологий, которое позволяет объединять в единую систему различные устройства и предметы, обеспечивая взаимодействие между ними и передачу данных без участия человека. Для практической реализации Интернета вещей необходимо решить множество проблем, включая стандартизацию отдельных составляющих, а также создание единой и непротиворечивой нормативной базы.

Сегодня многие международные организации, неправительственные ассоциации, альянсы производителей и операторов занимаются вопросами стандартизации и практического внедрения отдельных составляющих Интернета вещей. В рамках деятельности сектора стандартизации телекоммуникаций Международного союза

электросвязи (МСЭ-Т) есть три глобальные инициативы GSI (Global Standards Initiative), одна из которых посвящена стандартизации Интернета вещей - IoT-GSI (Global Standards Initiative on Internet of Things).

IoT-GSI строит свою работу на основе усилий МСЭ-Т в областях, таких как сетевые аспекты идентификационных систем (Network Identifier, NID), всепроникающие сенсорные сети (Ubiquitous Sensor Networks, USN), межмашинная связь (M2M), WEB вещей (WoT) и других. В рамках серии МСЭ-Т Y.2xxx уже утверждены первые рекомендации, посвященные специально Интернету вещей, такие как Y.2060 «Обзор Интернета вещей», Y.2063 «Основа WEB вещей» и Y.2069 «Термины и определения Интернета вещей». В Рекомендации Y.2060 приведена эталонная модель IoT, включающая четыре базовых горизонтальных уровня: уровень приложений IoT, уровень поддержки приложений и услуг, сетевой уровень и уровень устройств [10].

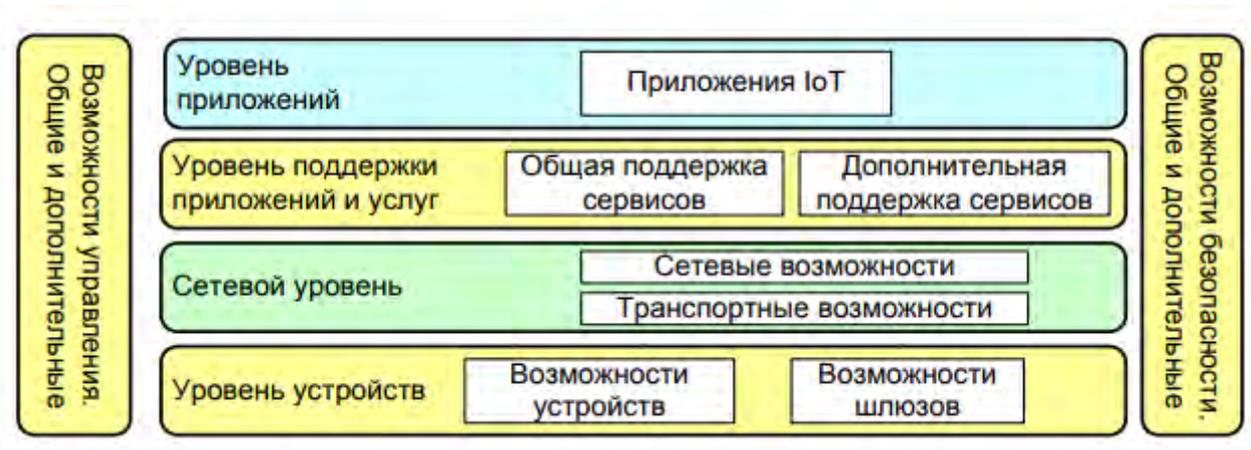


Рисунок 1 – Эталонная модель IoT согласно МСЭ-Т Y.2060 [10]

Определены различные уровни и функции модели Интернета вещей (IoT), как описано в Рекомендации Y.2060 МСЭ-Т. Уровень поддержки приложений и услуг предоставляет общие и специфические возможности для обработки данных и хранения информации, необходимых для различных приложений IoT.

Сетевой уровень обеспечивает функции управления ресурсами сети доступа и транспортной сети, управление мобильностью, а также авторизацию, аутентификацию и расчеты (AAA). Он также гарантирует связность сети и передачу данных между приложениями и услугами IoT.

Уровень устройств включает возможности самих устройств и шлюзов. Устройства могут напрямую обмениваться данными с сетью связи, через шлюз или беспроводные динамические ad-hoc сети. Также предусмотрены функции временной остановки и возобновления работы устройств для энергосбережения. Шлюзы, в свою очередь, поддерживают различные интерфейсы для устройств и сетей

доступа/транспортных сетей, а также выполняют протокольную конверсию, если протоколы отличаются.

На вертикальном уровне присутствуют уровень управления и уровень безопасности, которые охватывают все горизонтальные уровни. Уровень управления управляет последствиями отказов, возможностями сети, конфигурацией, безопасностью и данными для биллинга. Уровень безопасности включает функции авторизации, аутентификации, защиты информации протоколов сигнализации, контроля доступа и конфиденциальности данных [10].

Таким образом, эти уровни и функции составляют основу модели Интернета вещей и помогают обеспечить эффективное функционирование IoT.

#### **1.4 Архитектура интернета вещей**

Архитектура IoT включает четыре основных функциональных уровня:

1. уровень устройств;
2. уровень сетей;
3. уровень поддержки приложений и услуг;
4. уровень приложений.

##### **1.4.1 Уровень устройств**

В устройствах Интернета вещей (IoT) используются различные типы устройств, и в общем случае используются следующие термины и понятия.

Исполнительные устройства – Это устройства, которые выполняют физические действия по получению команд от центра управления. Они реагируют на изменения, обнаруженные датчиками. Исполнительные устройства являются преобразователями, которые преобразуют команды в физические действия.

Встроенные системы – Это системы, основанные на микропроцессорах или микроконтроллерах, которые управляют определенными функциями в более крупных системах. Встроенные системы могут включать в себя как аппаратные, так и программные компоненты.

Микроконтроллеры (MCU) – Это небольшие компьютеры, интегрированные в микросхемы, оборудованные центральным процессором (ЦП), оперативной памятью (ОЗУ) и постоянной памятью (ПЗУ). Микроконтроллеры предназначены для выполнения простых задач, но их вычислительная мощность ограничена по сравнению с микропроцессорами.

Микропроцессоры (MPU) – Это устройства, выполняющие функции центрального процессора на одном или нескольких интегральных микросхемах. В отличие от микроконтроллеров, микропроцессоры требуют периферийных устройств для выполнения задач, но они обладают большей вычислительной мощностью.

Устройства, не предназначенные для вычислений – Это устройства, которые служат только для установления соединения и передачи данных. Они не выполняют вычислительных операций, а лишь обеспечивают коммуникацию.

Преобразователи: Преобразователи – это устройства, которые преобразуют одну форму энергии в другую. В контексте IoT, преобразователи включают в себя внутренние датчики и исполнительные устройства, которые передают данные при взаимодействии устройств с окружающей средой.

Датчики – выявляют изменения в своей среде и создают электрические сигналы для обмена данными. Датчики обычно обнаруживают изменения окружающей среды, например температуры, физического положения и содержания химических веществ. Они представляют собой тип преобразователя [12].

## **1.4.2 Уровень сетей**

### **1.4.2.1 Периферийная коммуникация**

Передача данных в периферийных устройствах является самой затратной частью из-за того, что большинство из них не подключены к электросети и не используют проводные средства связи. К тому же, периферийные устройства могут быть расположены на значительном расстоянии от центрального узла, как правило, на несколько километров. В то же время, количество передаваемых данных обычно ограничено.

Для связи на уровне периферийных устройств используются следующие протоколы: ZigBee/Zwave, BLE, LoRa, Proprietary low band. Ad Hoc и Mesh-сети широко используются для увеличения дистанции и надежности передачи данных на этом уровне.

Для конфигурирования устройств может использоваться протокол NFC. В процессе первоначальной настройки и/или технического обслуживания, сервисный инженер может подключаться к периферийному устройству через уровень периферийной коммуникации с помощью мобильного приложения. Иногда для аутентификации также используется Q-код, который напечатан на периферийном устройстве [13].

### **1.4.2.2 Подуровень шлюза**

В IoT-решениях присутствие уровня шлюза обусловлено несколькими причинами:

- Оптимизация нагрузки на Backend: если необработанная информация напрямую передается в Backend, это может привести к увеличению его мощности и затратам на обработку большого объема данных. Шлюз выполняет предварительную обработку данных на локальном уровне, фильтруя и агрегируя их перед отправкой в Backend. Это снижает нагрузку на Backend и позволяет эффективно использовать его ресурсы.

- Реакция в реальном времени: Backend не всегда способен гарантировать мгновенную реакцию для большого количества периферийных устройств. Шлюз, находящийся ближе к этим устройствам, может обеспечить более быструю обратную связь и реакцию в реальном времени. Это особенно важно в случае критических ситуаций, где требуется оперативное решение.

- Безопасность и конфиденциальность: Некоторая информация, такая как данные с камер уличного наблюдения или медицинская информация, может быть ограничена в своей отправке в Backend из соображений безопасности и конфиденциальности. Шлюз может выполнять функции фильтрации и обезличивания данных, а также обеспечивать локальное хранение такой информации без необходимости постоянного контроля со стороны людей.

Присутствие уровня шлюза в IoT-решениях позволяет оптимизировать нагрузку на Backend, обеспечить реакцию в реальном времени для периферийных устройств и обрабатывать информацию с учетом требований безопасности и конфиденциальности.

Шлюз должен обеспечивать следующий основной функционал:

- Обработка данных: Шлюз выполняет второй уровень ETL (извлечение, преобразование и загрузка) перед отправкой данных в Backend. Это позволяет выполнять необходимые вычисления и обработку данных непосредственно на уровне шлюза перед передачей их в Backend. Такой подход снижает нагрузку на Backend и позволяет эффективно использовать его ресурсы.

- Локальная реакция на критические ситуации: Шлюз способен фиксировать критические ситуации и предпринимать локальные действия даже без связи с Backend. Это подобно автономным функциям, которые могут реагировать на сигналы, наподобие сердцебиения или дыхания, без необходимости обращения к центральному управлению. Такая возможность обеспечивает быструю реакцию на события в реальном времени.

- Коммуникация с Backend: Шлюз устанавливает связь с Backend для отправки обработанных данных от периферийных устройств и получения конфигурационных данных для них. Это обеспечивает обмен информацией между периферийными устройствами и Backend, позволяя управлять и мониторить их работу.

- **Хранение информации:** Шлюз сохраняет информацию о статусе периферийных устройств и данные, собранные ими. Это позволяет осуществлять локальное хранение данных, даже при отсутствии связи с Backend, и обеспечивает сохранность информации о работе устройств [13].

### **1.4.2.3 Подуровень внешних сетей**

Слой внешних сетей разделяет периферийную и Backend части IoT-решения. Шлюз обычно связан с Backend с использованием мобильной беспроводной связи, такой как 4G/5G, хотя иногда может быть использована проводная сеть для доступа в Интернет.

В IoT-решениях широко применяются следующие типы сетей:

Беспроводная связь среднего радиуса действия:

- **LTE-Advanced** – это стандарт высокоскоростной связи для мобильных сетей, который расширяет охват, повышает пропускную способность и снижает задержку по сравнению с обычным LTE.

- **Сети 5G** – используются для удовлетворения высоких требований Интернета вещей в отношении связи и подключения большого количества устройств IoT, даже когда они находятся в движении.

Беспроводная связь дальнего действия:

- **Маломощные глобальные сети (LPWAN)** – это беспроводные сети, предназначенные для связи на большие расстояния с низкой скоростью передачи данных, при этом снижая энергопотребление и затраты на передачу. Некоторые из технологий LPWAN включают LoRaWAN, Sigfox, NB-IoT, Weightless и RPMA.

- **Терминал с очень малой апертурой (VSAT)** – это технология спутниковой связи, которая использует небольшие антенны для передачи узкополосных и широкополосных данных.

Проводная сеть:

- **Ethernet** – это стандартная сетевая технология, которая использует витую пару и оптоволоконные линии в связке с концентраторами или коммутаторами.

- **Связь по линии электропередачи (PLC)** – это технология связи, которая использует электрическую проводку для передачи энергии и данных.

Эти типы сетей обеспечивают различные варианты связи между периферийными устройствами и Backend, учитывая разные требования по скорости, расстоянию и энергопотреблению [14].

### **1.4.3 Уровень поддержки приложений и услуг**

Сервисный уровень в IoT-решении включает набор информационных услуг, которые автоматизируют технологические и бизнес-операции. Вот некоторые из этих услуг:

1. Операционная поддержка и поддержка бизнес-процессов (OSS/BSS): это системы поддержки операционной деятельности и системы поддержки бизнес-процессов. Они предоставляют инструменты для управления и контроля различных аспектов IoT-инфраструктуры, таких как управление устройствами, мониторинг, управление сервисами, сбор и обработка данных и другие операционные функции.

2. Аналитика данных: включает различные методы и технологии для обработки и анализа данных, собранных от устройств IoT. Это может включать статистический анализ данных, интеллектуальный анализ данных и текстов, прогностическую аналитику и другие методы, которые помогают извлекать ценную информацию и получать понимание из объемных данных IoT.

3. Хранение данных: включает системы и решения для хранения и управления данными, собранными от устройств IoT. Это может быть в форме баз данных, облачного хранилища данных или других технологий, обеспечивающих надежное и масштабируемое хранение данных IoT.

4. Информационная безопасность: включает меры и механизмы для обеспечения безопасности данных и систем IoT. Это включает в себя защиту от несанкционированного доступа, шифрование данных, управление идентификацией и аутентификацией, мониторинг безопасности и другие меры для обеспечения конфиденциальности, целостности и доступности данных IoT.

5. Управление бизнес-правилами (BRM): включает системы и инструменты для управления и автоматизации бизнес-правил в IoT-решении. Это позволяет определять и применять правила, политики и процедуры, связанные с бизнес-операциями, на основе данных и условий IoT.

6. Управление бизнес-процессами (BPM): включает системы и инструменты для моделирования, управления и оптимизации бизнес-процессов в IoT-решении [10].

### **1.4.4 Уровень приложений**

На четвертом уровне архитектуры IoT существуют различные типы приложений для соответствующих промышленных секторов и сфер деятельности (энергетика, транспорт, торговля, медицина, образование и др.). Приложения могут быть «вертикальными», когда они являются специфическими для конкретной отрасли

промышленности, а также «горизонтальными», (например, управление автопарком, отслеживание активов и др.), которые могут использоваться в различных секторах экономики.

## **1.5 Протоколы интернета вещей**

### **1.5.1 Сеть на участке сенсорный узел – сенсорный узел**

Протокол DDS (Data Distribution Service) является механизмом распределения данных между устройствами в сенсорных сетях. Он обеспечивает связь между сенсорными узлами и датчиками, используя шаблон «издатель-подписчик» для передачи сообщений по шине.

DDS основан на реляционной модели данных и реализует многоадресную систему, используя протокол UDP (User Datagram Protocol). Он поддерживает операции чтения и записи данных между устройствами.

DDS определяет различные классы для выполнения операций. Некоторые из этих классов включают:

1. Entity Class: Класс, представляющий сущности в системе DDS, такие как издатели (Publishers), подписчики (Subscribers), писатели данных (DataWriters) и читатели данных (DataReaders);
2. WaitSet Class: Класс, который позволяет приложению ожидать наступления определенных событий, связанных с данными DDS, и реагировать на них;
3. Condition Class: Класс, представляющий условия, при которых выполняются определенные действия. Он используется для определения фильтров и ограничений при получении данных;
4. Publisher Class: Класс, представляющий издателя данных. Он отвечает за отправку данных по шине DDS;
5. DataWriter Class: Класс, используемый для записи данных в систему DDS. Он связан с издателем данных и отвечает за отправку данных;
6. Subscriber Class: Класс, представляющий подписчика данных. Он отвечает за получение данных из системы DDS;
7. DataReader Class: Класс, используемый для чтения данных из системы DDS. Он связан с подписчиком данных и отвечает за прием данных;
8. ReadCondition Class: Класс, используемый для определения условий чтения данных из системы DDS. Он позволяет приложению определить, когда и какие данные будут приняты;

Протокол DDS обеспечивает надежную и эффективную связь между сенсорными узлами и датчиками в сети IoT, позволяя им обмениваться данными с использованием стандартизированного протокола и методов обмена сообщениями [15].



Рисунок 2 – Пример сети на участке узел-узел [15]

### 1.5.2 Сеть на участке сенсорный узел – брокер

На участке сети, где взаимодействуют сенсорный узел и брокер, могут использоваться протоколы XMPP и CoAP для таких задач, как конфигурация и настройки узлов; передача и распределение информации и т.д.

Протокол XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) является расширяемым протоколом для обмена сообщениями и информацией о присутствии. В контексте Интернета вещей (IoT), XMPP обеспечивает удобную адресацию устройств и идентификацию пользователей с помощью идентификаторов JID (Jabber ID), которые напоминают адреса электронной почты. XMPP использует текстовый формат XML и работает поверх протокола TCP. Он поддерживает различные модели коммуникации, такие как запрос-ответ и публикация-подписка. XMPP обладает хорошей масштабируемостью и безопасностью, что делает его идеальным для приложений IoT, ориентированных на потребителя. Он широко используется в относительно небольших персональных сетях или для взаимодействия между удаленными точками, например, для управления устройствами домашней автоматизации через веб-сервер с использованием мобильного телефона.

Протокол CoAP (Constrained Application Protocol) является специализированным протоколом передачи, разработанным для сетей и устройств с ограниченными ресурсами, таких как устройства IoT и M2M-приложения. CoAP можно рассматривать как дополнение к протоколу HTTP, но с учетом ограничений устройств. Он использует протокол UDP в качестве транспортного протокола. Протокол CoAP эффективно работает в сетях с ограниченными ресурсами, где низкое энергопотребление является важным фактором. Он оптимизирован для экономии пропускной способности и энергии. Протокол CoAP часто применяется в устройствах IoT для передачи данных с низкой задержкой и низкой нагрузкой на сеть.

Таким образом, протокол XMPP подходит для небольших персональных сетей и взаимодействия между удаленными точками, а протокол CoAP эффективен в сетях с ограниченными ресурсами и низким энергопотреблением [15].

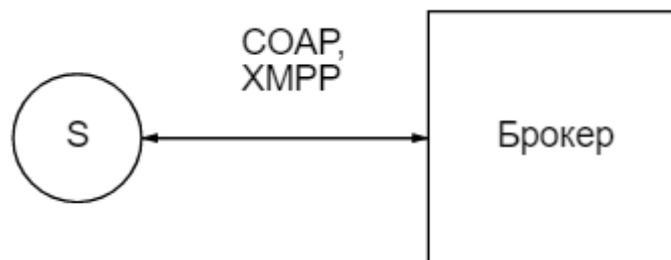


Рисунок 3 – Пример сети на участке узел-брокер [15]

### 1.5.3 Сеть на участке брокер – сервер

На участке сети, где взаимодействуют брокер и сервер, выполняются функции сбора и агрегации данных, организации очередей сообщений, а также распределения и хранения информации «до востребования».

Для загруженных сетей с большим количеством устройств рациональнее применять протокол MQTT (Message Queue Telemetry Transport). MQTT предназначен для телеметрии и дистанционного мониторинга. Он работает по принципу «издатель-подписчик» и позволяет устройствам посылать и получать данные при возникновении определенного события. MQTT является бинарным протоколом обмена сообщениями и работает поверх протокола TCP. Он эффективно снижает нагрузку на канал за счет организации очередей сообщений.

Для сетей, использующих оборудование различных платформ и предпочитающих простой протокол передачи сообщений, можно использовать протокол STOMP (Simple Text Oriented Message Protocol). STOMP является простым текстовым протоколом обмена сообщениями, который позволяет взаимодействовать с различными языками, платформами и брокерами. Он работает поверх протокола TCP и поддерживает общение между клиентами STOMP и брокерами сообщений. Протокол STOMP предоставляет способ взаимодействия между клиентами и брокерами сообщений, разработанный для обмена сообщениями между различными платформами и языками программирования [18] [19].

Таким образом, MQTT подходит для загруженных сетей с большим количеством устройств, а STOMP предоставляет простой протокол обмена сообщениями для сетей с оборудованием различных платформ.

