

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
 Отделение школы (НОЦ): Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы Разработка оптико-электронной микропроцессорной системы дополненной реальности

УДК 004.318'1:004.946

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6Б	Мочалкина Дарья Вячеславовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, исполняющий обязанности руководителя	Баранов Павел Федорович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Селевич Ольга Семеновна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
11.03.04 Электроника и наноэлектроника	Иванова Вероника Сергеевна	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения

Код	Результат обучения
Общие по направлению подготовки	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности

P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
Элективная группа «Инжиниринг в электронике»	
P13	Проектировать, конструировать, проводить необходимые инженерные расчеты и испытания для обеспечения качественной и надежной работы высокотехнологичных электронных и механотронных приборов, систем и устройств и средств их испытаний.
P14	Проводить сопровождение технологического процесса изготовления изделий микроэлектроники.
P15	Проектировать, конструировать, проводить моделирование, верификацию и уточнение разработанных микро и наноразмерных электромеханических систем и цифровых схем для их управления включая разработку физического прототипа.
Элективная группа «Промышленная электроника»	
P16	Осуществлять профессиональную деятельность в области разработки, проектирования и эксплуатации преобразователей электрической энергии высокоэффективной электронной техники.
P17	Разрабатывать, проектировать, использовать в профессиональной деятельности устройства, приборы и системы аналоговой и цифровой электронной техники различного назначения.
P18	Проектировать, проводить технологическое сопровождение создания и осуществлять эксплуатацию электронных средств и электронных систем для обеспечения долговечного бесперебойного функционирования бортовых комплексов управления (БКУ).

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
 Отделение школы (НОЦ): Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Иванова В.С.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

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

Студенту:

Группа	ФИО
1А6Б	Мочалкиной Дарье Вячеславовне

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ОПТИКОЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№43-64/с от 12.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.2020

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объект исследования - шлем дополненной реальности

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Аналитический обзор по литературным источникам в области технологии дополненной реальности, спроектировать оптическую составляющую AR-системы, спроектировать электронную составляющую AR-системы, спроектировать программное обеспечение AR-системы, рассчитать энергопотребление и вес конструкции, разработать конструкцию AR-системы</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж принципиальной электрической схемы контроллера заряда, чертеж платы контроллера заряда, сборочный чертеж контроллера заряда.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Проектирование системы	Баранов Павел Федорович
Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность	Селевич Ольга Семеновна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

--	--

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, исполняющий обязанности руководителя	Баранов Павел Федорович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6Б	Мочалкина Дарья Вячеславовна		

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
 Уровень образования **бакалавриат**
 Отделение **электронной инженерии**
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16 июня
------------------------------------------	---------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
<i>25 февраля</i>	<i>Обзор существующих устройств и научной литературы по теме</i>	5
<i>3 марта</i>	<i>Разработка структурной схемы устройства</i>	5
<i>15 марта</i>	<i>Разработка оптической схемы устройства</i>	5
<i>15 апреля</i>	<i>Разработка программного обеспечения</i>	5
<i>1 мая</i>	<i>Проектирование принципиальной схемы контроллера заряда</i>	5
<i>8 мая</i>	<i>Проектирование печатной платы контроллера заряда</i>	5
<i>25 мая</i>	<i>Создание 3Д модели печатной платы</i>	5
<i>12 июня</i>	<i>Составление доклада и оформление расчётно-пояснительной записки</i>	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, исполняющий обязанности руководителя	Баранов Павел Федорович	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»

Студенту:

Группа	ФИО
1А6Б	Мочалкина Дарья Вячеславовна

Школа	инженерного предпринимательства	Направление	11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
Уровень образования	Бакалавр		