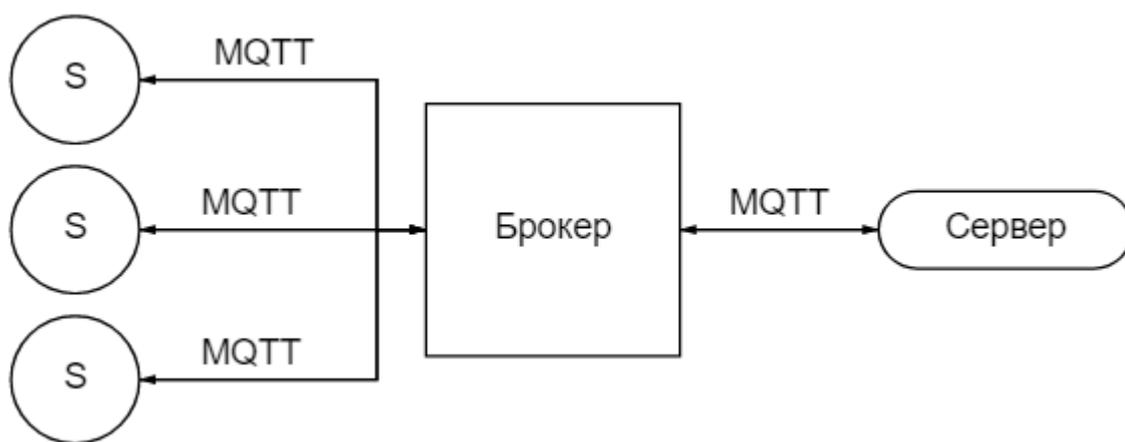


Рисунок 4 – Пример сети на участке брокер-сервер [15]

#### 1.5.4 Сеть на участке сервер - приложение

На заключительном участке топологии сети Интернета вещей, где взаимодействует сервер с приложением пользователя, выполняются задачи, связанные с получением информации с сервера, конфигурацией параметров пользователем и другими взаимодействиями пользователя с системой.

Для распределенной вычислительной среды и веб-сервисов наиболее часто используемым протоколом является SOAP (Simple Object Access Protocol) [20]. SOAP представляет собой протокол обмена структурированными и произвольными сообщениями в формате XML в распределенной вычислительной среде. Он обеспечивает согласованную передачу сообщений от отправителя к получателю, а также поддерживает наличие посредников, которые могут обрабатывать часть сообщения или добавлять к нему дополнительные элементы.

SOAP имеет два основных механизма доступа: SOAP RPC (Remote Procedure Call) и SOAP Message.

SOAP RPC представляет собой простой протокол «запрос-ответ» и основан на объекте Call. Он позволяет синхронно вызывать удаленные процедуры с использованием XML.

SOAP Message, в свою очередь, предоставляет протокол для отправки и обработки SOAP-сообщений. Он может использоваться для асинхронных коммуникаций и подразумевает немедленный или отложенный ответ на запрос. SOAP Message основан на объекте Message.

Протокол SOAP может использоваться с любым протоколом прикладного уровня, такими как SMTP, FTP, HTTP, HTTPS. Это означает, что SOAP-сообщения могут быть

переданы через указанные протоколы взаимодействия с сервером приложения пользователя.

Таким образом, протокол SOAP предоставляет механизм доступа RPC, который позволяет удаленно вызывать функции, и может быть использован для сложных взаимоотношений между сервером и приложением пользователя.

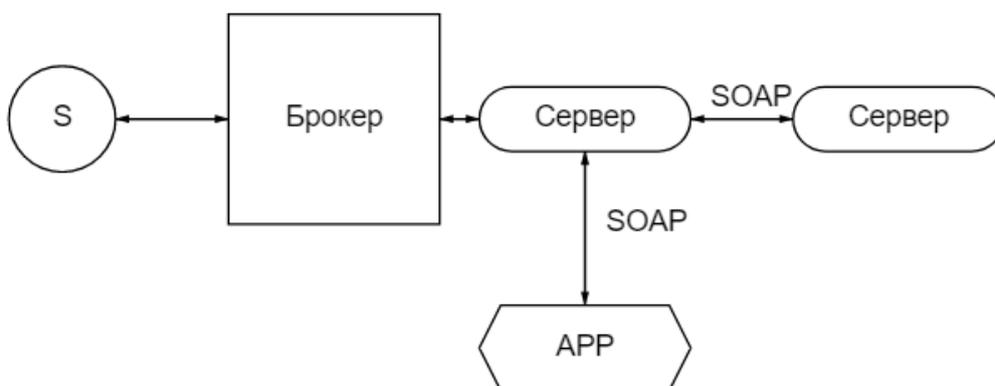


Рисунок 5 – Участок сети сервер – приложение [15]

## 1.6 Платформы интернета вещей

Действительно, платформы Интернета вещей (IoT) предоставляют инфраструктуру и инструменты для создания и развертывания проектов IoT. Хотя точное определение платформы IoT может быть сложным из-за многообразия поставщиков услуг и их предложений, обычно такие платформы включают следующие компоненты:

1. Облачный шлюз Интернета вещей – это промежуточное устройство, которое обеспечивает связь между физическими устройствами IoT и облачной инфраструктурой. Шлюз обычно выполняет функции связи, протоколирования, обработки данных и безопасности.

2. Средства проверки подлинности и управление устройствами: платформы IoT предоставляют механизмы для аутентификации и авторизации устройств, чтобы обеспечить безопасность и контроль доступа. Они также предоставляют возможности управления устройствами, такие как удаленное управление, мониторинг состояния и настройка параметров.

3. API-интерфейсы: платформы IoT обычно предлагают API для взаимодействия с устройствами и доступа к их данным. API позволяют разработчикам создавать собственные приложения и интегрировать устройства IoT в другие системы.

4. Облачная инфраструктура: платформы IoT обычно предоставляют облачную инфраструктуру для хранения, обработки и анализа данных, собранных с устройств IoT.

Облачные ресурсы обеспечивают масштабируемость, доступность и высокую производительность для обработки больших объемов данных.

5. Интеграция сторонних приложений: платформы IoT часто поддерживают интеграцию с другими приложениями и сервисами, такими как системы управления предприятием (ERP), аналитические инструменты и CRM-системы. Это позволяет создавать более широкие решения и интегрировать данные IoT с другими бизнес-процессами [12].

Однако, следует отметить, что определение полноценной платформы IoT может варьироваться в зависимости от конкретных потребностей и требований проекта. Различные поставщики услуг могут предлагать различные функциональные возможности и уровни интеграции;

Эксперты из «IoT Analytics» считают, что полноценной IoT платформой следует считать такую платформу, которая позволяет разрабатывать соответствующие приложения/решения [21].

Современная платформа интернета вещей, по их мнению, должна содержать 8 компонентов:



Рисунок 6 - восемь компонентов IoT-платформы [21]

1. Подключение и нормализация: объединяет различные протоколы и различные форматы данных в один “программный” интерфейс, обеспечивающий точную потоковую передачу данных и взаимодействие со всеми устройствами.

2. Управление устройствами: обеспечивает правильную работу подключенных “вещей”, бесперебойное выполнение исправлений и обновлений для программного обеспечения и приложений, запущенных на устройстве или пограничных шлюзах.

3. База данных: масштабируемое хранилище данных устройств выводит требования к гибридным облачным базам данных на новый уровень с точки зрения объема, разнообразия, скорости и достоверности данных.

4. Обработка и управление действиями: оживляет данные с помощью триггеров событий-действий на основе правил, позволяющих выполнять “умные” действия на основе конкретных данных датчиков.

5. Аналитика: выполняет целый ряд сложных анализов, от базовой кластеризации данных и глубокого машинного обучения до прогнозной аналитики, извлекающей максимальную отдачу из потока данных Интернета вещей.

6. Визуализация: позволяет людям видеть закономерности и наблюдать тенденции с помощью информационных панелей визуализации, где данные наглядно отображаются с помощью линейных, многоуровневых или круговых диаграмм, 2D- или даже 3D-моделей.

7. Дополнительные инструменты: позволяют разработчикам Интернета вещей создавать прототипы, тестировать и продавать варианты использования Интернета вещей, создавая приложения экосистемы платформы для визуализации, управления и контроля подключенных устройств.

Внешние интерфейсы: интеграция со сторонними системами и остальной частью более широкой ИТ-экосистемы с помощью встроенных интерфейсов прикладного программирования (API), наборов для разработки программного обеспечения (SDK) и шлюзов [21].

### **1.7 Существующие платформы интернета вещей**

В настоящее время существует очень много платформ интернет вещей, остановимся более подробно на открытых платформах.

1. OpenHAB: Среда разработки для «умного дома» с открытым исходным кодом. Поддерживает различные технологии и компоненты IoT, предоставляет правила, скрипты и процессы для автоматизации.

2. OpenIoT: Java-платформа для создания IoT-приложений. Включает промежуточное ПО для датчиков и сенсорных сетей, а также предоставляет модели и аннотации для объектов IoT.

3. OpenRemote: Система, разработанная для автоматизации зданий. Поддерживает редкие сетевые спецификации и протоколы, такие как 1-Wire, EnOcean, xPL, Insteon и X10. Предоставляет облачные инструменты для проектирования пользовательского интерфейса и удаленного управления.

4. OpenThread: Открытый проект, основанный на компании Nest (приобретенной Google), предоставляющий открытый код для устройств на 6LoWPAN и других протоколах.

5. Physical Web / Eddystone: Разработка Google, направленная на создание маячков на Bluetooth 4.0 (BLE), которые передают URL-адреса на смартфоны для взаимодействия с устройствами IoT.

6. PlatformIO: Система разработки на Python с IDE, генератором проектов и менеджером библиотек. Поддерживает множество платформ и интегрируется с популярными IDE, такими как Eclipse и Qt Creator.

7. The Thing System: Программное обеспечение на Node.js для смартфонов, предоставляющее поддержку «реальной автоматизации» и взаимодействия с устройствами IoT.

8. ThingSpeak: Платформа для регистрации датчиков, отслеживания местоположения, создания триггеров и анализа данных IoT. Пользователи могут использовать версию MATLAB для анализа и визуализации данных.

9. Zetta: IoT-платформа на Node.js и REST/WebSockets, рекламируемая как API-first система с поддержкой визуализации и аналитики. Поддерживает Linux-платы и Arduino, использует Heroku для создания геораспределенных сетей.

10. Mainspring: Платформа, разработанная на Java компанией M2MLabs, использующая REST для коммуникаций IoT и предоставляющая инструменты для настройки оборудования и моделирования.

11. Node-RED: Инструмент визуальной разработки на Node.js, позволяющий проектировать сети IoT с помощью браузерного редактора «поточков». Узлы могут быть развернуты как «среды выполнения» на серверах и облачных платформах. Обмен данными основан на JSON, а платформа поддерживает устройства на платах с Linux, а также интегрируется с Docker, IBM Bluemix, AWS и Azure.

12. Open Connectivity Foundation (IoTivity): Разработана совместно Intel и Samsung. IoTivity стремится стать ведущей группой стандартов на базе открытого кода для IoT. Платформа поддерживает протоколы обмена данными, такие как RESTful, JSON и CoAP [23].

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1AM11	Табурчинов Матвей Ильич

<b>Школа</b>	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Отделение электронной инженерии
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	11.04.04 Электроника и наноэлектроника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов определялась в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Коэффициенты для расчета заработной платы.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30 %.</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>1. Потенциальные потребители результатов исследования; 2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения; 3. SWOT – анализ.</i>
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>1. Постановка цели, ожидаемых результатов проекта; 2. Определение внутренних и внешних заинтересованных сторон проекта; 3. Определение ограничений/допущений проекта.</i>
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>1. План проекта; 2. Бюджет научно - технического исследования (НТИ); 3. Реестр рисков проекта.</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности проекта.</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сегментирование рынка</li> <li>2. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>3. Матрица SWOT</li> <li>4. График проведения и бюджет НТИ</li> <li>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</li> <li>6. Потенциальные риски</li> </ol>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор ОСГН ШБИП ТПУ	Гасанов Магеррам Али оглы	Д.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1AM11	Табурчинов Матвей Ильич		

## 6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью магистерской диссертации является разработка ИОТ-платформы для датчиков лаборатории электроники.

В современном мире технологии активно применяются во всех сферах нашей жизни, следовательно, перспектива в развитии уровня жизни заключается в совершенствовании технологий. Также в настоящее время все большую ценность и актуальность приобретают данные практически обо всем: о параметрах организма человека (пульс, давление и т.д.), о количестве посетителей в магазине, о потреблении энергии в доме, список можно продолжать бесконечно. Полученные данные используют рекламодатели, производители всевозможных изделий, аналитики. В последнее время мы все чаще слышим об автомобилях на самоуправлении, автоматическом снятии показаний приборов, бесконтактных платежах и умных городах. Факт необходимости сбора данных и «умных» решениях приводит к актуальности интернета вещей. Он связывает различные объекты и многократно расширяет использование данных, тем самым обеспечивая повышение производительности и приводя к изменениям в отрасли.

Однако, не имеет смысла создавать «умные» вещи, если при этом, например, домашний роутер не может обнаружить в сети «умное» устройство. Аналогичная ситуация с производством – невыгодно заменять большую часть оборудования лишь для того, чтобы перевести завод на современные технологии. Поэтому крайне необходимы платформы, которые позволяют создать незаметную интеграцию в единую сеть различных устройств с различными протоколами обмена данных.

ИОТ-платформы являются одним из наиболее актуальных и перспективных направлений в современных технологиях. Они позволяют предприятиям и организациям подключать и интегрировать различные устройства и системы в одну сеть, что позволяет им получать больше данных и информации для анализа и управления. Тем самым позволяя им более эффективно работать и развиваться. Также они позволяют предприятиям и организациям более эффективно использовать ресурсы и улучшать производительность.

Создание ИОТ-платформы для датчиков лаборатории электроники представляет собой актуальную задачу, так как позволит автоматизировать процессы мониторинга и анализа данных в реальном времени. Это позволит улучшить качество исследований и процессов в лаборатории, а также сделает их более безопасными. Также эта платформа

позволит легко интегрировать датчики в существующие системы и предоставит возможность для более точного и быстрого анализа данных.

В данном разделе будет проведен анализ эффективности устройства и его конкурентоспособности, что позволит оценить уровень его привлекательности для потенциальных потребителей. Также это позволит проанализировать затраты ресурсов на реализацию проекта и полученные результаты, его соответствия поставленным целям и ожиданиям участников.

## **6.1 Предпроектный анализ**

### **6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

ИОТ-платформа для датчиков лаборатории электроники – это совокупность электронных приборов (датчиков) и программного обеспечения для обработки показаний и настройки датчиков через графический интерфейс. Данная платформа и ей подобные могут быть легко интегрированы в уже существующие системы разработки и диагностики электроники. Поэтому данные ИОТ-платформы применяются во многих сферах: системы управления, системы обеспечения безопасности, смартфоны, компьютерная техника, электронные устройства для дома, медицинское оборудование, осветительные системы и так далее.

Потенциальными потребителями результатов исследования могут быть как мелкие и средние организации, такие как образовательные учреждения, так и крупные предприятия, использующее такое устройство для обучения сотрудников.

Из выявленных критериев целесообразно выбрать два наиболее значимых для рынка. На основании этих критериев строится карта сегментирования рынка. В таблице 7 приведена карта сегментирования рынка.

Таблица 7 – Карта сегментирования рынка

Форма выпуска	Единичный экземпляр	Партия
Потребитель		
Мелкие компании	+	-
Средние компании	+	-
Крупные компании	-	+

Из полученной карты сегментирования рынка видно, что разрабатываемая платформа будет востребована в компаниях различного масштаба. Наибольший потенциальный спрос наблюдается при выпуске единичных экземпляров и экземпляров в малых количествах, что повышает конкуренцию предприятий на получение готовых устройств. При единичной форме выпуска реализация возможна среди мелких и средних компаний, что делает такой вариант формы выпуска устройства наиболее благоприятным.

Крупные же компании потенциально способны на заказ целой партии устройств, что при данной форме выпуска делает предприятия такого типа основным сегментом рынка для реализации готового продукта.

### **6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

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

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. В ней проводилось сравнение разрабатываемой платформы с цифровой лабораторией EINSTEIN, Израиль и с цифровой лабораторией ООО «НПП Учтехприбор», Россия.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (10)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

В таблице 8 представлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{K1}$	$B_{K2}$	$K_{\phi}$	$K_{K1}$	$K_{K2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии обогащаемого материала							
1. Кол-во датчиков, подключаемых к одной платформе	0,2	5	2	2	1	0,4	0,4
2. Удобство в эксплуатации	0,2	4	5	3	0,8	1	0,6
3. Точность измерений	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
4. Функционал	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
5. Удобство настройки датчиков	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,1	5	1	2	0,5	0,1	0,2
2. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
3. Уровень проникновения на рынок	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,02	4	4	4	0,08	0,08	0,08
Итого:	1	36	34	28	4,34	3,63	2,92

$B_{\phi}$  – разрабатываемое устройство;

$B_{K1}$  – цифровая лаборатория EINSTEIN;

$B_{K2}$  – цифровая лаборатория ООО «НПП Учтехприбор».

После проведения данного анализа можно сделать вывод, что данная разработка является конкурентоспособной по сравнению с генераторами, существующими на рынке. Основными конкурентными преимуществами данной разработки являются более низкая по сравнению с конкурентами цена, удобство в эксплуатации и настройке, количество датчиков, подключаемых к платформе. Минусом конкурирующих устройств является высокая цена, сложность работы.

### 6.1.3 SWOT-анализ

Для комплексной оценки научно-исследовательского проекта применяют SWOT-анализ, результатом которого является описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для его реализации, которые проявились или могут появиться в его внешней и внутренней среде.

Разработанная для данного исследования матрица SWOT представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Дешевизна. С2. Легкое масштабирование. С3. Удобство в эксплуатации. С4. Датчики базируются на дешевых и распространенных контроллерах.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Точность датчиков. Сл2. Не полная автономность датчиков. Сл3. Отсутствие финансирования. Сл4. Отсутствие прототипа научной разработки.
<b>Возможности:</b> В1. Выход на конечных потребителей при помощи информационных ресурсов ТПУ. В2. Повышение стоимости конкурентных разработок. В3. Привлечение специалистов из ТПУ для работы над проектом. В4. Появление дополнительного спроса на новый продукт.	1. Улучшение характеристик датчиков и совершенствование интерфейса позволит увеличить спрос. Это позволит выйти на рынок образовательных платформ в РФ, вытеснить с рынка товары низкой стоимости из Китая и конкурировать с импортными продуктами и отечественными. 2. Использование ресурсов университета значительно повысит экономичность и безопасность разработки.	1. Помощь в финансировании проекта и его сертификации увеличит конкурентоспособность. 2. Отсутствие финансирования заметно снизит эффективность разработки, но использование ресурсов ТПУ может устранить этот недостаток. 3. Повышение стоимости конкурентных разработок вынудит потребителей приобрести разрабатываемое устройство, не смотря на его слабые стороны.
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса. У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования. У3. Развитая конкуренция технологий производства. У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции. У5. Повышение стоимости компонентной базы.	1. Удобство эксплуатации, низкая стоимость разрабатываемого устройства, вполне способны удержать устройство на рынке даже при уменьшении спроса и при появлении новых конкурентных разработок.	1. В связи с развитием конкуренции технологий, несвоевременным финансированием, введением дополнительных государственных требований к сертификации, есть риск потери занятой ниши рынка. 2. Повышение стоимости компонентной базы негативно скажется на стоимости устройства, что можно исправить использованием уже купленных компонентов и компонентов, которые есть в лаборатории, где разрабатывается устройство.

Таким образом, в ходе проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны научно-исследовательского проекта, а также его возможности и вероятные угрозы. Необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как низкая цена, легкая масштабируемость и удобство в эксплуатации, так как именно эти сильные стороны проекта связаны с наибольшим количеством возможностей. Что касается слабых стороны, необходимо обратить внимание на работу с привлечением финансирования. Работа над этими недостатками позволит повысить конкурентоспособность, уменьшить влияние внешних угроз на проект.

## 6.2 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, фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат. 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.

### 6.2.1 Цели и результат проекта

Заинтересованные стороны проекта представлены в таблице 10, цели и результат проекта – в таблице 11.