Перечень вопросов, подлежащих разработке:	
Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)	Проблема сокращения времени на обучение персонала на получение навыков использования нового оборудования
Способы защиты интеллектуальной собственности	<ul style="list-style-type: none"> • Оформление патента • Регистрация товарного знака • Заключение договора на разработку и оказание услуг <ul style="list-style-type: none"> • Соглашение о конфиденциальности • Политика конфиденциальности (в интернете)
Объем и емкость рынка	Мировой объем рынка составляет: 11 млрд. дол. Доступная емкость: 13 млн. руб
Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт	Рынок стремительно развивается и по прогнозам к 2025г объем увеличится на 140%.
Себестоимость продукта	Себестоимость продукта составила 55 тыс. руб.
Конкурентные преимущества создаваемого продукта	Предлагаемое устройство дешевле, чем у конкурентов, проще в управлении и применение ее в совершенно новом для этой отрасли направлении.
Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами	Отечественных аналогов нет. С таким применением нет мировых и отечественных аналогов.
Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта	Крупные предприятия, специализирующиеся на радиоэлектронной промышленности, находящиеся в Центральном, Уральском или Сибирском федеральных округах
Бизнес-модель проекта	<ul style="list-style-type: none"> • Управление ограничивается кнопкой вкл/выкл • Стоимость в разы ниже среднерыночной • Помогает быстро покупателям нашего клиента разобраться с его оборудованием

	<ul style="list-style-type: none"> • Экономия времени на обучение персонала на производстве
Производственный план	<ul style="list-style-type: none"> • Поиск заинтересованных покупателей • Нахождение посредников для продажи • Участие в конференциях • Публикация статей
План продаж	Продвижение оборудование будет базироваться в два основных этапа. Первый, это пока нет готового образца. Второй с созданным образцом.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы(например, бизнес-модель)	

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

Задание выдал со-руководитель (по разделу «Концепция стартап-проекта») ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Селевич Ольга Семеновна	к.э.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6Б	Мочалкина Дарья Вячеславовна		5.06.20

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 1А6Б	ФИО Мочалкина Дарья Вячеславовна
----------------	-------------------------------------

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриant	Направление	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является разработка опто-электронной микропроцессорной системы дополненной реальности (4 корпус, 35 аудитория).
-----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); – неудовлетворительный микроклимат – повышенный уровень напряженности электростатического поля – Электроопасность
3. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

	– Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6Б	Мочалкина Дарья Вячеславовна		5.05.18

Реферат

Выпускная квалификационная работа 98 страниц, 29 рисунков, 18 таблиц, 51 источников литературы.

Ключевые слова: очки, дополненная реальность, OpenCV, обучение, Raspberry pi B+, оптическая система.

Объект исследования – технология дополненной реальности.

Целью выпускной квалификационной работы является: разработка оптикоэлектронной микропроцессорной системы дополненной реальности.

В результате работы был произведен обзор литературы, были спроектированы оптическую электронную составляющую AR-системы, было написано программное обеспечение, была разработана конструкция AR-системы, а также были рассчитаны энергопотребление и масса конструкции

В процессе исследования проводились испытания работы кода на советском мультиметре, в качестве прибора, которому нужно научиться пользоваться.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Напряжение питания: 5В

Масса конструкции: 123г+масса шлема

Область применения: обучение на производстве

Экономическая эффективность/значимость работы: сокращение времени на обучение новому оборудованию персонала.

В будущем планируется собрать спроектированный макет с предложенной элементной базой и еще один макет с минимизацией габаритов. А также планируется написать ПО для панели РЖД.

Оглавление

Введение.....	14
1 Обзор литературы	17
1.1 Что такое AR (дополненная реальность).....	17
1.2 Технологии дополненной реальности в России	18
1.3 Применение AR технологии.....	19
1.4 Обзор существующих AR систем	25
2 Проектирование системы	30
2.1 Состав систем дополненной реальности	30
2.2 Компонентная база.....	31
2.3 Расчет массы и питания конструкции.....	32
2.4 Схема работы кода	33
2.5 Проектирование конструкции AR-системы	34
3 Практическая часть	35
3.1 Схема контроллера заряда.....	35
3.2 Плата для контроллера заряда	38
3.3 Моделирование работы контроллера заряда.....	40
3.4 Программная часть.....	42
3.5 Конструирование системы	43
4 Экономическая часть	44
4.1 Описание продукта как результата НИР	44
4.2 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли	46
4.3 Объем и емкость рынка	51
4.4 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта	55
4.5 Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами.....	58
4.6 Бизнес-модель проекта. Производственный план и план продаж	61
4.7 Интеллектуальная собственность.....	62
4.8 Планируемая стоимость продукта.....	63

4.9 Экономическое обоснование проекта	66
4.10 Стратегия продвижения продукта на рынок	67
4.11 Вывод.....	68
5 Социальная часть	69
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
5.2 Производственная безопасность.....	71
5.3 Экологическая безопасность.....	77
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	79
Заключение	83
Список использованных источников	84
Приложение А	90
Приложение Б.....	96

Введение

Наш мир полон новых технологий, способных упростить жизнь современного человека. Одна из таких технологий – технология дополненной реальности. Она широко распространена в сфере развлечений, в логистике, в медицине, в образовании. Но на производство ее еще никто не внедрил.

Каждое предприятие, чтобы оставаться на рынке вынуждено развиваться, соответствовать новейшим стандартам, модернизировать оборудование. Но вот незадача, приносят новый прибор на производство и нужно научить многочисленный персонал им пользоваться, а это время. Время на обучение – это время, которое измеряется в масштабах производства не в часах, а в денежных единицах. Таким образом, если сократить время обучения персонала на ознакомление с новым оборудованием, то сокращаются денежные издержки предприятия.

Результатом моей научно-исследовательской работы будет спроектированное устройство, представляющее шлем с оптической системой на один глаз. На полупрозрачном стекле будет отображаться информация, которая будет накладываться на внешний мир.

Сложное программное обеспечение позволит устройству дополненной реальности распознать исследуемый прибор, найти кнопки этого прибора, обвести и снизу подписать их назначение. Таким образом на полупрозрачное стекло оптической системы будут выводиться геометрические фигуры (круги, квадраты), которые будут располагаться вокруг кнопок соответствующих форм и размеров. Цвет выведения информации фигур будет красным в связи с тем, что в большинстве своем оборудование (которым предстоит научиться пользоваться) серого цвета. Текст, который будет выводиться под кнопками, будет синим цветом, чтоб была яркая контрастность между цветом прибора, цветом контура кнопок (красный) и цветом текста. Исходя из этого можно сказать, что цвет выведения информации подбирается такой, чтобы

наблюдателю было наиболее комфортно работать в системе дополненной реальности и минимально возможной нагрузкой для глаз.

Проблема, которую предстоит решить, выдвинул ижевский радиозавод. После прохождения практики на этом предприятии они прислали письмо с проблемой, которую предстоит решить. Это предприятие выпускает панель управления для РЖД (рисунок 1). Заказчиком выступает государство, но разобраться с этой панелью стоит большого труда, в связи с этим они заказали систему, которая смогла бы помочь заказчику разобраться с использованием этой панели.

Рисунок 1 наглядно показывает, как примерно будут подсвечиваться кнопки, но пока это только грубо и неточно, в связи с тем. Что нужно заставить систему работать корректно, а потом только настраивать ее под панель завода. В связи с этим сейчас нет возможности увидеть эту инструкцию. Ее мне покажут непосредственно на предприятии.



Рисунок 1 – Внешний вид подсвеченных элементов панели ИРЗ

Важный момент, на который стоит обратить внимание, что лучше в этом приборе не работать с ярко освещённым кабинетом, так как уменьшится контрастность между окружающим миром и информацией, которую выводит оптическая система. Эту проблему можно решить, через изменение источника вывода информации, в данном случае дисплея, на более мощный.