Таблица 10 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Образовательные организации	Проведение экспериментов для обучения студентов
Предприятия, имеющие лаборатории электроники.	Проведение экспериментов, испытаний, измерений

Таблица 11 – Цели и результат проекта

Цель проекта	Разработка IoT-платформы для датчиков лаборатории электроники
Ожидаемые результаты проекта	Разработанная платформа должна включать в себя графический интерфейс для мониторинга показаний датчиков, для настройки отдельных датчиков и конфигурирования их взаимодействия, а так же беспроводные датчики: температуры/влажности в помещении, уровня углекислого газа в помещении, уровня освещения в помещении, потребляемой мощности розетки, тока/напряжения, частоты.
Критерии приемки результата проекта	Реализация графического интерфейса и датчиков и успешное тестирование.
Требования к результату проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Возможность простой настройки датчиков;</li> <li>– Возможность мониторинга показаний датчиков;</li> <li>– Возможность сохранять данные мониторинга.</li> </ul>

В данном подразделе мы определили заинтересованные стороны проекта и сформулировали цели и ожидаемый результат НТИ.

### 6.2.2 Организационная структура проекта

На данном этапе необходимо сформировать рабочую группу (таблица 12), определить роль каждого участника, прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте.

Таблица 12 – Рабочая группа проекта

п/п	ФИО, основное место работы	Роль в проекте	Функции	Трудозатр. час.
1	Громов М.Л., доцент ОЭИ	Руководитель	Составление и утверждение научного задания, календарное планирование работ по теме, оценка эффективности полученных результатов	120
2	Табурчинов М.И., магистрант	Исполнитель	Выполнение поставленной задачи разработки, составление и оформление пояснительной записки к ВКР	664
Итого:				936

Таким образом, мы сформировали рабочую группу проекта, а именно – определили роль каждого участника, прописали функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте, основная часть трудозатрат ложится на исполнителя-магистранта.

### 6.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта (таблица 13) – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта.

Таблица 13 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/допущения
1 Бюджет проекта	350 000
1.1 Источник финансирования	НИ ТПУ
2 Сроки проекта	01.02.2023 – 06.06.2023
2.1 Дата утверждения плана управления проектом	01.02.2023
2.2 Дата завершения проекта	06.06.2023
3 Прочие ограничения и допущения	Отсутствуют

Таким образом, мы определили ограничения и допущения проекта. Главными ограничениями научно-технического исследования являются сроки выполнения и бюджет.

### 6.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- Формирование иерархической структуры работ проекта.
- Определение ключевых (контрольных) событий проекта.
- Построение календарного графика проекта.
- Планирование бюджета научного исследования.

#### 6.3.1 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Для выполнения научно-исследовательской работы формируется рабочая группа, в состав которой входят:

- руководитель проекта (Р);
- исполнитель (магистрант) (И);

На следующем этапе составляется перечень работ в рамках проведения научного исследования, а также проводится распределение исполнителей по видам работ. Полученный линейный график проекта представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Календарный план проекта

№	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Составление и утверждение научного задания	3	01.02.2023	04.02.2023	Руководитель
2	Подбор и изучение материалов по теме	8	05.02.2023	13.02.2023	Исполнитель
3	Анализ исходных данных	7	14.02.2023	21.02.2023	Исполнитель
4	Выбор метода выполнения работы	4	22.02.2023	26.02.2023	Руководитель Исполнитель
5	Календарное планирование работ по теме	3	27.02.2023	02.03.2023	Исполнитель
6	Составление алгоритма работы программы	7	03.03.2023	10.03.2023	Исполнитель
7	Составление кода программы	30	11.03.2023	10.04.2023	Исполнитель
8	Тестирование кода программы	10	11.04.2023	21.04.2023	Исполнитель
9	Разработка печатных плат	8	22.04.2023	30.04.2023	
10	Анализ результатов работы	4	30.04.2023	04.05.2023	Руководитель Исполнитель
11	Конструирование и изготовление макета устройства	5	05.05.2023	10.05.2023	Исполнитель
12	Лабораторные испытания макета	5	11.05.2023	16.05.2023	Исполнитель
13	Определение целесообразности проведения НИР	4	17.05.2023	21.05.2023	Руководитель Исполнитель
14	Составление пояснительной записки к ВКР	12	22.05.2023	03.06.2023	Исполнитель
15	Оформление пояснительной записки к ВКР по ГОСТу	2	04.06.2023	06.06.2023	Исполнитель
Итого:		112	01.02.2023	06.06.2023	

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (11)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (12)$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

Согласно производственному календарю (для 6-дневной рабочей недели) в 2023 году 365 календарных дней, 122 выходных/праздничных дней.

Впоянйчислим коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Был составлен календарный план-график, показывающий продолжительность выполнения работ ВКР. В результате планирования графика, продолжительность работ равна трём месяцам (рисунок 40).

Красным цветом на рисунке обозначены работы, выполненные руководителем, синим – руководителем и инженером, зеленым – инженером.

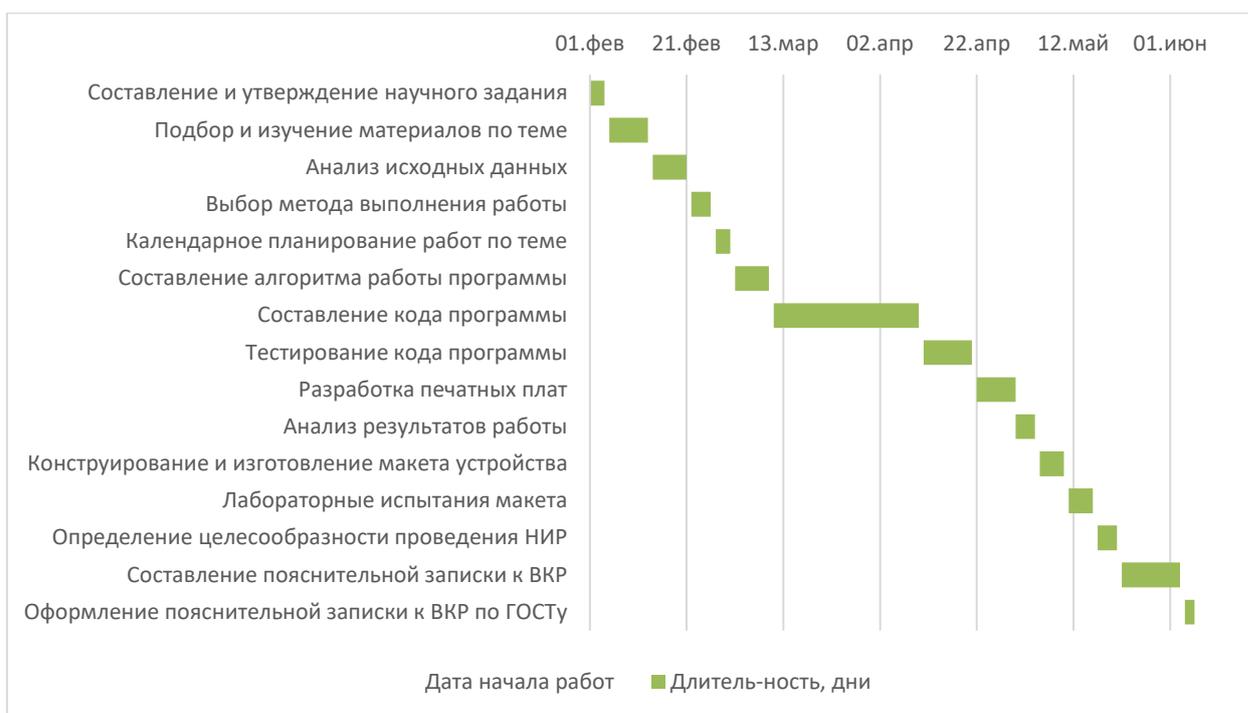


Рисунок 40 – Календарный план-график выполнения работ (диаграмма Ганта)

Таким образом, мы определили трудоемкость выполнения работ и разработали календарный план-график проведения магистерской диссертации по теме. По нему можно увидеть, что самые продолжительные по времени работы – это составление кода программы, обеспечивающей работу устройства (30 дней), и составление пояснительной записки (12 дней).

### 6.3.2 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты.
- Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ
- Основная заработная плата.
- Дополнительная заработная плата.
- Отчисления во внебюджетные фонды.
- Накладные расходы.

### 6.3.2.1 Затраты на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

Данная статья отражает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и доставку. В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 15.

Таблица 15 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Мини-компьютер	Raspberry PI 3	1	12000	12000
Микроконтроллер	ESP-07	5	160	800
Микроконтроллер	ESP-32	1	220	220
Микросхема датчика тока/напряжения	INA219	1	170	170
OLED-дисплей	SSD1306	3	185	555
Модуль питания	HLK-PM01	1	220	220
Модуль питания	HLK-PM03	1	230	230
Модуль измерений	PZEM-004T	1	730	730
Датчик CO2	MQ-135	1	130	130
Платы печатные		6	200	1200
Всего за материалы				16255
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				812.75
Итого по статье $C_m$				17 067.75

На данном этапе мы рассчитали материальные затраты, необходимые для проведения научно-технического исследования. Они составляют 17067.75 руб.

### 6.3.2.2 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме – результат в таблице 16. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 16 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1	Персональный компьютер	1	40	40
2	Паяльная станция Lukey 702	1	6.3	6.3
3	3D-принтер Flying Bear Ghost 6	1	23	23
Сумма, руб.				69 300
Доставка и монтаж (15% от общей суммы), руб.				10 395
Итого, руб.				79 695

### 6.3.2.3 Основная заработная плата

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада.

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

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (13)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (14)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (15)$$

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя.

Таблица 17 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней – выходные дни – праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени – отпуск – невыходы по болезни	48 –	48 –
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_6 \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (16)$$

где  $Z_6$  – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, определяется Положением об оплате труда;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для г. Томска).

Результат расчетов заработных плат представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_6$ , руб	$k_p$	$Z_M$ , руб	$Z_{дн}$ , руб	$T_p$ , дни	$Z_{осн}$ , руб
Руководитель	37 700	1,3	49 010	2561	15	38 415
Исполнитель	14 300	1,3	18 590	971	83	75 738
Итого:						114 153

Таким образом, мы рассчитали основную заработную плату исполнителей данного научно-технического исследования. Общая сумма заработной платы участников проекта составляет 114 153 руб.

#### 6.3.2.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

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. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

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

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (17)$$

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

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

В таблице 19 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 19 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная зарплата	38 415	75 738
Дополнительная зарплата	3 841,5	7 573,8
Зарплата исполнителя	42 256,5	83 311,8
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	125 568,3	

#### 6.3.2.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (18)$$

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

На 2023 г. в соответствии с Федеральным законом от 14 июля 2023 г. № 239-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 %.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	38 415	3 841,5
Исполнитель	75 738	7 573,8
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого:	37 670,49	

### 6.3.2.6 Накладные расходы

В эту статью относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (19)$$

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

$$C_{\text{накл}} = 0,7 * (38 415 + 3841,5 + 75 738 + 7 573,8) = 87 897, 81.$$

### 6.3.2.7 Группировка затрат по статьям

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Группировка затрат по статьям

Вид работ	Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления во внебюджетные фонды	Накладные расходы	Итого
Разработка ИОТ-платформы для датчиков лаборатории и электроник и	17 067,75	79 695	114 153	11 415,3	37 670,49	87 897, 81	347 899,4

Подводя итог, мы можем сделать вывод, что бюджет затрат научно-технического исследования равен 347 899,4 руб.

### 6.3.3 Реестр рисков проекта

Во время проекта существует риск возникновения неопределённых событий, которые могут повлечь за собой нежелательные эффекты. Для таких событий составлен реестр рисков, содержащий в себе общую информацию о них (таблица 22). Вероятность наступления и влияние определённого риска оцениваются по пятибалльной шкале. Уровень риска может быть высокий, средний или низкий в зависимости от вероятности наступления и степени влияния риска.

Таблица 22 – Реестр рисков

Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние	Уровень	Способы смягчения	Условия наступления
Управление проектом	Некорректный сбор информации	3	5	Высокий	Распределение обязанностей	Несогласованность действие
Технический	Некорректные результаты	3	5	Высокий	Чёткое планирование	Несогласованность действий
Внешний	Несоответствие плану	2	3	Средний	Резервное время	Отсутствие данных

По результатам данного подраздела можно сделать вывод, что риск возникновения неопределённых событий, которые могут повлечь за собой нежелательные эффекты, существует, но вероятность их наступления маловероятна.

## 6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

### 6.4.1.1 Оценка сравнительной эффективности исследования

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\Phi}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (20)$$

где  $I_{\phi}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\phi}^p = 347\,899,4 / 400\,000 = 0,87.$$

$$I_{\phi}^{\text{аналог}1} = 350\,000 / 400\,000 = 0,875.$$

$$I_{\phi}^{\text{аналог}2} = 400\,000 / 400\,000 = 1.$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p, \quad (21)$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

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

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Сравнительная оценка характеристика вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
Помехоустойчивость	0,3	5	4	3
Удобство в эксплуатации	0,1	5	4	2
Надежность	0,1	4	4	4
Безопасность	0,1	5	4	4
Конкурентоспособность продукта	0,2	4	3	3
Цена	0,2	5	4	4
Итого	1			

$$I_{p \text{ тек.проекта}} = 0,3 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 = 4,2$$

$$I_{p \text{ аналога 1}} = 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 = 3,6$$

$$I_{p \text{ аналога 2}} = 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 2 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 = 3$$

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

$$I_{фин.р}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{фин.р}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a} \quad (22)$$

$$I_{фин.р}^p = 4,2/0,81 = 5,18$$

$$I_{фин.р}^{a1} = 3,6/0,875 = 4,11$$

$$I_{фин.р}^{a2} = 3/1 = 3$$

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

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{фин.р.}^p}{I_{фин.р.}^a}, \quad (23)$$

где  $\mathcal{E}_{cp}$  – сравнительная эффективность проекта;

$I_{фин.р.}^p$  – интегральный показатель разработки;

$I_{фин.р.}^a$  – интегральный показатель разработки аналога.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности был проведен в форме таблицы, он представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,875	0,81
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3	3,6	4,2
Интегральный показатель эффективности	3	4,11	5,18
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,81	0,93	1,23

Из таблицы 24 можно видеть, что лучшим исполнением научно-технического исследования является текущая разработка, так как в данном исполнении лучшее обеспечение материалами и оборудованием, следовательно, достигается наибольшая

эффективность проделанной работы. Таким образом, в результате проведенной работы была спроектирована и создана конкурентоспособная разработка, отвечающая современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Определены потенциальные потребители результатов исследования – результаты данной работы будут наиболее привлекательны преимущественно для образовательных учреждений, так и крупных предприятий, использующих такое устройство для обучения сотрудников.

2. Выявлены сильные и слабые стороны научно-исследовательского проекта, а также его возможности и вероятные угрозы при помощи SWOT-анализа. Необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как низкая цена, легкая масштабируемость и удобство в эксплуатации, так как именно эти сильные стороны проекта связаны с наибольшим количеством возможностей. Что касается слабых стороны, необходимо обратить внимание на работу с привлечением финансирования. Работа над этими недостатками позволит повысить конкурентоспособность, уменьшить влияние внешних угроз на проект.

4. Определены заинтересованные стороны проекта: образовательные учреждения и предприятия. Ограничениями научно-технического исследования являются сроки выполнения и бюджет. Целью проекта является разработка ИОТ-платформы для датчиков лаборатории электроники.

5. В ходе планирования научно-исследовательских работ определены структура и перечень работ, выполняемых рабочей группой. В данном случае рабочая группа состоит из руководителя и исполнителя-магистранта, длительность работ для руководителя составляет 15 дней, для исполнителя – 83 дня. Был построен календарный план-график на основе диаграммы Ганта, самые продолжительные по времени работы – это составление кода программы, обеспечивающей работу устройства (30 дней), и составление пояснительной записки (12 дней).

6. Бюджет научно-технического исследования составил 347 899,4 рубля.

7. Определен риск возникновения неопределённых событий при выполнении НТИ: риск возникновения неопределённых событий, которые могут повлечь за собой нежелательные эффекты, существует, но вероятность наступления его маловероятна.

8. Таким образом, капиталовложения в размере 347 899,4 рубля позволят реализовать разработку ИОТ-платформы для датчиков лаборатории электроники.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
1AM11		Табурчинов Матвей Ильич	
<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение электронной инженерии</b>
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/ специальность</b>	11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Тема ВКР:

<b>IoT-платформа для датчиков лаборатории электроники</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования:</i> IoT-платформа для датчиков лаборатории электроники.  <i>Область применения:</i> электроника, интернет вещей.  <i>Рабочая зона:</i> офис.  <i>Размеры помещения:</i> 8x9 м  <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер, паяльная станция Lukey 702, миникомпьютер Raspberry PI.  <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> программирование устройства с помощью компьютера, пайка печатных плат.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022). ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> <li>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</li> </ul>	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.</li> </ol> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>2. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;</li> <li>3. Перенапряжение зрительных анализаторов;</li> <li>4. Производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания.</li> </ol>

	<p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> устройства защитного заземления, предохранительные устройства, соблюдение визуальных параметров экрана, показателей освещенности, микроклимата, режимов труда и отдыха.</p> <p><b>Расчет:</b> расчет системы искусственного освещения.</p>
<b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</b>	<p><b>Воздействие на литосферу:</b> образование отходов при поломке предметов вычислительной техники и оргтехники, люминесцентных ламп, макулатуры.</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</b>	<p><b>Возможные ЧС:</b>  Техногенного характера: аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения, пожар, проведение диверсии;  Биолого-социального характера: угроза пандемии;  Природная: сильные морозы зимой.  <b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожар.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1АМ11	Табурчинов Матвей Ильич		

## 7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### Введение

Тема магистерской диссертации направлена на разработку ИОТ-платформы для датчиков лаборатории электроники. Область применения – это электроника, интернет вещей. Потенциальными потребителями результатов исследования могут быть как мелкие и средние организации, такие как образовательные учреждения, так и крупные предприятия, использующее такое устройство для обучения сотрудников.

Рассматриваемое рабочее место находится в 207 аудитории 5 корпуса, на втором этаже, помещение представляет собой комнату размером 6 м на 4 м, высотой 3,5 м, 1 окно, выходящее на запад, в помещении находится 7 единиц технологического оборудования, 3 людей.

Аудитория оснащена персональным компьютером, миникомпьютером Raspberry PI, паяльной станцией. Рабочими процессами, связанными с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне, являются программирование устройства с помощью компьютера, пайка печатных плат. Также рабочее место составляет рабочий стол, стул. В помещении имеются окна, через которые осуществляется вентиляция помещения. В зимнее время аудитория отапливается, что обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. Также используется комбинированное освещение – искусственное и естественное.

### 7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

#### 7.1.1 Правовые нормы трудового законодательства

В трудовом кодексе РФ содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска и так далее [41].

Работа в лаборатории относится ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки.

Длительность рабочей смены составляет не более 8 часов, установлены два перерывов 20 минут после 2 часов работы, 30 минут после следующих 2 часов работы. Обеденный перерыв составляет 1 час.

Рабочее место в 207 аудитории 5 корпуса организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда. Оно удовлетворяет следующим требованиям:

- 1) обеспечивает возможность удобного выполнения работ;
- 2) учитывает физическую тяжесть работ;
- 3) учитывает размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего;
- 4) учитывает технологические особенности процесса выполнения работ.

### **7.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны**

При организации рабочего места основной целью является обеспечение качественного и эффективного выполнения работы при полном использовании оборудования в соответствии с установленными сроками.

Конструкция рабочей мебели в рассматриваемой рабочей зоне в 207 аудитории 5 корпуса, а это рабочий стол и кресло, обеспечивают возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создают удобную позу для работы. Вокруг ЭВМ обеспечено свободное пространство около 100 см.

Высота рабочей поверхности стола составляет 700 мм. Высота рабочей поверхности выдвижной подставки, на которую устанавливается клавиатура, составляет 650 мм. Ширина рабочего стола – 750 мм, длина – 1500 мм. Имеется пространство для ног высотой 650 мм, шириной 720 мм, глубина на уровне колен составляет 500 мм и на уровне вытянутых ног – 680 мм.

В рабочей зоне установлены два монитора, которые расположены на уровне глаз оператора на расстоянии 500 мм. Угол наблюдения в горизонтальной плоскости каждого монитора составляет около 30° нормали экрана. Имеется возможность выбирать уровень контрастности и яркости изображения на экране и регулирования высоты и поворота экрана.

Место для работы на компьютере и взаиморасположение всех его элементов соответствует антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. При устройстве рабочего места при работе за ПК были соблюдены условия лучшего местоположения оборудования и наличия свободного рабочего пространства.

Все указанные выше параметры оборудования рабочей зоны соответствуют нормам, указанным в ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [42].

## 7.2 Производственная безопасность

При выполнении работ на персональном компьютере (ПЭВМ) согласно «ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» могут иметь место следующие факторы, представленные в таблице 1 [43]:

Таблица 25 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте в офисе

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.	ГОСТ 12.1.038-82 Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [44].
Повышенный уровень электромагнитного излучения	СанПиН 2.2.2/2.4.2732-10. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [45]. ГОСТ 54 30013 – 83. Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности [46].
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [47]
Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [48].
Производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [49]

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

В лаборатории широко используется электричество для питания компьютерной техники и различного технологического оборудования, которое может являться источником опасности.

Помещение кабинета по электробезопасности согласно ПУЭ [50] сухое, хорошо отапливаемое помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-21° и влажностью 40-50, отсутствуют признаки и факторы, характерные для классов особо опасных и повышенной опасности поражения электрическим током, поэтому в отношении опасности поражения людей электрическим током помещение относится к помещению без повышенной опасности.

### **7.2.2 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения**

Недостаточная освещенность рабочей зоны помещения, оборудованной ПК, также является одной из причин нарушения зрительной функции, а также влияет на общее самочувствие и эффективность труда.

В аудитории 207 имеется естественное боковое одностороннее освещение, а также искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы мониторы ПК были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 указаны в таблице 26 [47].

Таблица 26 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения

Помещения	Рабочая Поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
		КЕО е н, %		КЕО е н, %	
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6
Помещения	Искусственное освещение				
	Освещенность, лк			Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
	При комбинированном освещении		При общем освещении		
	Всего	От общего			
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	400	200	300	40	15

В соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [51] в ТПУ в 2021 году проводилась оценка условий труда в структурных подразделениях университета, в соответствии с которой условия труда в ТПУ в данной лаборатории можно считать удовлетворительными [52].

В процессе разработки проектного решения некоторые из имеющихся в аудитории люминесцентных ламп вышли из строя, поэтому было решено произвести расчет искусственного освещения рабочей зоны, чтобы иметь представление о возможном проектировании искусственного освещения и количестве необходимых светильников.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 6$  м, ширина  $B = 4$  м, высота  $H = 3,5$  м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк.

Площадь помещения:

$$S = A \times B = 6 \times 4 = 24 \text{ м}^2 \quad (24)$$

Коэффициенты отражения стен и потолка составляют соответственно  $\rho_c = 10\%$  и  $\rho_{п} = 30\%$ . Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с

малым выделением пыли равен  $K_3 = 1,5$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ .

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен ФЛД = 2600 лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda = 1,1$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,3$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле 25:

$$h = h_{\text{п}} - h_{\text{р}}, \quad (25)$$

где  $h_{\text{п}}$  – высота светильника над полом, высота подвеса,  $h_{\text{р}}$  – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:  $h_{\text{п}} = 3,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле 26:

$$h = H - h_{\text{р}} - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2 \text{ м} \quad (26)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле 27:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м} \quad (27)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 = \frac{(4 - \frac{2}{3} \cdot 2,2)}{2,2} + 1 = 2,15 \approx 2, \quad (28)$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(6 - \frac{2}{3} \cdot 2,2)}{1,227 + 0,5} = 2,97 \approx 3, \quad (29)$$

где  $u$  – расстояние от края ряда (м).

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 3 \cdot 2 = 6 \quad (30)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2.2}{3} = 0.7 \quad (31)$$

Размещаем светильники в три ряда. На рисунке 41 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

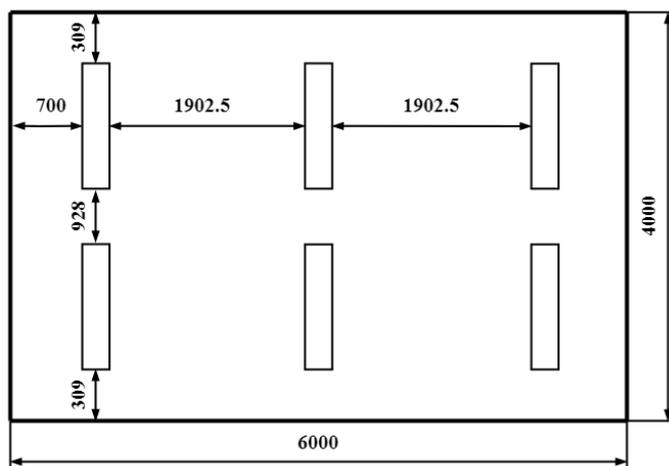


Рисунок 41 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Индекс помещения определяется по формуле 32:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{6 \cdot 4}{2 \cdot (6 + 4)} = 2 \quad (32)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при  $\rho_c = 10\%$  и  $\rho_{\Pi} = 30\%$  и индексе помещения  $i = 2$  равен  $\eta = 0.6$ .

Световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{2 \cdot N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 24 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{12 \cdot 0.44} = 2250 \text{ лм} \quad (33)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_l - \Phi_n}{\Phi_l} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (34)$$

$$\frac{\Phi_l - \Phi_n}{\Phi_l} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2250}{2600} \cdot 100\% = 13.5\%, \text{ что удовлетворяет условию.}$$

Таким образом, мы получили, что необходимый световой поток не выходит за пределы требуемого диапазона. Теперь рассчитаем мощность осветительной установки:  $P = 12 \cdot 40 = 480$  Вт.

### 7.2.3 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего

Микроклимат определяется действующими на организм человека показателями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Длительное воздействие на человека неблагоприятных показателей микроклимата ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям, оптимальные параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [48]. Исходя из документа, можно сказать, что работа относится к категории Ib. Оптимальные параметры микроклимата представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Оптимальные значения характеристик микроклимата				
Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22 – 24	21 – 25	40 – 60	0,1
Теплый	23 – 25	22 – 26	40 – 60	0,1
Допустимые значения характеристик микроклимата				
Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	20 – 25	19 – 26	15 – 75	0,1
Теплый	21 – 28	20 – 29	15 – 75	0,1 – 0,2

В аудитории 207 корпуса 5 температура составляет около 23° и влажность около 40-50% в теплое время года, в холодное – температура около 22° и влажность около 40-50%. Данные показатели соответствуют норме. В помещении имеются окна, через которые осуществляется вентиляция помещения. В зимнее время аудитория отапливается, что обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха.

Таким образом, показатели микроклимата в данной лаборатории отвечают рассматриваемым нормам.

#### **7.2.4 Производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания**

Во время работы с паяльной станцией, пайка проводников и различных электрических компонентов осуществляется с применением припоев, флюсов, паяльных паст и прочих элементов. При пайке выделяются следующие вредные вещества, представляющие опасность для человека:

1. Пары свинца и его соединений (при плавлении припоя).
2. Фториды и хлориды (при плавлении изоляции проводников).
3. Сложные эфиры (при плавлении флюсов).

Попадая на слизистые оболочки глаза и носа, а также в легкие, данные вещества могут вызвать отравление организма. Отравлениям могут сопутствовать головная боль, тошнота. Пары свинца могут вызвать изменения в нервной и кровеносной системах. Также, под действием этих веществ наступает преждевременное переутомление организма, снижается скорость реакции и внимательность, что может стать причиной производственной травмы. Для того чтобы рассматриваемые вещества не оказывали вредного влияния на организм, их концентрация не должна превышать следующих значений [49]:

1. Пары свинца и его соединений: не более 0,01 мг/м<sup>3</sup>.
2. Фториды и хлориды: не более 0,3 мг/м<sup>3</sup>.
3. Сложные эфиры: не более 50 мг/м<sup>3</sup>.

Для снижения влияния вредных веществ на здоровье человека в аудитории 207, 5 корпуса ТПУ проводится комплекс мер по обеспечению вентиляции и кондиционирования воздуха. Вредные вещества не превышают допустимых значений.

#### **7.3 Экологическая безопасность**

На данном рабочем месте выявлен предполагаемый источник загрязнения окружающей среды, а именно воздействие на литосферу в результате образования отходов при поломке предметов вычислительной техники и оргтехники.

С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом. Однако, большинство компьютерной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы, поэтому их

необходимо правильно утилизировать. В таблице 28 представлены элементы, содержащиеся в компьютерной технике, их ПДК и способ утилизации.

Таблица 28 – Опасные вещества, содержащиеся в компьютере, и способы их утилизации

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Способ утилизации
Кадмий	0,05 [53]	1В [54]	Кадмийсодержащие отходы относятся к классу 1 опасности и должны утилизироваться в соответствии с ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами [55]. Этапы технологического цикла отходов». В качестве методов утилизации могут использоваться термические и химические методы.
Бериллий	0,0000 5 [53]	1В [54]	Бериллийсодержащие отходы относятся к классу 1 опасности и должны утилизироваться в соответствии с ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами [55]. Этапы технологического цикла отходов». Утилизация может осуществляться методом гидрометаллургического переработки, а также путем обработки реагентами и последующей фильтрации.
Мышьяк	0,0000 5 [53]	1 [54]	Мышьяксодержащие отходы относятся к классу 1 опасности и должны утилизироваться в соответствии с ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами [55]. Этапы технологического цикла отходов». Утилизация может осуществляться путем специальной обработки в закрытых системах, а также путем их захоронения на специальных полигонах с соответствующими условиями защиты окружающей среды.

Продолжение таблицы 28

Ртуть	0,01 [53]	2 [54]	Ртутьсодержащие отходы относятся к классу 1 опасности и должны утилизироваться в соответствии с ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами [55]. Этапы технологического цикла отходов». Утилизация может осуществляться путем специальной обработки в закрытых системах, а также путем замены ртутных источников света на более безопасные аналоги.
Свинец	0,15 [53]	2 [54]	Свинецсодержащие отходы относятся к классу 2 опасности и должны утилизироваться в соответствии с ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами [55]. Этапы технологического цикла отходов». Утилизация может осуществляться путем переработки вторсырья, а также путем выделения свинца из материала и последующей его переплавки.

Компьютеры (системный блок, монитор, клавиатура), утратившие потребительские свойства, относятся к IV классу опасности (малоопасные отходы). Бытовая техника, отходы деревянной офисной мебели также относятся к IV классу опасности, отходы мебели деревянной офисной (с содержанием недревесных материалов не более 10%) - к V классу опасности.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме [52].

Обращение с люминесцентными лампами в лаборатории осуществляет специализированный персонал, ответственный за организацию и проведение работ по сбору, хранению и утилизации отработанных ртутьсодержащих ламп.

#### 7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

С учетом специфики работы и наличием вычислительной техники в помещении наиболее вероятно возникновение пожара, под которым понимается вышедший из-под контроля процесс горения, обусловленный возгоранием вычислительной техники и угрожающий жизни и здоровью работников.

Причинами возгорания при работе с компьютером могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность устройства компьютера или электросетей;
- небрежность оператора при работе с компьютером;
- воспламенение ПК из-за перегрузки.

В связи с этим, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности [56]:

- для предохранения сети от перегрузок запрещается одновременно подключать к сети количество потребителей, превышающих допустимую нагрузку;
- работы за компьютером проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- установить количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов;
- обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

Данная лаборатория относится к категории Д – пониженная пожароопасность помещения по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [57].

В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики пожаротушения, и звуковая система оповещает всех сотрудников о немедленной эвакуации из здания и направляются на выход в соответствии с планом эвакуации при пожарах и других ЧС. На этаже находится два порошковых огнетушителя и пожарных крана, а также три эвакуационных выхода. Переносной порошковый огнетушитель применяется для тушения токоведущих частей и электроустановок.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

На рисунке 42 изображен схематичный план эвакуации из аудитории 207 5 корпуса.

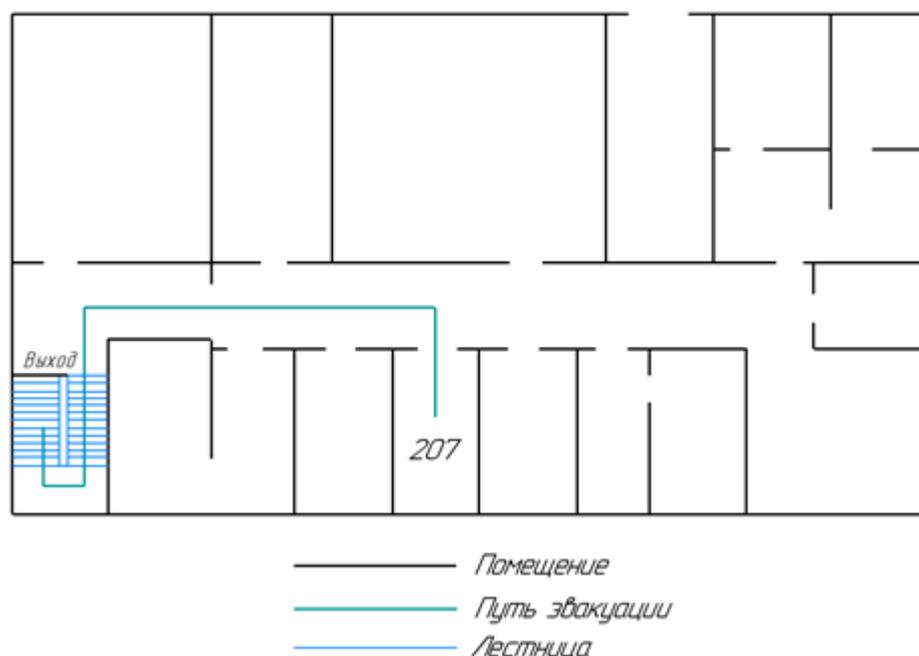


Рисунок 42 – План эвакуации

## 7.5 Вывод по разделу

Рабочее место для выполнения работ сидя в аудитории 207, 5 корпуса ТПУ организовано в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78.

Значения выявленных факторов на рабочем месте в лаборатории соответствуют значениям, указанным в нормативных документах.

В помещении отсутствуют признаки и факторы, характерные для классов особо опасных и повышенной опасности поражения электрическим током, поэтому в отношении опасности поражения людей электрическим током помещение относится к помещению без повышенной опасности.

Рассчитанная система общего освещения полностью соответствует требуемым нормам по освещению рабочей зоны.

Работа, осуществляемая в лаборатории, относится к категории Ib (работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением).

Проведение работ в лаборатории относится ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки.

Данная лаборатория относится к категории Д – пониженная пожароопасность помещения по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [57].

Группа I по электробезопасности распространяется на неэлектротехнический персонал (не относящийся к электротехническому и электротехнологическому персоналу).

Поскольку оборудование на объекте используется в целях проведения исследований, разработок и испытаний новой продукции и процессов, то объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду, относится к объектам IV категории [58].

Таким образом, в разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены опасные и вредные факторы для работника в процессе разработки ИОТ-платформы для датчиков лаборатории электроники. На основе полученных данных были найдены способы уменьшения влияния вредных факторов и способы устранения опасных. Так же были разработаны меры по уменьшению негативного влияния факторов производства на здоровье человека и окружающую среду.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были рассмотрены платформы интернета вещей, изучены способы построения коммуникационной сети между устройствами платформы, изучены способы построения брокера платформы и варианты создания сервера, определены достоинства и недостатки каждого возможного протокола обмена информацией между датчиками сети.

Основываясь на разработанной структурной схеме, была построена инфраструктура ИОТ-платформы для датчиков лаборатории электроники, разработан алгоритм работы датчиков, разработаны электрические принципиальные схемы датчиков и печатные платы для них.

В рамках практической части проекта была разработана программа на платформе NodeRed для серверной части платформы с использованием языка программирования JavaScript; были разработаны программы для датчиков с использованием языков программирования C, C++, HTML; настроен MQTT-брокер на Raspberry PI и запущена и протестирована платформа.

В главе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение главным образом производился расчет бюджета затрат всего научно-исследовательского проекта. В главе социальная ответственность определялись потенциально возможные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть в результате работы над проектом, и мероприятия по их устранению. В приложении А представлен раздел на английском языке, в котором осуществлялся перевод обзора литературы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. What is the internet of things (IoT)? // techtarget.com URL: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT> (дата обращения 19.12.2022).
2. Open Source Projects for IoT // www.linux.com URL: <http://www.linux.com/NEWS/21-OPEN-SOURCE-PROJECTS-IOT> (дата обращения 19.12.2022).
3. Internet of Things Global Standards Initiative // www.itu.int URL: <http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx> (дата обращения 19.12.2022).
4. The Trouble with the Internet of Things // data.london.gov URL: <http://data.london.gov.uk/blog/the-trouble-with-the-internet-of-things/> (дата обращения 19.12.2022).
5. Dey N. et al. (ed.). Internet of things and big data analytics toward next-generation intelligence. – Berlin : Springer, 2018. – Т. 35.
6. Forecast: The Internet of Things, Worldwide, 2013 // www.gartner.com URL: <https://www.gartner.com/en/documents/2625419/forecast-the-internet-of-things-worldwide-2013> (дата обращения 19.12.2022).
7. Key Trends to Watch in Gartner 2012 Emerging Technologies Hype Cycle // www.forbes.com URL: <https://www.forbes.com/sites/gartnergroup/2012/09/18/key-trends-to-watch-in-gartner-2012-emerging-technologies-hype-cycle-2/?sh=acbbc407036e> (дата обращения 19.12.2022).
8. Laplante P. A. et al. Building caring healthcare systems in the Internet of Things //IEEE systems journal. – 2017. – Т. 12. – №. 3. – С. 3030-3037.
9. IoT-strategy // nyc.gov URL: <https://www1.nyc.gov/assets/cto/#/project/iot-strategy> (дата обращения 19.12.2022).
10. Росляков А. В., Ваняшин С. В., Гребешков А. Ю. Интернет вещей. – 2015.
11. СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ // iotas.ru URL: <https://iotas.ru/files/documents/wg/T-REC-Y.2060-201206-I!!PDF-R.pdf> (дата обращения 19.12.2022).
12. Технологии и протоколы Интернета вещей // azure.microsoft.com URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/solutions/iot/iot-technology-protocols/> (дата обращения 19.12.2022).

13. IoT архитектура // habr.com URL: <https://habr.com/ru/post/455377/> (дата обращения 19.12.2022).
14. Alsulami M. M., Akkari N. The role of 5G wireless networks in the internet-of-things (IoT) //2018 1st International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS). – IEEE, 2018. – С. 1-8.
15. Гойхман В., Савельева А. Аналитический обзор протоколов Интернета вещей //Технологии и средства связи. – 2016. – №. 4. – С. 32-37.
16. Pardo-Castellote G. Omg data-distribution service: Architectural overview //23rd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, 2003. Proceedings. – IEEE, 2003. – С. 200-206.
17. ITU-T/ The Constrained Application Protocol (CoAP) / RFC 7252 – Proposed Standard. 2014 // ietf.org URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc7252.txt> (дата обращения 19.12.2022).
18. IBM/ MQTT V3.1 Protocol Specification // International Business Machines Corporation Eurotech. 2015 // public.dhe.ibm.com URL: <https://public.dhe.ibm.com/software/dw/webservices/ws-mqtt/mqtt-v3r1.html> (дата обращения 19.12.2022).
19. STOMP Protocol Specification, Version 1.2 // licensed under the Creative Commons Attribution v2.5 license. 2012 // stomp.github.io URL: <https://stomp.github.io/stomp-specification-1.2.html> (дата обращения 19.12.2022).
20. W3C/ Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.1 / World Wide Web Consortium / Don Box, David Ehnebuske, Gopal Kakivaya. 2000 // www.w3.org URL: <https://www.w3.org/TR/2000/NOTE-SOAP-20000508/> (дата обращения 19.12.2022).
21. 5 Things To Know About The IoT Platform Ecosystem // iot-analytics.com URL: <https://iot-analytics.com/5-things-know-about-iot-platform/>(дата обращения 19.12.2022).
22. Технологическая платформа Интернета вещей: стандарты, возможности, перспективы // tsonline.ru URL: Технологическая платформа Интернета вещей: стандарты, возможности, перспективы (дата обращения 19.12.2022).
23. Двадцать один пример IoT-платформ // Nag.ru URL: <https://nag.ru/material/30448?ysclid=11ypztt44i> (дата обращения 19.12.2022).
24. Node-Red About // nodered.org URL: <https://nodered.org/about/> (дата обращения 19.12.2022).
25. Node-Red dashboard // nodered.org URL: <https://flows.nodered.org/node/node-red-dashboard> (дата обращения 19.12.2022).