Связи с компьютером или сетью не предусматривается. Необходимо лишь включить AR систему и подойти к необходимому прибору, AR система сама распознает панель прибора и выведет на него необходимую информацию. Это производится автоматически, без участия оператора. Интерфейса здесь не предусматривается, так как нужна лишь кнопка вкл/выкл, остальное система сделает сама, при условии, что нужный прибор в поле зрения камеры AR системы.

Таким образом, предлагаемая AR система решит проблему обучения персонала и проблему внедрения нового оборудования.

В дальнейшем программное обеспечение может быть доработано и также выводит инструкции к прибору, но все это должно будет подбираться сугубо индивидуально – под нужды прибора и предприятия, для которого будет писаться это программное обеспечение.

1 Обзор литературы

1.1 Что такое AR (дополненная реальность)

Современные технологии способны творить настоящие чудеса, о которых люди не могли помыслить еще 20-30 лет назад. Совсем недавно удивительна была мысль о существовании мобильного телефона, который можно носить с собой, а сейчас мы уже общаемся, даже не беря этот телефон в руки. Но прогресс идет все дальше, и сегодня уже сама реальность дополняется виртуальными объектами, которые мы можем не только видеть, но даже воздействовать на них. Речь идет о дополненной реальности.

Термин Augmented Reality (AR), который переводится как «дополненная реальность», был впервые предложен в 1990 г. исследователем Томом Коделом, который работал на корпорацию Boeing. О сути понятия «дополненная реальность» говорит само название — это технологии, которые дополняют реальность виртуальными элементами.

Речь идет:

- об отображении виртуальных объектов на экране устройств — компьютеров, планшетов, телефонов, экранов;
- о просмотре виртуальных объектов посредством специальных очков и шлемов;
- о визуализации объектов в реальности.

Основной момент при использовании дополненной реальности — это наложение виртуальных (нереальных) объектов на реальность, их комбинирование. В этом существенное отличие дополненной реальности от виртуальной.

Дополненная реальность позволяет дополнить мир виртуальными объектами, звуками, образами. Она может быть интерактивной, т. е.:

- на виртуальные объекты можно воздействовать (например, прикоснуться на экране планшета к изображению щенка и увидеть, как он завилает хвостом в ответ);

- с ними можно фотографироваться (например, в интересной маске);
- с их помощью можно переходить на сайты и т. п., вариантов интерактивности дополненной реальности огромное множество.

В настоящее время в США и многих странах Европы дополненная реальность является важной составляющей крупного бизнеса, который стремится осваивать новые технологии и привлекать новых клиентов и партнеров. Кроме того, дополненная реальность там плотно обосновалась в таких социально-значимых сферах, как здравоохранение, образование и наука [1].

1.2 Технологии дополненной реальности в России

Согласно данным Forbes, пик развития технологии дополненной реальности (Technology of Augmented Reality) в мире — это ближайшие 5-10 лет. Пока этот рынок в нашей стране не слишком широк, однако исследователи сходятся во мнении, что дополненная реальность — это не временная мода, вполне вероятно, что совсем скоро она станет такой же обыденностью, как Wi-Fi или мобильная связь. И Россия никак не станет исключением.

Уже сейчас в нашей стране можно встретить яркие примеры применения дополненной реальности. Часто можно встретить доп. реальность в мобильных приложениях, детских игрушках, а еще она все активнее вживается в военную отрасль, здравоохранение и многие другие сферы в России.

Следует признать, что в России при создании изделий с использованием AR-технологии по большей части пока используются зарубежные разработки. Прекрасные изделия, созданные креативными дизайнерами и разработчиками, воспроизводятся с помощью иностранных приборов (всем известные очки и шлемы дополненной реальности) или специальных браузеров, также разработанных иностранными компаниями. Это неудивительно — зарубежные компании-разработчики уже не первый год совершенствуют свои программы, которые позволяют создавать и воспроизводить AR.

Однако и в нашей стране есть разработчики, освоившие технологии дополненной реальности и создавшие отечественные программы. Одна из таких программ — «Тофар». Но диапазон возможностей этой программы очень ограничен крайне ограничен. Так же эта программа больше подразумевает создание приложений на смартфоны и прочие электронные устройства — полноценной системы в виде очков или шлема дополненной реальности российские производители еще не выпускают [2].

1.3 Применение AR технологии

1.3.1 Медицина

Технология дополненной реальности обладает большим потенциалом для повышения качества медицинского обучения во многих областях — от эксплуатации оборудования МРТ до выполнения сложных операций.

Например, студенты клиники Кливленда в Университете Case Western Reserve изучают анатомию, используя гарнитуру AR, которая позволяет проникать в человеческое тело в интерактивном 3D-формате [3].

1.3.2 Розничная торговля

В современной розничной среде покупатели используют свои смартфоны больше, чем когда-либо: сравнивают цены, ищут дополнительную информацию о продуктах, просматривают разные варианты.

Всемирно известный бренд мотоциклов Harley Davidson — один из ярких примеров того, как бренд максимально использует эту технологию. Компания разработала приложение AR, которое потребители могут использовать в магазине. Его суть в том, чтобы пользователь смог самостоятельно настроить цвета и увидеть функции, которые выполняет мотоцикл. Всё это можно сделать в шоуруме.

1.3.3 Ремонт и обслуживание

Один из самых больших промышленных вариантов использования AR — это ремонт и обслуживание сложного оборудования.

Будь то автомобильный мотор или МРТ-машина, рабочие начинают использовать AR-гарнитуры и очки, чтобы оперативно предоставлять полезную информацию, предлагать возможные исправления и указывать на возможные проблемы. Этот вариант использования будет только усиливаться по мере развития технологии Интернета вещей (IoT).

1.3.4 Логистика

Дополненная реальность предоставляет множество возможностей для повышения эффективности и экономии затрат во многих областях бизнес-логистики. Она включает транспортировку, складирование и оптимизацию маршрута.



Рисунок 2 – Наглядное использование AR технологии в логистике

Судоходная компания DHL уже внедрила умные AR-очки на некоторых своих складах. Линзы показывают рабочим кратчайший маршрут на складе для поиска и выбора определенных предметов, предназначенных для отправки. Предоставление работникам более эффективных способов выполнять свою работу — один из лучших вариантов повышения рентабельности в современной бизнес-среде [4].

1.3.5 Туризм

В последние годы технологии значительно продвинулись в развитии индустрии туризма. Вспомните только TripAdvisor или Lonely Planet.

Использование дополненной реальности дает возможность туристическим брендам и агентствам предоставить потенциальным туристам еще более захватывающий опыт перед их путешествием. Представьте себе, что вам нужно совершить виртуальную прогулку по Австралии перед тем, как заказать билет в Сидней, или неспешно прогуляться по Парижу, чтобы посмотреть, какие музеи или кафе вы хотели бы посетить. AR обещает упростить продажу поездок, путешествий и отдыха в будущем.

1.3.6 Образование

В то время как технологии, подобные планшетами, стали широко распространены во многих школах и классных комнатах, учителя и преподаватели в настоящее время наращивают учебный опыт использования дополненной реальности в обучении.

Например, приложение Aurasma уже применяется в классах, чтобы ученики могли просматривать свои занятия с помощью смартфона или планшета для более насыщенной учебной среды. Школьники и студенты, изучающие астрономию, видят полную карту Солнечной системы. Те, кто посещает музыкальный класс, просматривают музыкальные ноты в реальном времени, когда они учатся играть на музыкальном инструменте [5].

1.3.7 Обслуживающий персонал

Будь то небольшой кондиционер или ветряная турбина, каждый день техников по обслуживанию на местах отправляют на ремонт критически важного оборудования, которое нужно скорее запустить.