26. ESP-07S Datasheet // docs.ai-thinker.com URL: [https://docs.ai-thinker.com/\\_media/esp8266/docs/esp-07s\\_product\\_specification\\_en.pdf](https://docs.ai-thinker.com/_media/esp8266/docs/esp-07s_product_specification_en.pdf) (дата обращения 31.03.2023).
27. GL5516, Datasheet // chipdip.ru URL: <https://static.chipdip.ru/lib/680/DOC016680845.pdf> (дата обращения 31.03.2023).
28. KF33BD-TR, Datasheet // chipdip.ru URL: <https://static.chipdip.ru/lib/972/DOC015972020.pdf> (дата обращения 31.03.2023).
29. ESP32 Series Datasheet // docs.ai-thinker.com URL: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf) (дата обращения 31.03.2023).
30. Белянин Л. Н. Конструирование печатного узла и печатной платы. Расчет надежности: учебно-методическое пособие //Томск: Изд-во ТПУ. – 2008.
31. DHT11 Humidity & Temperature Sensor Datasheet // files.amperka.ru URL: <http://files.amperka.ru/datasheets/dht11.pdf> (дата обращения 05.04.2023).
32. SSD1306 Datasheet // cdn-shop.adafruit.com URL: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf> (дата обращения 05.04.2023)
33. MQ-135 GAS SENSOR Datasheet // www.electronicoscaldas.com URL: [https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-135\\_Hanwei.pdf](https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-135_Hanwei.pdf) (дата обращения 05.04.2023)
34. LM393AMX Datasheet // pdf1.alldatasheet.com URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/533857/FAIRCHILD/LM393AMX.html> (дата обращения 05.04.2023)
35. INA219 Datasheet // static.chipdip.ru URL: <https://static.chipdip.ru/lib/924/DOC012924820.pdf> (дата обращения 05.04.2023)
36. SN74LVC1G14 SINGLE SCHMITT-TRIGGER INVERTER Datasheet // static.chipdip.ru URL: <https://static.chipdip.ru/lib/256/DOC000256449.pdf> (дата обращения 05.04.2023)
37. PZEM004T Datasheet // innovatorsguru.com URL: <https://innovatorsguru.com/wp-content/uploads/2019/06/PZEM-004T-V3.0-Datasheet-User-Manual.pdf> (дата обращения: 16.05.2023).
38. HLK-PM03 Datasheet // datasheet.lcsc.com URL: [https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/1909111105\\_HI-LINK-HLK-PM24\\_C399250.pdf](https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/1909111105_HI-LINK-HLK-PM24_C399250.pdf) (дата обращения: 16.05.2023).
39. VDR-10D561 Datasheet // static.chipdip.ru URL: <https://static.chipdip.ru/lib/225/DOC004225674.pdf> (дата обращения: 16.05.2023).

40. Eclipse Mosquito // mosquito.org URL: <https://mosquito.org/> (дата обращения: 16.05.2023).
41. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022).
42. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
43. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
44. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
45. СанПиН 2.2.2/2.4.2732-10 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
46. ГОСТ 54 30013 – 83. Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
47. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
48. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
49. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
50. Правила устройства электроустановок.
51. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
52. Сводная ведомость результатов проведения специальной оценки условий труда в 2021 году [Электронный ресурс]. URL: [https://portal.tpu.ru/departments/otdel/oot/Tab1/Tab1/svodnaya%20vedomost\\_.pdf](https://portal.tpu.ru/departments/otdel/oot/Tab1/Tab1/svodnaya%20vedomost_.pdf) (дата обращения 13.04.2022).
53. СанПиН 2.2.7.029-96 «Гигиенические нормативы воздействия химических веществ на организм человека».
54. ГОСТ Р 12.1.007-76 «ССБТ. Общие требования безопасности».
55. ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов»
56. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»
57. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

58. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. N 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».

## Приложение А

(справочное)

### Раздел ВКР на иностранном языке

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1АМ11	Табурчинов Матвей Ильич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Громов Максим Леонидович	к.ф.м.н		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Болсуновская Людмила Михайловна	к.ф.н.		

## **Introduction**

In the modern world, technologies are actively used in all spheres of our life, therefore, the prospect for the development of living standards lies in the improvement of technologies. Also, at present, data on almost everything is becoming increasingly valuable and relevant: on the parameters of the human body (pulse, pressure, etc.), on the number of visitors in the store, on energy consumption in the house, the list can be continued indefinitely. The data obtained is used by advertisers, manufacturers of various products, analysts. Recently, we have been hearing more and more about self-driving cars, automatic instrument readings, contactless payments and smart cities. The fact of the need for data collection and «smart» solutions leads to the relevance of the Internet of Things. It connects various objects and repeatedly expands the use of data, thereby providing increased productivity and leading to changes in the industry.

However, it does not make sense to create «smart» things if, for example, a home router cannot detect a «smart» device on the network. A similar situation with production – it is unprofitable to replace most of the equipment only in order to transfer the plant to modern technologies. Therefore, platforms that allow you to create an invisible integration into a single network of various devices with different data exchange protocols are extremely necessary.

IOT platforms are one of the most relevant and promising areas in modern technologies. They allow enterprises and organizations to connect and integrate various devices and systems into one network, which allows them to receive more data and information for analysis and management. Thereby allowing them to work and develop more effectively. They also allow businesses and organizations to use resources more efficiently and improve productivity.

Creating an IOT platform for sensors of the electronics laboratory is an urgent task, as it will automate the processes of monitoring and data analysis in real time. This will improve the quality of research and processes in the laboratory, as well as make them safer. Also, this platform will make it easy to integrate sensors into existing systems and provide an opportunity for more accurate and faster data analysis.

## **Literature review**

### **1. The concept of the Internet of Things**

The Internet of Things (IoT) describes physical objects or groups of them that have sensors, data processing capabilities, software, and other technologies. These objects connect and exchange data with other devices and systems via the Internet or other communication networks.

It is important to note that IoT does not necessarily mean connecting devices to the public Internet, they just need to be connected to the network and have individual addresses.

The concept of IoT was formulated in 1999 as the idea of using radio frequency identification to interact physical objects with each other and with the environment. Since then, since the 2010s, the practical implementation of this concept has been spreading, thanks to the development of various technologies, such as wireless networks, cloud computing, machine-to-machine communication, the transition to IPv6 and software-defined networks.

In the consumer electronics market, IoT technology is mainly associated with the concept of a » smart home«, which includes devices and appliances such as lighting fixtures, thermostats, home security systems, cameras, and other household appliances. These devices interact in one or more ecosystems and can be controlled by connected devices such as smartphones and smart speakers. IoT technology is also used in the field of healthcare.

However, the development of IoT technologies and products IoT raises concerns about privacy and security issues. Industry and Government are therefore taking steps to address these challenges by developing international and local standards, guidelines, and regulatory frameworks [1].

## **2. Basic principles of the Internet of Things**

The basic principles of the Internet of Things can be formulated as follows. First, there is a widespread communication infrastructure that allows objects to exchange data. Second, each object has a unique global identity. And third, objects can send and receive data over personal networks or over the Internet that they are connected to.

The main differences between the Internet of Things and the existing Internet of People are as follows:

6. Focus on objects, not people. IoT is focused on the interaction and exchange of data between physical objects, unlike the traditional Internet, which focuses on interaction between people.

7. A large number of connected objects. IoT involves connecting a significant number of devices and items to the network, which distinguishes it from the Internet of people, where the main participants are people.

8. Small object sizes and low data transfer rates. IoT often uses small devices with limited computing capabilities and bandwidth, as opposed to the conventional Internet, where devices can be more powerful.

9. Focus on reading information, not communication. In IoT, the emphasis is often on collecting and analyzing data received from objects, instead of actively communicating between users, as in the Internet of people.

10. The need to create new infrastructure and alternative standards. The development of IoT requires the creation of special infrastructure and standards to support communication and interaction between objects, which distinguishes it from the existing Internet.

These differences determine the unique characteristics and features of the Internet of Things compared to the traditional Internet of people [2].

### **3. Standardization of the Internet of Things**

The Internet of Things is a new direction in the development of information and communication technologies, which allows you to combine various devices and objects into a single system, ensuring interaction between them and data transfer without human intervention. For the practical implementation of the Internet of Things, it is necessary to solve many problems, including the standardization of individual components, as well as the creation of a unified and consistent regulatory framework.

Today, many international organizations, non-governmental associations, alliances of manufacturers and operators are engaged in standardization and practical implementation of individual components of the Internet of Things. Within the framework of the telecommunications standardization sector of the International Telecommunication Union (ITU-T), there are three global GSI (Global Standards Initiative) initiatives, one of which is dedicated to the standardization of the Internet of Things - IoT-GSI (Global Standards Initiative on Internet of Things).

IoT-GSI builds on ITU-T's efforts in areas such as Network aspects of identification systems (Network IdentifierNID), Ubiquitous Sensor Networks (Ubiquitous Sensor NetworksUSN), machine-to-machine communication (M2M), WEB of Things (WoT), and others. Under the ITU-T Y series.2xxxx The first recommendations dedicated specifically to the Internet of Things have already been approved, such as Y. 2060 «Overview of the Internet of Things», Y. 2063 «Foundation of the WEB of Things» and Y. 2069 «Terms and Definitions of the Internet of Things». Recommendation Y. 2060 provides an IoT reference model that includes four basic horizontal layers: the IoT application layer, the application and service support layer, the network layer, and the device layer.

The various levels and functions of the Internet of Things (IoT) model are defined, as described in ITU-T Recommendation Y. 2060. The application and service support layer provides general and specific capabilities for processing data and storing information required for various IoT applications.

The network layer provides access network and transport network resource management, mobility management, and authorization, authentication, and billing (AAA)

functions. It also guarantees network connectivity and data transfer between IoT applications and IoT services.

The device layer includes the capabilities of the devices themselves and the gateways. Devices can communicate directly with the communication network, via a gateway or wireless dynamic ad-hoc networks. There are also functions for temporarily stopping and resuming the operation of devices to save energy. Gateways, in turn, support different interfaces for devices and access networks/transport networks, and also perform protocol conversion if the protocols differ.

At the vertical level, there is a control level and a security level that cover all horizontal levels. The management layer manages the impact of failures, network capabilities, configuration, security, and billing data. The security layer includes the functions of authorization, authentication, information protection, alarm protocols, access control, and data privacy.

Thus, these layers and functions form the basis of the IoT model and help ensure the effective functioning of the IoT [3].

#### **4. Internet of Things architecture**

The IoT architecture includes four main functional layers:

5. Device level;
6. Network level;
7. Level of support for applications and services;
8. The application layer;

##### **4.1 Device Level**

Internet of Things (IoT) devices use different types of devices, and generally use the following terms and concepts.

Executive devices – are devices that perform physical actions to receive commands from the control center. They respond to changes detected by sensors. Actuators are converters that translate commands into physical actions.

Embedded systems – are systems based on microprocessors or microcontrollers that control certain functions in larger systems. Embedded systems can include both hardware and software components.

Microcontrollers (MCUs) – are small computers integrated into microchips equipped with a central processing unit (CPU), random access memory (RAM), and read – only memory

(ROM). Microcontrollers are designed to perform simple tasks, but their computing power is limited compared to microprocessors.

Microprocessors (MPUs) – are devices that perform the functions of a central processing unit on one or more integrated circuits. Unlike microcontrollers, microprocessors require peripherals to perform tasks, but they have more processing power.

Non-computing devices – are devices that only serve to establish a connection and transmit data. They do not perform computational operations, but only provide communication.

Converters: Converters are devices that convert one form of energy into another. In the context of IoT, converters include internal sensors and actuators that transmit data when devices interact with the environment.

Sensors-ins detect changes in their environment and create electrical signals to exchange data. Sensors typically detect changes in the environment, such as temperature, physical location, and chemical content. They represent the converter type.

## **4.2 Network Level**

### **4.2.1 Peripheral communication**

Data transfer in peripheral devices is the most expensive part due to the fact that most of them are not connected to the power grid and do not use wired means of communication. In addition, peripherals can be located at a considerable distance from the central node, usually several kilometers away. At the same time, the amount of data transmitted is usually limited.

The following protocols are used for communication at the peripheral device level: ZigBee/Zwave, BLE, LoRa, and Proprietary low band. Ad Hoc and Meshnet works are widely used to increase the distance and reliability of data transmission at this level.

The NFC protocol can be used to configure devices. During the initial setup and/or maintenance process, the service engineer can connect to the peripheral device via the peripheral communication layer using the mobile application. Sometimes a Q-code is also used for authentication, which is printed on the peripheral device.

### **4.2.2 Gateway Sublevel**

There are several reasons for the presence of a gateway layer in IoT solutions:

- Optimizing the load on the Backend: if raw information is passed directly to the Backend, this can lead to an increase in its power and the cost of processing a large amount of data. The gateway preprocesses data locally, filtering and aggregating it before sending it to the Backend. This reduces the load on the Backend and allows efficient use of its resources.

- **Real-time response:** The backend is not always able to guarantee instant response for a large number of peripherals. A gateway closer to these devices can provide faster real-time feedback and response. This is especially important in critical situations where a quick solution is required.

- **Security and Privacy:** Some information, such as data from street surveillance cameras or medical information, may be restricted from being sent to the Backend for security and privacy reasons. The gateway can perform data filtering and depersonalization functions, as well as provide local storage of such information without the need for constant monitoring by people.

The presence of the gateway layer in IoT solutions allows you to optimize the load on the Backend, provide real-time response for peripheral devices, and process information with security and privacy requirements.

The gateway must provide the following basic functionality:

- **Data Processing:** The gateway performs a second layer of ETL (extraction, transformation, and loading) before sending data to the Backend. This allows you to perform the necessary calculations and data processing directly at the gateway level before passing them to the Backend. This approach reduces the load on the Backend and allows efficient use of its resources.

- **Local response to critical situations:** The gateway is able to capture critical situations and take local actions even without communication with the Backend. This is similar to self-contained functions that can respond to signals such as heartbeat or breathing without having to turn to a central control. This feature allows you to quickly respond to events in real time.

- **Communication with the Backend:** The gateway communicates with the Backend to send processed data from peripheral devices and receive configuration data for them. This enables information exchange between peripherals and the Backend, allowing you to manage and monitor their operation.

- **Information storage:** The gateway stores information about the status of peripheral devices and the data collected by them. This allows you to store data locally, even if there is no communication with the Backend, and ensures the safety of information about the operation of devices.

#### **4.2.3 External Network sublayer**

The external network layer separates the peripheral and Backend parts of the IoT solution. The gateway is usually connected to the Backend using a mobile wireless connection such as 4G/5G, although sometimes a wired network can be used to access the Internet.

The following types of networks are widely used in IoT solutions:

Medium-range wireless communication:

- **LTE-Advanced:** This is a high-speed communication standard for mobile networks that expands coverage, increases bandwidth, and reduces latency compared to conventional LTE.
- **5G Networks:** Used to meet the high demands of the Internet of Things in terms of connectivity and connecting a large number of IoT devices, even when they are on the move.

Long-range wireless communication:

- **Low-power wide area networks (LPWANs):** These are wireless networks designed for long-distance communication with low data transfer rates, while reducing power consumption and transmission costs. Some of the LPWAN technologies include LoRaWAN, Sigfox, NB-IoT, Weightless, and RPMA.
- **Very Small Aperture Terminal (VSAT):** This is a satellite communication technology that uses small antennas to transmit narrow-band and broadband data.

Wired network:

- **Ethernet:** This is a standard network technology that uses twisted pair and fiber-optic lines in conjunction with hubs or switches.
- **Power Line Communication (PLC):** It is a communication technology that uses electrical wiring to transmit power and data.

These types of networks provide different communication options between peripherals and the Backend, taking into account different speed, distance, and power requirements.

### **4.3 Supports apps and services level**

The service layer in an IoT solution includes a set of information services that automate technological and business operations. Here are some of these services:

7. **Operational and Business Process Support (OSS/BSS):** these are operational support systems and business process support systems. They provide tools for managing and controlling various aspects of the IoT infrastructure, such as device management, monitoring, service management, data collection and processing, and other operational functions.

8. **Data Analytics:** Includes various methods and technologies for processing and analyzing data collected from IoT devices. This can include statistical data analysis, data and text

mining, predictive analytics, and other techniques that help extract valuable information and gain insight from massive IoT data.

9. **Data Storage:** Includes systems and solutions for storing and managing data collected from IoT devices. This can be in the form of databases, cloud storage, or other technologies that provide reliable and scalable IoT data storage.

10. **Information security:** includes measures and mechanisms to ensure the security of data and IoT systems. This includes protection against unauthorized access, data encryption, identity and authentication management, security monitoring, and other measures to ensure the confidentiality, integrity, and availability of IoT data.

11. **Business Rules Management (BRM):** Includes systems and tools for managing and automating business rules in an IoT solution. This allows you to define and apply rules, policies, and procedures related to business operations based on IoT data and conditions IoT.

12. **Business Process Management (BPM):** Includes systems and tools for modeling, managing, and optimizing business processes in an IoT solution.

#### **4.4 Application Layer**

At the fourth level of the IoT architecture, there are various types of applications for relevant industrial sectors and fields of activity (energy, transport, trade, medicine, education, etc.). Applications can be «vertical» when they are specific to a particular industry, or «horizontal» (for example, fleet management, asset tracking etc.), which can be used in various sectors of the economy [4].

#### **4.5 IoT Protocols**

##### **4.5.1 Network on the section touch node – touch node**

The DDS (Data Distribution Service) protocol is a mechanism for distributing data between devices in sensor networks. It provides communication between sensor nodes and sensors, using a publisher-subscriber pattern for sending messages over the bus.

DDS is based on a relational data model and implements a multicast system using the UDP (User Datagram Protocol) protocol. It supports reading and writing data between devices.

DDS defines different classes for performing operations. Some of these classes include:

9. **Entity Class:** A class that represents entities in the DDS system, such as Publishers, Subscribers, DataWriters, DataWritersand, DataReaders.

10. **WaitSet Class:** A class that allows the application to wait for and respond to certain events related to DDS data.

11. Condition Class: A class that represents the conditions under which certain actions are performed. It is used to define filters and constraints when retrieving data.
12. Publisher Class: A class that represents the publisher of data. It is responsible for sending data over the DDS bus.
13. DataWriter Class: A class used for writing data to the DDS system. It is associated with the data publisher and is responsible for sending data.
14. Subscriber Class: A class that represents the data subscriber. It is responsible for getting data from the DDS system.
15. DataReader Class: A class used to read data from the DDS system. It is associated with the data subscriber and is responsible for receiving data.
16. ReadCondition Class: A class used to define conditions for reading data from the DDS system. It allows the application to determine when and what data will be received.

The DDS protocol provides reliable and efficient communication between sensor nodes and sensors in the IoT network, allowing them to exchange data using a standardized protocol and messaging methods.

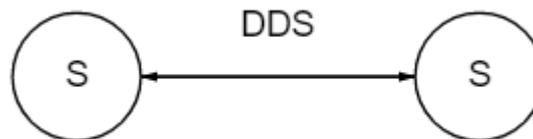


Figure 1 - Example of a node-to-node network

#### 4.5.2 Network on the touch node – broker site

In the network segment where the sensor node and the broker interact, XMPP and CoAP protocols can be used. CoAP for tasks such as configuring and configuring nodes, transmitting and distributing information, etc.

XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) is an extensible protocol for exchanging messages and presence information. In the context of the Internet of Things (IoT), XMPP provides convenient device addressing and user identification using JIDs (Jabber IDs) that resemble email addresses. XMPP uses the XML text format and runs on top of the TCP protocol. It supports various communication models, such as request-response and publish-subscribe. XMPP has good scalability and security, making it ideal for consumer-facing IoT applications. It is widely used in relatively small personal networks or for communication between remote locations, for example, to control home automation devices via a web server using a mobile phone.