Сегодня эти специалисты могут прибыть на место с очками или наушниками AR и посмотреть, что они ремонтируют, чтобы быстрее диагностировать и устранить проблему. И вместо того, чтобы пролистывать руководство по ремонту, технические специалисты могут заниматься своими делами без помощи рук.

1.3.8 Развлечения

В индустрии развлечений использование дополненной реальности упрочняет связь между аудиторией и персонажами. К примеру, успешными

являются игры про Гарри Поттера, ведь читатели книги и зрители фильмов чувствуют, что они знают каждого волшебного персонажа и жаждут дополнительного контента.

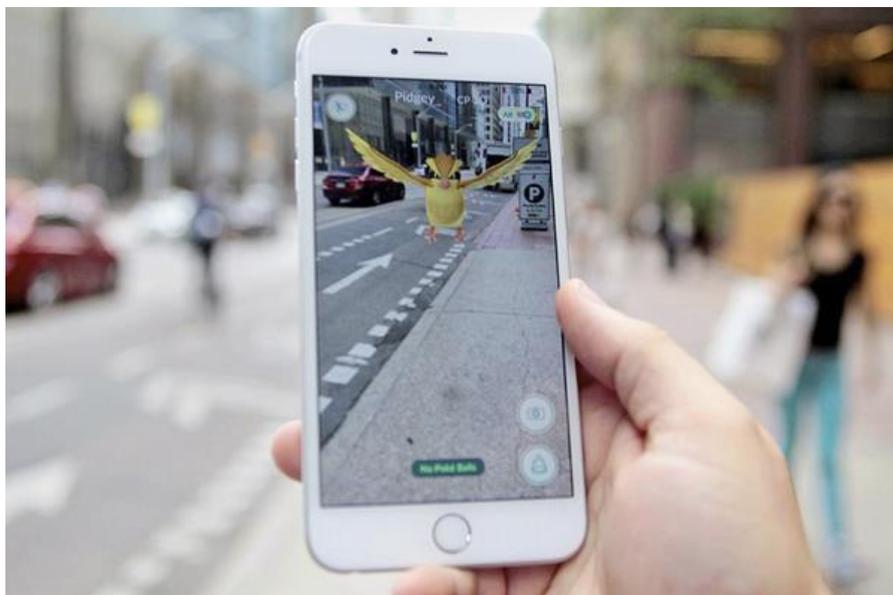


Рисунок 3 – Наглядное применение AR технологии в развлечениях

В настоящее время развлекательные бренды рассматривают AR как отличную маркетинговую возможность для установления более тесных связей между своими героями и аудиторией. На самом деле создатели дополненной реальности Pokemon Go скоро планируют выпустить AR-игру на тему Гарри Поттера, с которой фанаты могут взаимодействовать изо дня в день [6].

1.3.9 Общественная безопасность

Сегодня, в случае чрезвычайной ситуации, люди немедленно дойдут до своего смартфона, чтобы узнать, что происходит, куда идти и находятся ли их близкие в безопасности. Кроме того, на место пожара или землетрясения прибывают лица, принимающие первые ответные меры, пытаясь выяснить, кому нужна помощь, а также наилучший способ обезопасить их.

Дополненная реальность обещает решить обе части головоломки общественной безопасности. Тех, кто в первую очередь реагирует в AR-очках, могут предупреждать об опасных зонах и показывать в режиме реального времени людей, которые нуждаются в помощи, позволяя при этом быть в курсе окружающей обстановки. Для тех, кто в этом нуждается, AR с поддержкой

геолокации может показать направление и лучший маршрут к безопасным зонам и районам с пожарными или медиками.

1.3.10 Ремонт автомобилей

Индустрия технологий сделала прорыв в удобстве использования своего оборудования. К сожалению, автомобильная промышленность еще не совершенна в этом плане. Каждое транспортное средство меняется, соответственно, месторасположение деталей и их функции тоже.