CoAP (The Constrained Application Protocol (CoAP Protocol) is a specialized transmission protocol designed for networks and devices with limited resources, such as IoT devices and M2M applications. CoAP can be considered as an extension to the HTTP protocol, but with device limitations in mind. It uses the UDP protocol as the transport protocol. The CoAP protocol works effectively in resource-constrained networks where low power consumption is an important factor. It is optimized to save bandwidth and energy. The CoAP protocol is often used in IoT devices to transmit data with low latency and low network load.

Thus, the XMPP protocol is suitable for small personal networks and communication between remote points, and the CoAP protocol is effective in networks with limited resources and low power consumption.

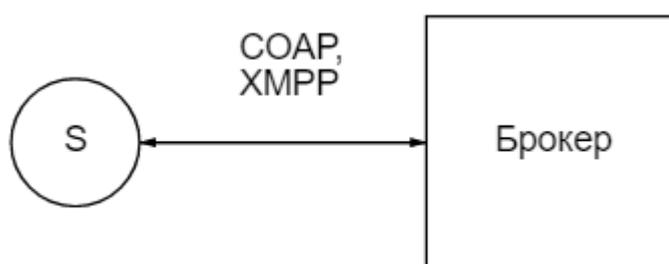


Figure 2 - Example of a network on the node-broker section

#### 4.5.3 Network on the broker – server section

On the network segment where the broker and server interact, the functions of collecting and aggregating data, organizing message queues, and distributing and storing information «on demand» are performed.

For busy networks with a large number of devices, it is more efficient to use the MQTT (Message Queue Telemetry Transport) protocol. MQTT is designed for telemetry and remote monitoring. It works on a publisher-subscriber basis and allows devices to send and receive data when a specific event occurs. MQTT is a binary messaging protocol that runs on top of the TCP protocol. It effectively reduces the load on the channel by organizing message queues.

For networks that use hardware from different platforms and prefer a simple message transfer protocol, you can use STOMP (Simple Text Oriented Message Protocol). STOMP is a simple text-based messaging protocol that allows you to interact with various languages, platforms, and brokers. It runs on top of the TCP protocol and supports communication between STOMP clients and message brokers. The STOMP protocol provides a method of communication between clients and message brokers, designed to exchange messages between different platforms and programming languages.

Thus, MQTT is suitable for busy networks with a large number of devices, and STOMP provides a simple messaging protocol for networks with equipment of various platforms.

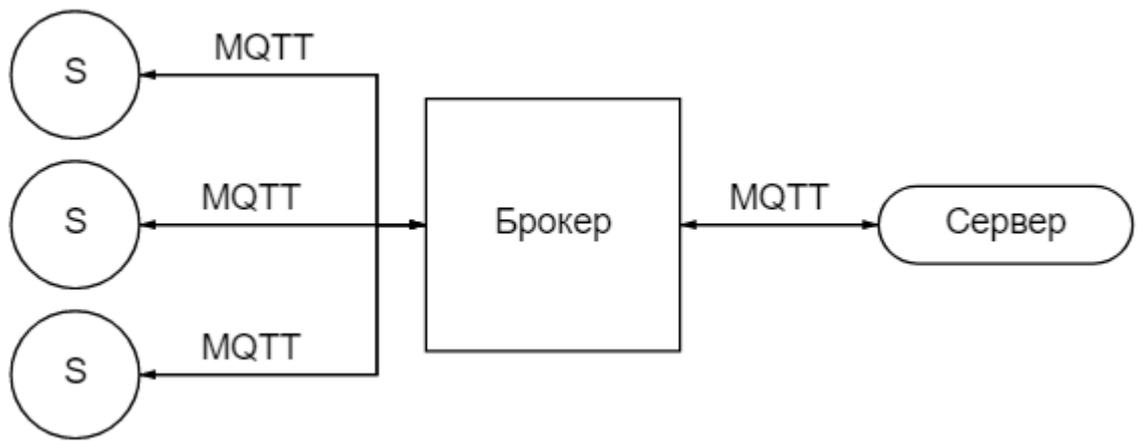


Figure 3 - Example of a network on the broker-server section

#### 4.5.4 Network on the server - app section

In the final section of the IoT network topology, where the server interacts with the user's application, tasks related to receiving information from the server, configuring parameters by the user, and other user interactions with the system are performed.

For distributed computing environments and web services, the most commonly used protocol is SOAP (Simple Object Access Protocol). SOAP is a protocol for exchanging structured and arbitrary messages in XML format in a distributed computing environment. It provides a consistent message transfer from the sender to the recipient, and also supports the presence of intermediaries who can process part of the message or add additional elements to it.

SOAP has two main access mechanisms: SOAP RPC (Remote Procedure Call) and SOAP Message.

SOAP RPC is a simple request-response protocol and is based on the Call object. It allows you to synchronously call remote procedures using XML.

SOAP Message, in turn, provides a protocol for sending and processing SOAP messages. It can be used for asynchronous communications and implies an immediate or delayed response to a request. SOAP Message is based on the Message object.

The SOAP protocol can be used with any application layer protocol, such as SMTP, FTP, HTTP, and HTTPS. This means that SOAP messages can be transmitted through the specified protocols of interaction with the user's application server.

Thus, the SOAP protocol provides an RPC access mechanism that allows remote function calls, and can be used for complex relationships between the server and the user's application.

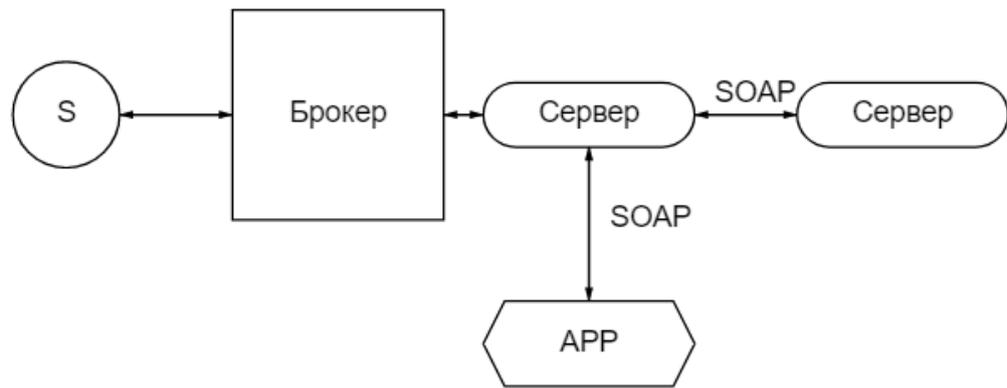


Figure 4 - Server-application network segment

#### 4.6. IoT platforms

Indeed, Internet of Things (IoT) platforms provide the infrastructure and tools for creating and deploying IoT projects. Although the precise definition of an IoT platform can be difficult due to the diversity of service providers and their offerings, such platforms typically include the following components:

1. An IoT cloud gateway is an intermediary device that provides communication between physical IoT devices and the cloud infrastructure. A gateway typically performs communication, logging, data processing, and security functions.

2. Authentication tools and device Management: IoT platforms provide mechanisms for device authentication and authorization to ensure security and access control. They also provide device management capabilities, such as remote management, status monitoring, and configuration options.

3. APIs: IoT platforms typically offer APIs for interacting with devices and accessing their data. APIs allow developers to create their own applications and integrate IoT devices into other systems.

4. Cloud Infrastructure: IoT platforms typically provide a cloud infrastructure for storing, processing, and analyzing data collected from IoT devices. Cloud resources provide scalability, availability, and high performance for processing large amounts of data.

5. Third-party application integration: IoT platforms often support integration with other applications and services, such as enterprise management systems (ERP), analytics tools, and CRM systems. This allows you to create broader solutions and integrate IoT data with other business processes.

However, it should be noted that the definition of a full-fledged IoT platform may vary depending on the specific needs and requirements of the project. Different service providers may offer different functionality and integration levels.

Experts from IoTAnalytics believe that a full-fledged IoT platform should be considered such a platform that allows you to develop appropriate applications/solutions.

In their opinion, a modern IoT platform should contain 8 components:

8. **Connectivity and Normalization:** Combines different protocols and different data formats into a single «software» interface that provides accurate data streaming and interaction with all devices.

9. **Device Management:** Ensures that connected “things” work properly, and that fixes and updates to software and applications running on the device or edge gateways run smoothly.

10. **Database:** Scalable device data storage takes the requirements for hybrid cloud databases to a new level in terms of data volume, diversity, speed, and reliability.

11. **Action Processing and Management:** Animates data with event triggers-rule-based actions that allow you to perform smart actions based on specific sensor data.

12. **Analytics:** Performs a range of complex analyses, from basic data clustering and deep machine learning to predictive analytics that get the most out of the IoT data stream.

13. **Visualization:** Allows people to see patterns and observe trends using visualization dashboards, where data is visually displayed using linear, multi-level or pie charts, 2D or even 3D models.

14. **Additional Tools:** Enable IoT developers to prototype, test, and sell IoT use cases, creating platform ecosystem applications for visualizing, managing, and controlling connected devices.

15. **External interfaces:** Integration with third-party systems and the rest of the broader IT ecosystem through embedded application programming interfaces (APIs), software development kits (SDKs), and gateways [5].

## List of sources

1. What is the Internet of Things (IoT)? [Электронный ресурс] URL: [https://aws.amazon.com/what-is/iot/?nc1=h\\_ls](https://aws.amazon.com/what-is/iot/?nc1=h_ls), свободный. Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 13.05.2023.
2. The 7 Principles of the Internet of Things (IoT) [Электронный ресурс] URL: <https://www.iiconsortium.org/2015/07/the-7-principles-of-the-internet-of-things-iot/>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 13.05.2023.
3. Internet of Things - IoT Standards – ETSI [Электронный ресурс] URL: <https://www.etsi.org/technologies/internet-of-things>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 13.05.2023.
4. Internet of Things (IoT) Architecture [Электронный ресурс] URL: <https://dgtlinfra.com/internet-of-things-iot-architecture/>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 13.05.2023.
5. IoT Technologies and Protocols | Microsoft Azure [Электронный ресурс] URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/solutions/iot/iot-technology-protocols/>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 13.05.2023.

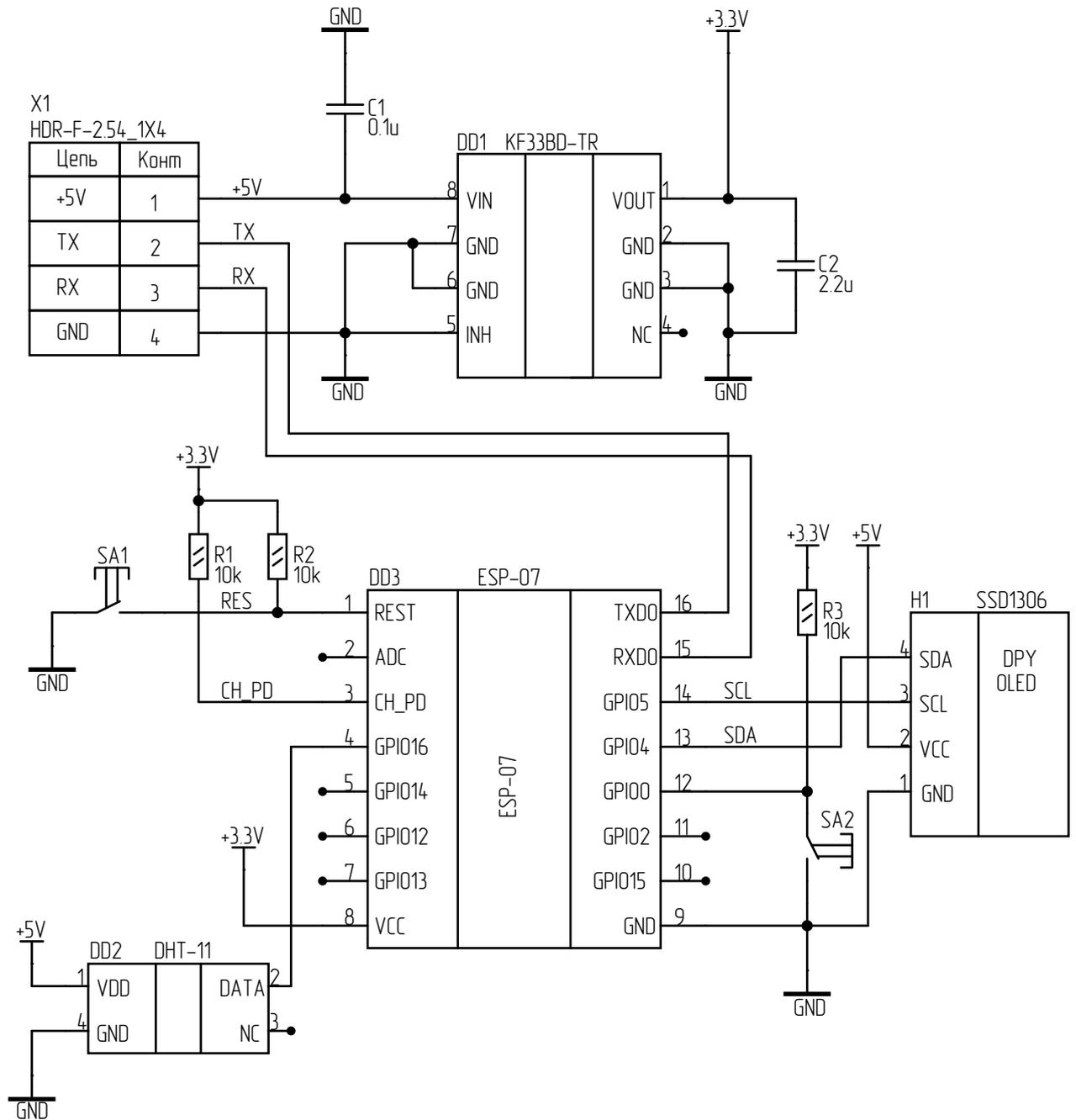
## **Приложение Б**

(обязательное)

Схема электрическая принципиальная

ФЮРА.416321.001 ЭЗ

ФЮРА.416321.001 Э3



Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб.		Табурчинов		
Пров.		Громов		
Т. Контр.				
Н. Контр.				
Утв.				

ФЮРА.416321.001 Э3

Датчик влажности и температуры

Схема электрическая принципиальная

Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов 1	
НИ ТПУ	ИШНКБ	
Группа	1АМ11	

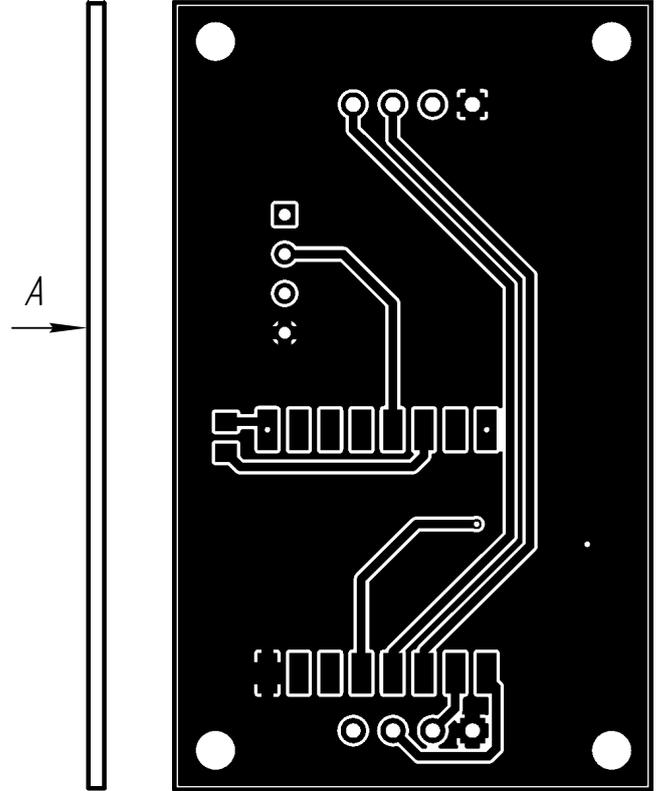
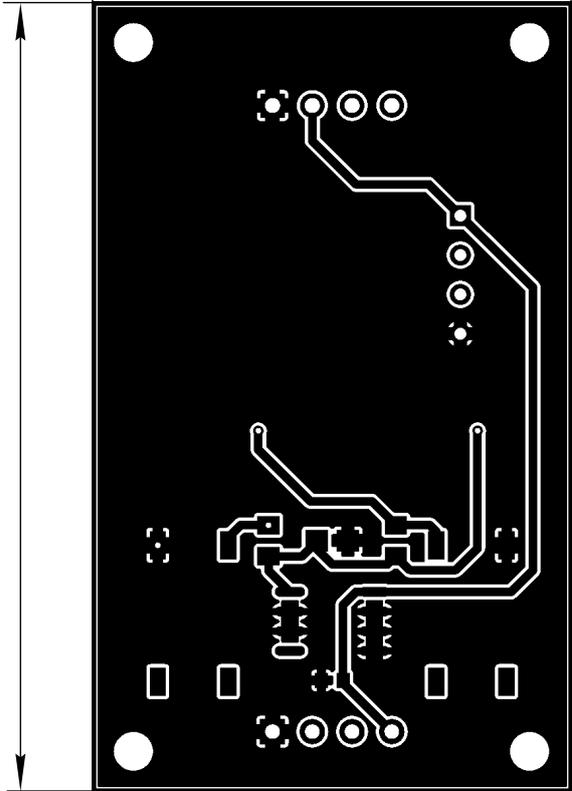
**Приложение В**  
(обязательное)  
Плата печатная  
ФЮРА.758724.001

ФЮРА.758724.001

30,48\*

1,6\*

50,8\*



1. \*Размеры для справок
2. Проводники выполнять шириной: не менее 0,5 мм
3. Расстояние между проводниками не менее 0,3 мм

Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата																							
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	<p>ФЮРА.758724.001</p> <p>Плата датчика влажности и температуры</p> <p>FR4</p>																				
Разраб.		Табурчинов																							
Пров.		Громов																							
Т. Контр.																									
Н. Контр.																									
Утв.																									
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Лит.</td> <td style="width: 25%;">Масса</td> <td style="width: 25%;">Масштаб</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">2:1</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Лист</td> <td colspan="2">Листов 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2">НИ ТПУ</td> <td colspan="2">ИШНКБ</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Группа</td> <td colspan="2">1АМ11</td> </tr> </table>	Лит.	Масса	Масштаб				2:1		Лист		Листов 1		НИ ТПУ		ИШНКБ		Группа		1АМ11	
Лит.	Масса	Масштаб																							
		2:1																							
Лист		Листов 1																							
НИ ТПУ		ИШНКБ																							
Группа		1АМ11																							

**Приложение Г**  
**(обязательное)**  
**Перечень элементов**  
**ФЮРА.416321.001 ПЭ**

		Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					
			Конденсаторы		
		C1	0603 0.1 мкФ Х7R 5 %, 16 В, 0603YC104JAT2A	1	
		C2	0805 2.2 мкФ Y5V 20 %, 16 В	1	
Справ. N			Микросхемы		
		DD1	Стабилизатор KF33BD-TR, SOIC-8	1	
		DD2	Датчик влажности и температуры DHT-11	1	
		DD3	Wi-Fi модуль ESP-07	1	
Подпись и дата			Индикация		
		H1	Дисплей OLED SSD1306	1	
Инв. N дубл.			Кнопки		
		SA1, SA2	Кнопка тактовая IT-1102WA	2	
Взам. инв. N					
Подпись и дата					
Инв. N подл.					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Табурчинов			
	Пров.	Громов			
	Нач.лаб.				
Н.контр					
Утв.					
<b>ФЮРА.416321.001 ПЭЗ</b>					
<b>Датчик влажности и температуры</b>					Лит.
<b>Перечень элементов</b>					Лист
					Листов
					1
					2

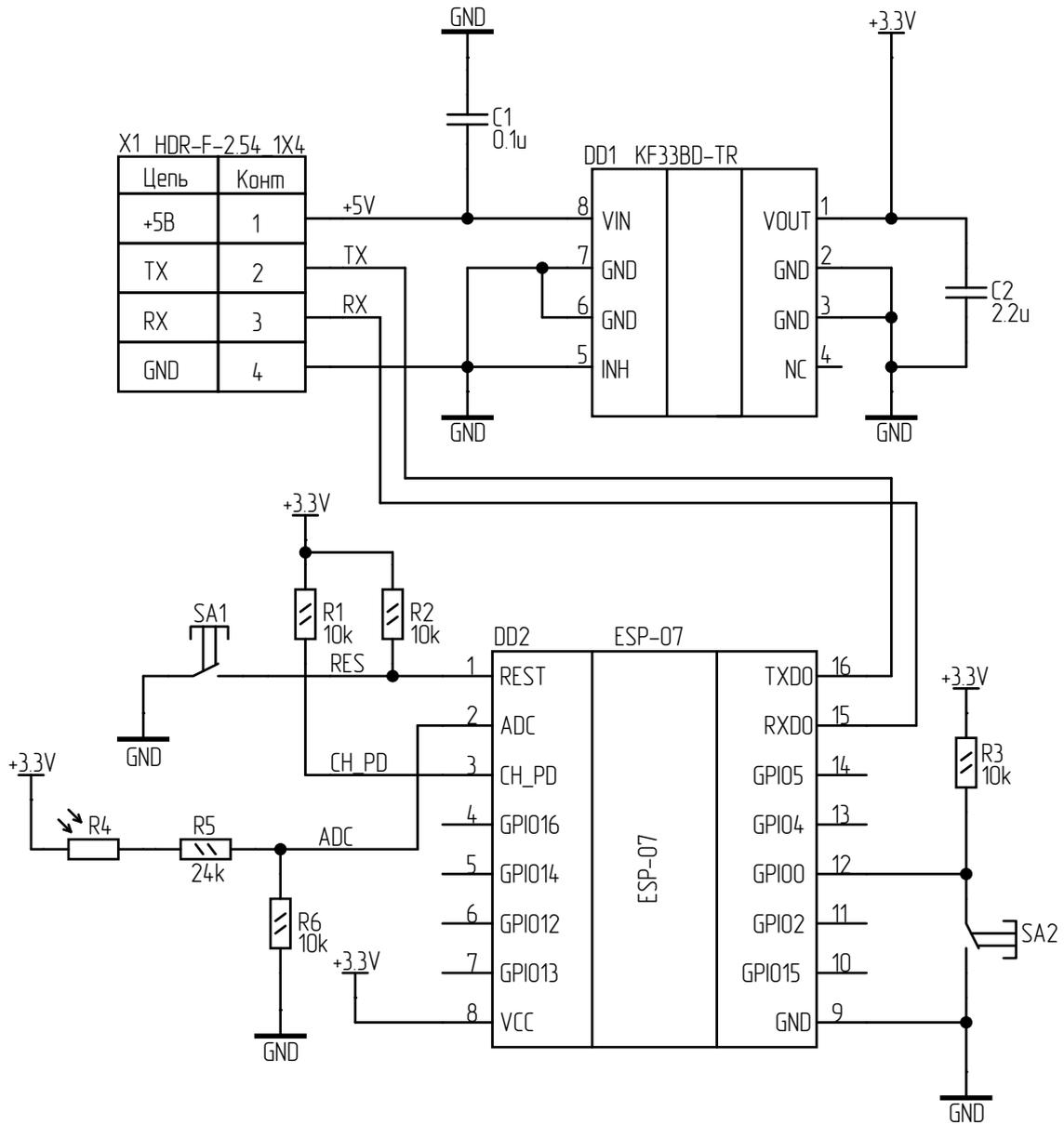


**Приложение Д**

(обязательное)

Схема электрическая принципиальная

ФЮРА.201111.001 ЭЗ



Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб.		Тадурчинов		
Пров.		Громов		
Т. Контр.				
Н. Контр.				
Утв.				

ФЮРА.201111.001 ЭЗ

Датчик освещенности  
 Схема электрическая принципиальная

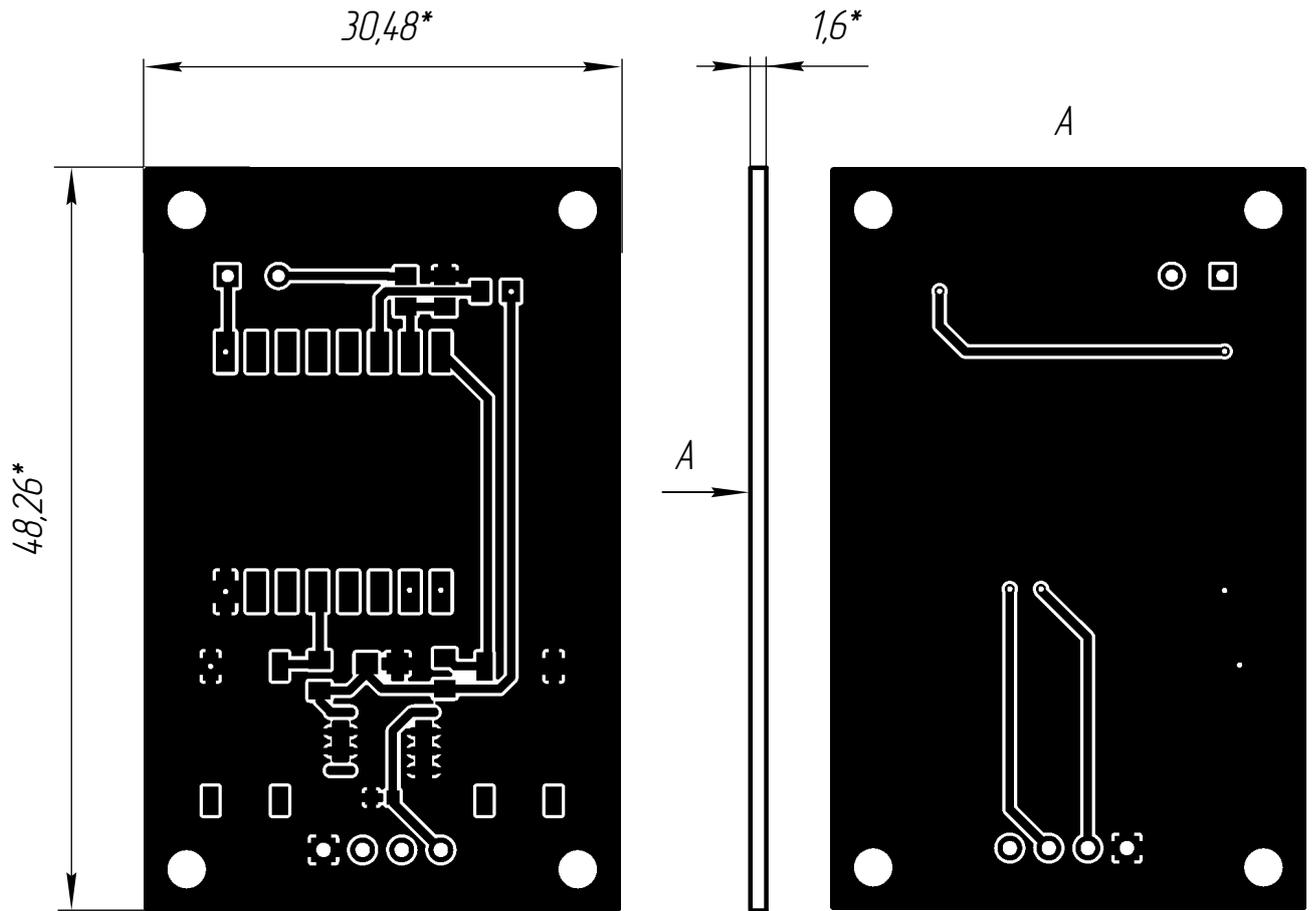
Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов 1	
НИ ТПУ	ИШНKB	
Группа	1AM11	

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб.		Тадурчинов		
Пров.		Громов		
Т. Контр.				
Н. Контр.				
Утв.				

Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------

**Приложение Е**  
(обязательное)  
Плата печатная  
ФЮРА. 758723. 001

ФЮРА.758723.001



1. \*Размеры для справок
2. Проводники выполнять шириной: не менее 0,5 мм
3. Расстояние между проводниками не менее 0,3 мм

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ФЮРА.758723.001		
Разраб.		Табурчинов					
Пров.		Громов					2:1
Т. Контр.					Лист	Листов 1	
Н. Контр.					FR4		НИ ТПУ Группа
Утв.							ИШНКБ 1АМ11

Изм. № подл. Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

**Приложение Ж**  
(обязательное)  
Перечень элементов  
ФЮРА. 201111. 001 ПЭ

		Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					
			Конденсаторы		
		C1	0603 0.1 мкФ Х7R 5 %, 16 В, 0603YC104JAT2A	1	
		C2	0805 2.2 мкФ Y5V 20 %, 16 В	1	
Справ. N			Микросхемы		
		DD1	Стабилизатор KF33BD-TR, SOIC-8	1	
		DD2	Wi-Fi модуль ESP-07	1	
Подпись и дата			Резисторы		
		R1 – R3, R6	0805 10 кОм, 1 % RC0805FR-0710KL	4	
		R4	Фоторезистор SNR2-3.0	1	
		R5	0805 24 кОм, 5%	1	
Взам. инв. N			Кнопки		
		SA1, SA2	Кнопка тактовая IT-1102WA	2	
Подпись и дата					
Инв. N подл	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Табурчинов.			
	Пров.	Громов			
	Нач.лаб.				
	Н.контр				
	Утв.				
ФЮРА.201111.001 ПЭЗ					
<b>Датчик освещенности</b>					
<b>Перечень элементов</b>					
		Лит.	Лист	Листов	
			1	2	



## **Приложение 3**

(обязательное)

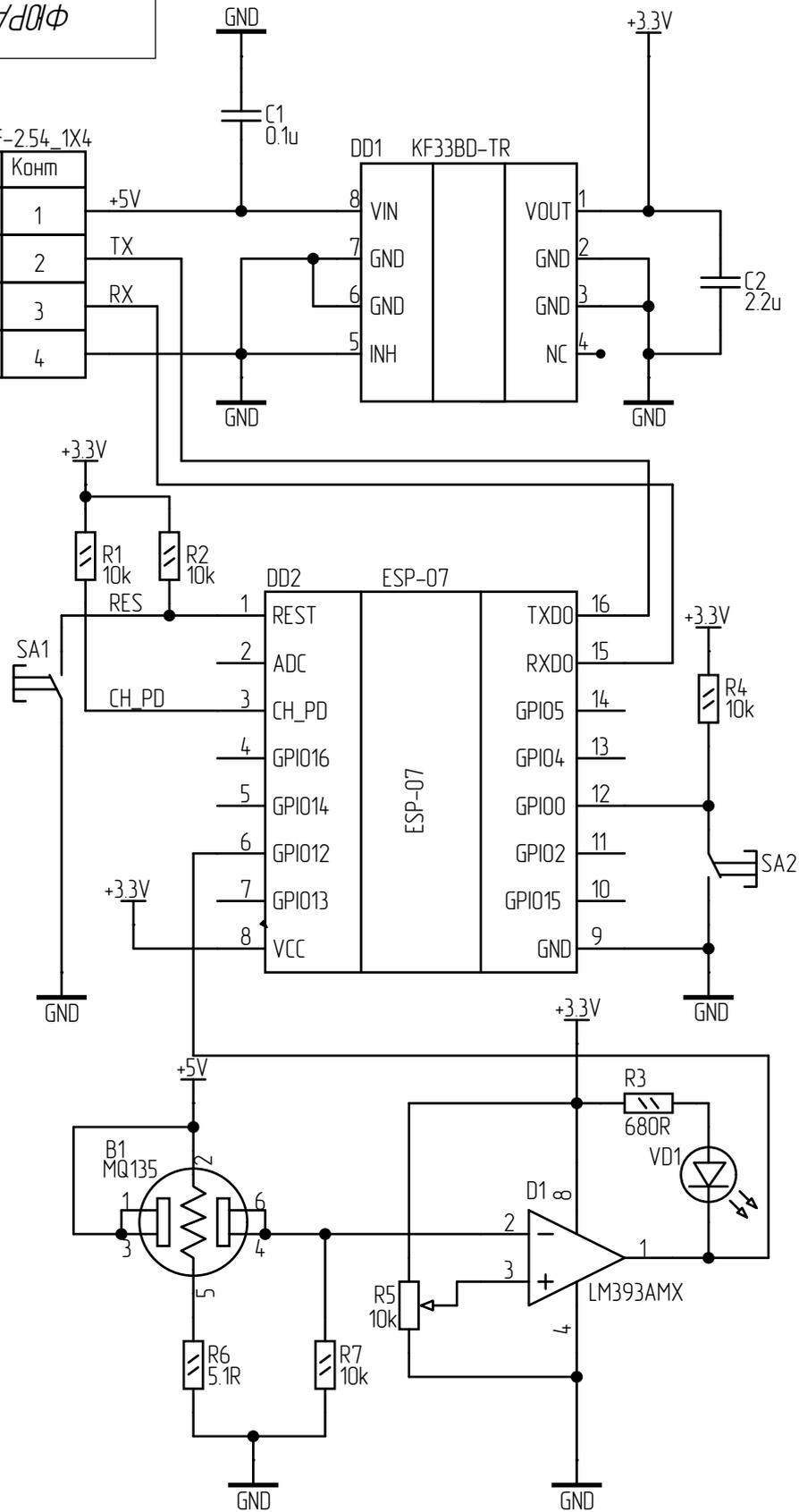
Схема электрическая принципиальная

ФЮРА.413422.001 ЭЗ

ФЮРА.413422.001.33

X1 HDR-F-254\_1X4

Цепь	Конн
+5B	1
TX	2
RX	3
GND	4



Изм. № подл.	Подп. и дата	Изм. № докум.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Тадурчинов				
Пров.		Громов				
Т. Контр.						
Н. Контр.						
Утв.						

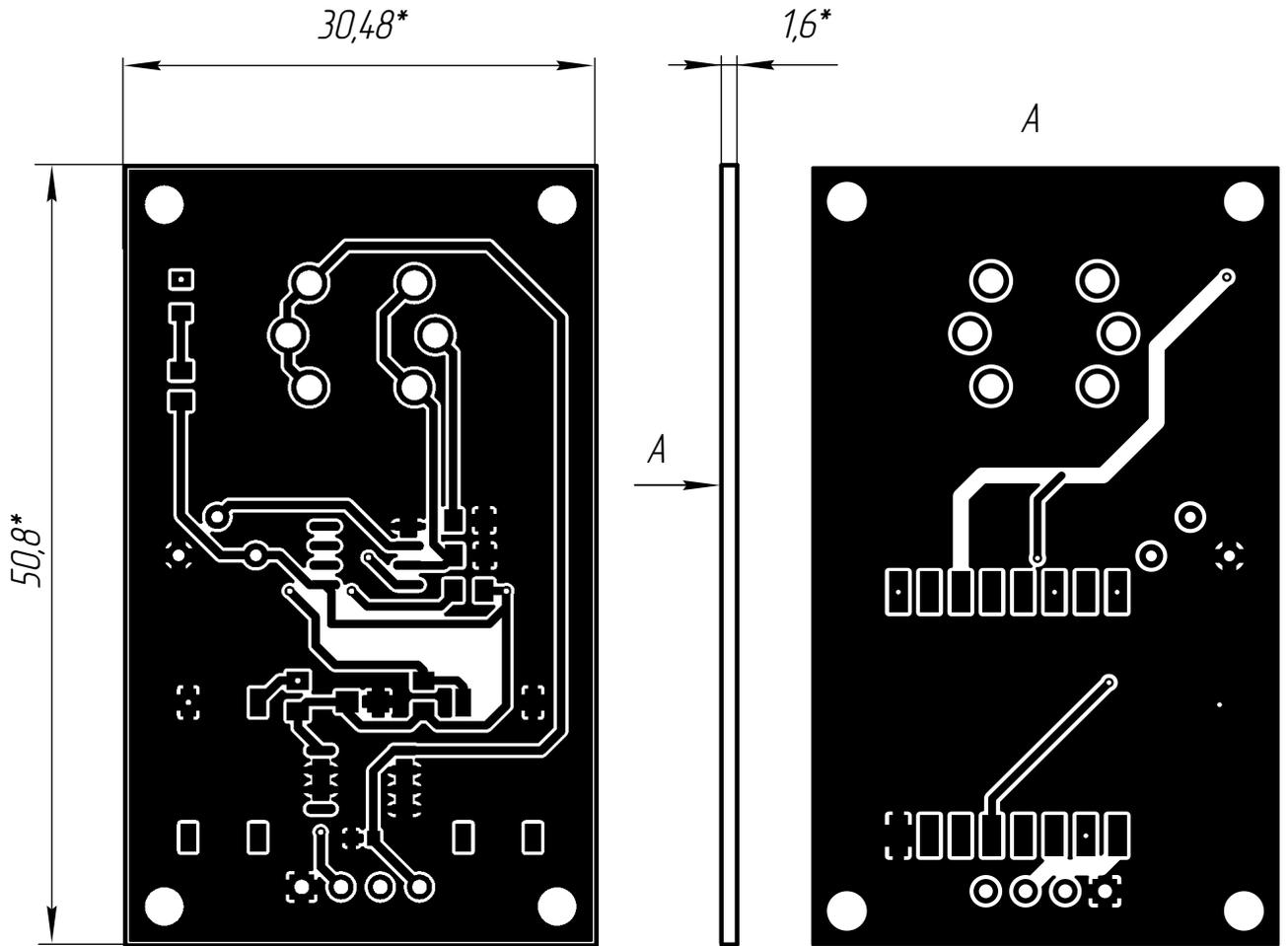
ФЮРА.413422.001.33

Датчик углекислого газа  
Схема электрическая принципиальная

Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов 1	
НИ ТПУ		ИШНКБ
Группа		1АМ11

**Приложение И**  
(обязательное)  
Плата печатная  
ФЮРА.758724. 001

ФЮРА.758724.001



1. \*Размеры для справок
2. Проводники выполнять шириной: не менее 0,5 мм
3. Расстояние между проводниками не менее 0,3 мм

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ФЮРА.758724.001				
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб.		Табурчинов		
Пров.		Громов		
Т. Контр.				
Н. Контр.				
Утв.				
Плата датчика углекислого газа		Лит.	Масса	Масштаб
				2:1
FR4		Лист	Листов 1	
		НИ ТПУ	ИШНKB	
		Группа	1AM11	

**Приложение К**  
(обязательное)  
Перечень элементов  
ФЮРА.413422. 001 ПЭ

		Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					
			<i>Конденсаторы</i>		
		C1	0603 0.1 мкФ Х7R 5 %, 16 В, 0603YC104JAT2A	1	
		C2	0805 2.2 мкФ Y5V 20 %, 16 В	1	
Справ. N			<i>Микросхемы</i>		
		DD1	Стабилизатор KF33BD-TR, SOIC-8	1	
		DD2	Wi-Fi модуль ESP-07	1	
		D1	Компаратор LM393AMX	1	
Подпись и дата					
			<i>Резисторы</i>		
		R1,R2,R4,R7	0805 10 кОм, 1 % RC0805FR-0710KL	4	
		R3	0805 680 Ом, 5%	1	
		R6	0805 5.1 Ом, 5%	1	
Взам. инв. N			<i>Подстроечные резисторы</i>		
Инв. N дубл.					
Подпись и дата					
Инв. N подл.					
<b>ФЮРА.413422.001 ПЭЗ</b>					
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Табурчинов			
	Пров.	Громов			
	Нач.лаб.				
	Н.контр				
	Утв.				
<b>Датчик углекислого газа</b>				Лит.	Лист
<b>Перечень элементов</b>					Листов
					1 2



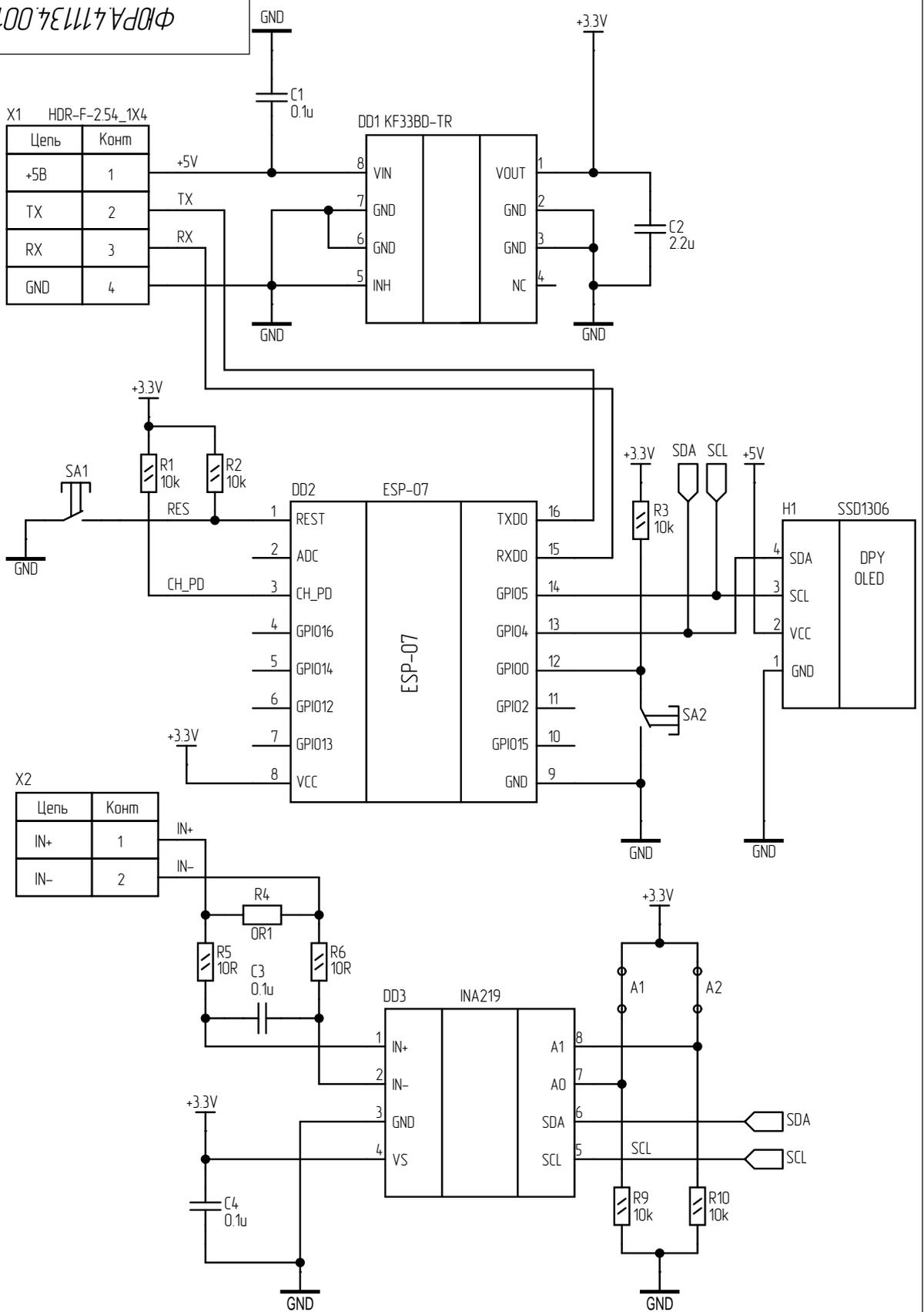
## **Приложение К**

(обязательное)

Схема электрическая принципиальная

ФЮРА.411134.001 ЭЗ

ФЮРА.41134.001 ЭЗ



Цепь	Комп
+5B	1
TX	2
RX	3
GND	4

Цепь	Комп
IN+	1
IN-	2

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб.		Тадурчинов		
Пров.		Громов		
Т. Контр.				
Н. Контр.				
Утв.				

ФЮРА.41134.001 ЭЗ

Датчик постоянного тока и напряжения

Схема электрическая принципиальная

Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов	1
НИ ТПУ	ИШНКБ	
Группа	1АМ11	

**Приложение Л**  
(обязательное)  
Плата печатная  
ФЮРА.758724. 001



**Приложение М**  
(обязательное)  
Перечень элементов  
ФЮРА.411134. 001 ПЭ

		Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					
			Конденсаторы		
		C1, C3, C4	0603 0.1 мкФ Х7R 5 %, 16 В, 0603YC104JAT2A	3	
		C2	0805 2.2 мкФ Y5V 20 %, 16 В	1	
Справ. N			Микросхемы		
		DD1	Стабилизатор KF33BD-TR, SOIC-8	1	
		DD2	Wi-Fi модуль ESP-07	1	
		DD3	INA219 SOT-23	1	
Подпись и дата			Резисторы		
		R1-R3, R9, R10	0805 10 кОм, 1 % RC0805FR-0710KL	5	
		R4	2010 0.1 Ом, 1 %	1	
		R5, R6	0805 10 Ом, 1%	2	
Взам. инв. N			Кнопки		
Подпись и дата					
Инв. N подл	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Табурчинов			
	Пров.	Громов			
	Нач.лаб.				
	Н.контр				
Утв.					
<b>ФЮРА.411134.001 ПЭЗ</b>					
<b>Датчик постоянного тока и напряжения</b>					
<b>Перечень элементов</b>					
		Лит.	Лист	Листов	
			1	2	



## **Приложение Н**

(обязательное)

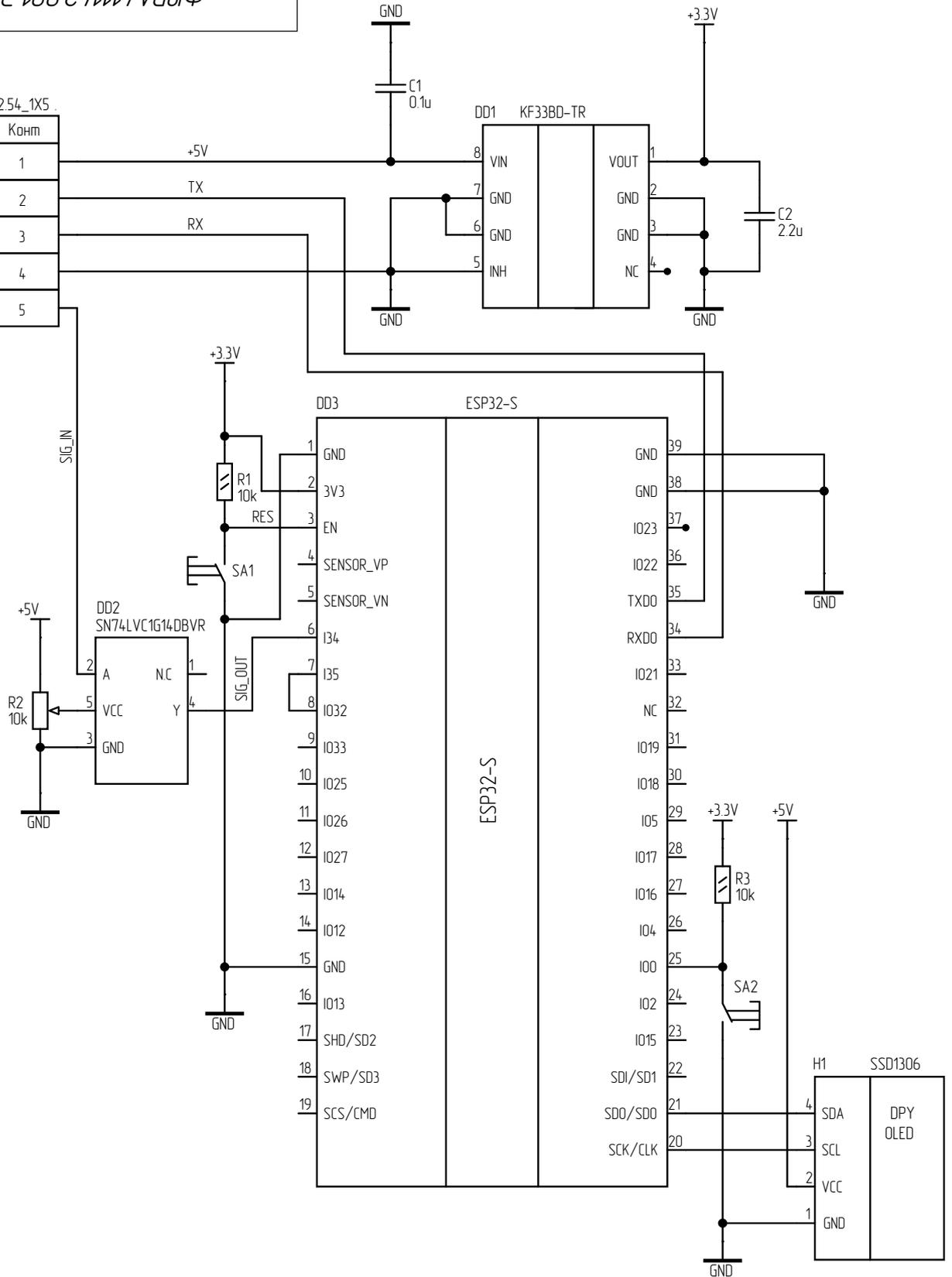
Схема электрическая принципиальная

ФЮРА.411142.001 ЭЗ

ФЮРА.4114.2.001 ЭЗ

X1 HDR-F-2.54\_1X5

Цепь	Конн
+5B	1
TX	2
RX	3
GND	4
Sig	5



Изм. № подл. Подп. и дата  
 Разраб. Табурчинов  
 Пров. Громов  
 Т. Контр.  
 Н. Контр.  
 Утв.

Взам. инв. №  
 Инв. № докл.  
 Подп. и дата

ФЮРА.4114.2.001 ЭЗ

Датчик частоты сигнала  
 Схема электрическая принципиальная

Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов 1	
НИ ТПУ	ИШНКБ	
Группа	1АМ11	

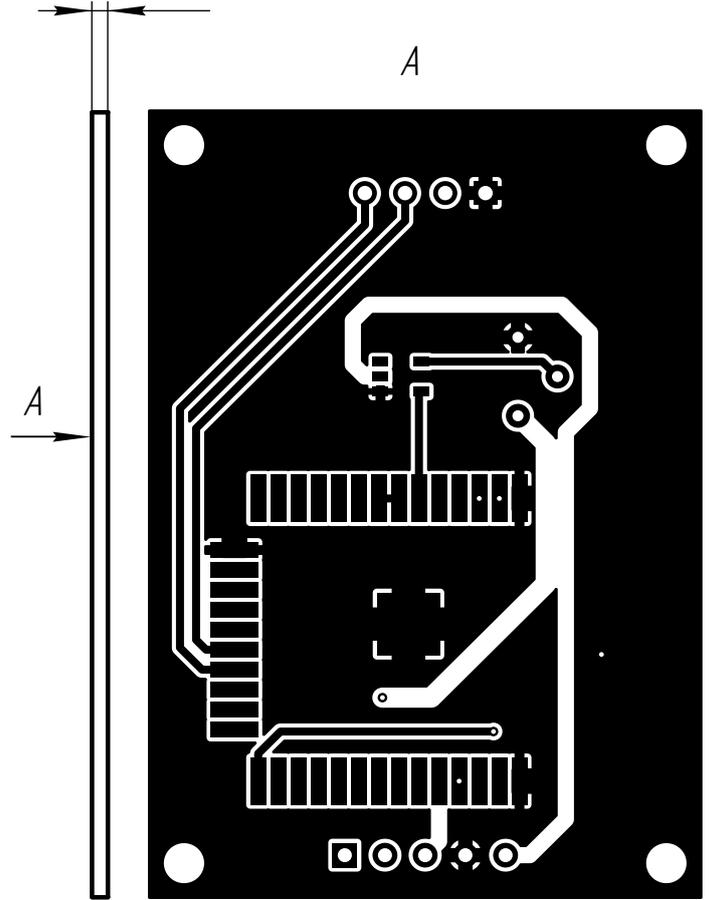
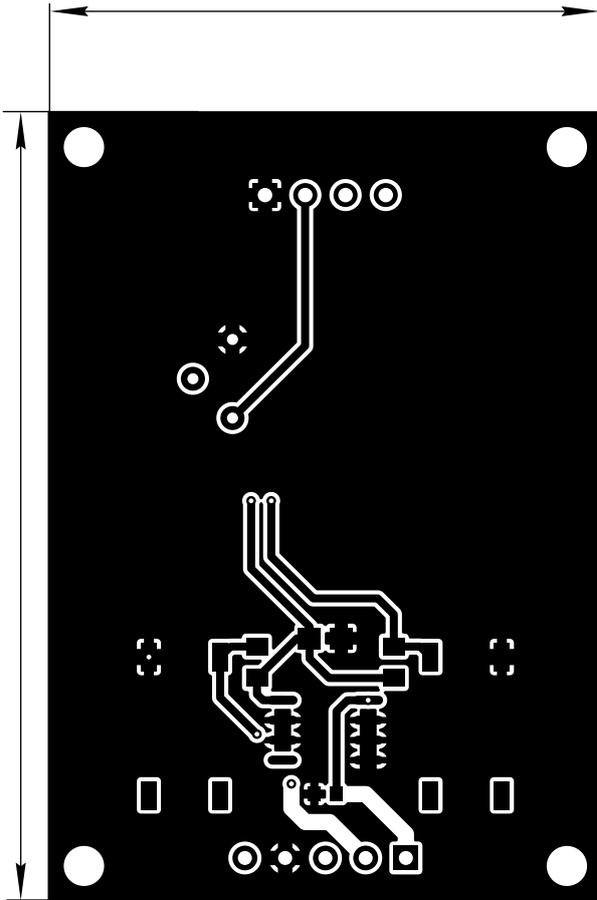
**Приложение О**  
(обязательное)  
Плата печатная  
ФЮРА.758724. 001

ФЮРА.758724.001

35,56\*

1,6\*

50,8\*



1. \*Размеры для справок
2. Проводники выполнять шириной: не менее 0,5 мм
3. Расстояние между проводниками не менее 0,3 мм

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ФЮРА.758724.001			
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата				
Разраб.		Табурчинов					2:1	
Пров.		Громов			Лист	Листов 1		
Т. Контр.					FR4		НИ ТПУ Группа	
Н. Контр.							ИШНКБ 1АМ11	
Утв.								

**Приложение П**  
(обязательное)  
Перечень элементов  
ФЮРА.411142. 001 ПЭ

		Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание									
Перв. примен.	ЕИЖА.		Конденсаторы											
		C1	0603 0.1 мкФ Х7R 5 %, 16 В, 0603YC104JAT2A	1										
		C2	0805 2.2 мкФ Y5V 20 %, 16 В	1										
Справ. N			Микросхемы											
		DD1	Стабилизатор KF33BD-TR, SOIC-8	1										
		DD2	Триггер SN74LVC1G14DBVR	1										
		DD3	Wi-Fi модуль ESP-32	1										
Подпись и дата			Индикация											
		H1	OLED дисплей SSD1306	1										
			Резисторы											
Взам. инв. N	Инв. N дубл.	R1, R3	0805 10 кОм, 1 % RC0805FR-0710KL	2										
Подпись и дата														
		<b>ФЮРА.411142.001 ПЭЗ</b>												
Инв. N подл		Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Датчик частоты сигнала</b> <b>Перечень элементов</b>	Лит.	Лист	Листов				
		Разраб.	Табурчинов.											
		Пров.	Громов										1	2
		Нач.лаб.												
		Н.контр												
Утв.														

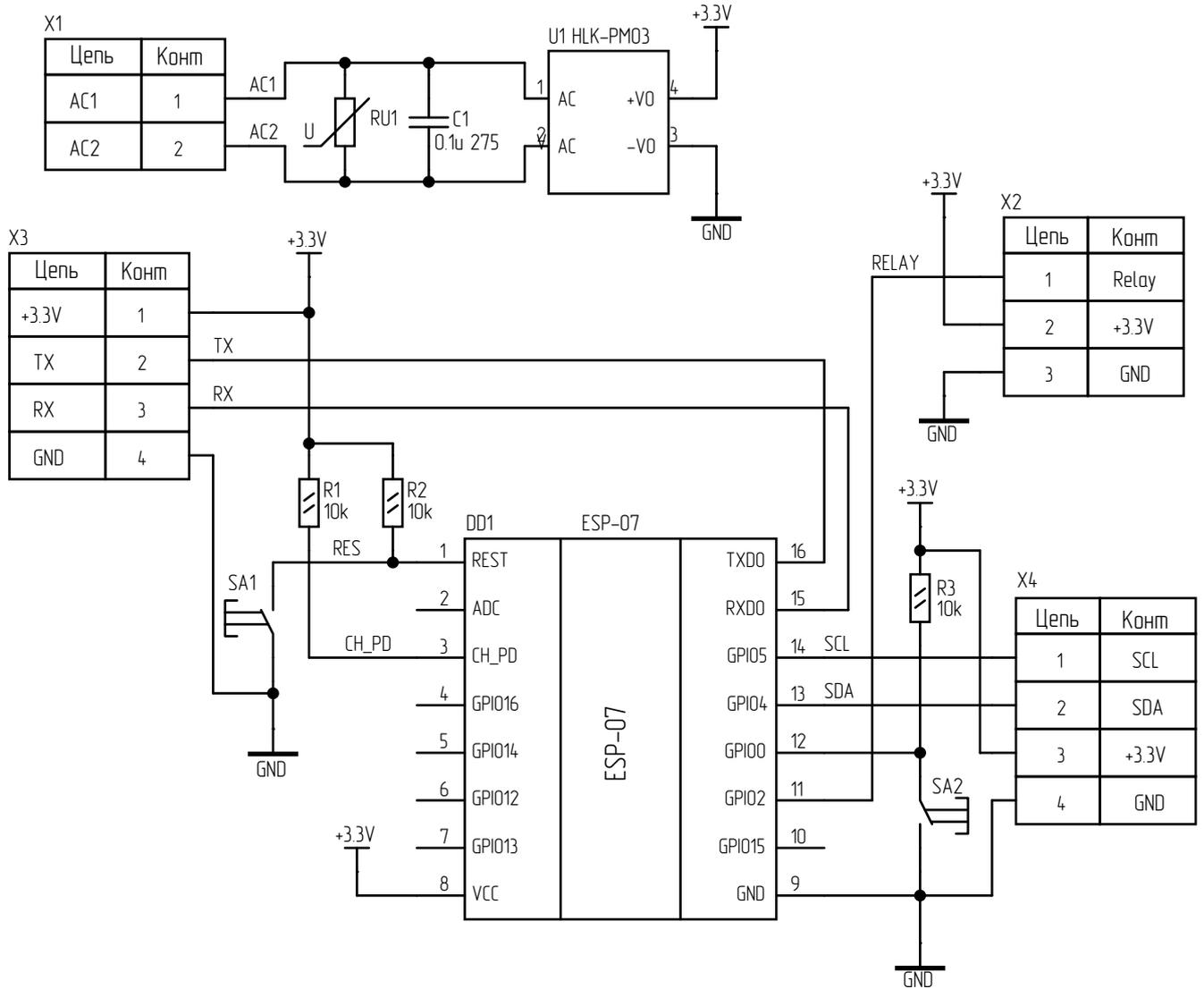


## **Приложение Р**

(обязательное)

Схема электрическая принципиальная

ФЮРА.411151.001 ЭЗ



Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб.		Табурчинов		
Пров.		Громов		
Т. Контр.				
Н. Контр.				
Утв.				

ФЮРА.41151.001 ЭЗ

Датчик потребляемой мощности  
переменного тока

Схема электрическая принципиальная

Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов 1	
НИ ТПУ	ИШНКБ	
Группа	1АМ11	

**Приложение С**  
(обязательное)  
Плата печатная  
ФЮРА.758724. 001



**Приложение Т**  
(обязательное)  
Перечень элементов  
ФЮРА.411151.001 ПЭ

		Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					
			<i>Конденсаторы</i>		
Справ. N		<i>C1</i>	<i>Конденсатор 1206 0.1 мкФ Х7R 10 %, 500 В</i>	<i>1</i>	
			<i>Микросхемы</i>		
		<i>DD1</i>	<i>Wi-Fi модуль ESP-07</i>	<i>1</i>	
			<i>Резисторы</i>		
		<i>R1-R3</i>	<i>0805 10 кОм, 1 % RC0805FR-0710KL</i>	<i>3</i>	
			<i>Варисторы</i>		
		<i>RU1</i>	<i>VDR-10D561</i>	<i>1</i>	
			<i>Кнопки</i>		
		<i>SA1, SA2</i>	<i>Кнопка тактовая IT-1102WA</i>	<i>2</i>	
	Подпись и дата				
Инв. N подл	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.		<i>Табурчинов</i>		
	Пров.		<i>Громов</i>		
	Нач.лаб.				
	Н.контр				
Утв.					
<b>ФЮРА.411151.001 ПЭЗ</b>					
<b>Датчик потребляемой мощности переменного тока</b>					
<b>Перечень элементов</b>					
		Лит.	Лист	Листов	
			<i>1</i>	<i>2</i>	