Рисунок 4 - Наглядное применение AR технологии в ремонте автомобилей

Попытка отследить конкретную информацию о вашем транспортном средстве может быть удачным проектом. Inglobe Technologies выпустила приложение, которое помогает вам увидеть местонахождение определенных деталей автомобиля. Когда эта технология станет более распространенной, даже новичок сможет выполнить базовый ремонт машины, например, проверить уровень жидкости и заменить фильтры [7].

1.3.11 GPS-навигация

GPS стал настолько распространенным, что большинство людей не могут жить без него. Но есть один минус — вам, как правило, приходится отводить взгляд от дороги, чтобы увидеть направления, а также указатели поворотов за поворотами, которые иногда трудно выровнять по фактической дороге. Mishor

3D в настоящее время работает над драйвером 3D-навигации, чтобы решить эту проблему.

Вряд ли приложение сможет в любой момент времени использовать полицейские сообщения или DMV для предоставления информации, но навигационные пометки были бы чрезвычайно полезны. В сочетании с краудсорсинговыми приложениями для трафика, такими как Waze и Inrix, это поможет водителям. Самым большим препятствием для приложений такого типа может оказаться не столько технический аспект, сколько дизайн. Если они слишком будут загромождать интерфейс, это может принести водителям вред, а не пользу .

1.3.12 Строительство и архитектура

Дополненная реальность в проектах строительства и архитектуры предполагает размещение 3D-модели предлагаемого проекта в существующем пространстве с использованием мобильных устройств.

Ее активно использует компания BNBuilders в Сиэтле, чтобы наглядно показать клиентам проект в условиях существующей строительной площадки. Для этого применяются Apple iPad и другие мобильные устройства.

1.3.13 Дизайн интерьера помещения

Благодаря технологии AR дизайнер может продемонстрировать клиенту определенные участки дома, расстановку мебели, цвет стен и полов, расположение молдинга или планировку новой квартиры.

Современные приложения (Magicplan, PLNAR, Housecraft и прочие) позволяют распознавать комнату или квартиру, которые уже использовались. Кроме того, они возвращают созданную ранее аранжировку. Голограммы, сгенерированные AR-очками, стабильны и ясны, а созданные элементы всегда находятся на своем месте.

Приложения AR, гарнитуры и умные очки обещают повысить эффективность работы практически во всех отраслях, начиная от розничной торговли и заканчивая промышленным производством. И хотя многие из

проектов находятся пока на стадии разработки и тестирования, использование дополненной реальности уже становится частью нашей жизни [8].

1.4 Обзор существующих AR систем

1.4.1 Очки смешанной реальности Microsoft HoloLens

Microsoft HoloLens — очки смешанной реальности, разработанные Microsoft. HoloLens можно управлять с помощью жестов, голосом (в устройство интегрирована Cortana), с помощью специального кликера (англ. *clicker*), поставляющегося вместе с устройством, или нажатием кнопок.



Рисунок 5 – Очки Microsoft HoloLens

Стоимость этих очков составляет 398 000р.

Оптика HoloLens устроена очень сложно (если сравнивать, например, с устройствами виртуальной реальности), что обусловлено необходимостью не просто выводить изображение на экран, но ещё и правильно совмещать его с объектами реального мира. Жидкокристаллические проекторы с разрешением сторон 16:9, которые Microsoft назвала «световыми движками» (англ. *light engines*), создают изображение, которое затем проходит через визуализационную оптику (англ. *imaging optics*), волновод, combiner (устройство, совмещающее проекцию и изображение реального мира) и дифракционные решётки. Линзы

имеют 3 слоя — для синего, зелёного и красного цветов — каждый со своими дифракционными свойствами.

HoloLens как устройство, в большей степени предназначенное для игр, но в дальнейшем HoloLens также используются или предполагаются к использованию для показа мод, для демонстрации автомобиля Volvo S90, для обучения студентов-медиков, в армии для создания системы кругового обзора для бронетехники, для помощи хирургам в проведении операций.

1.4.2 Очки дополненной реальности Google Glass [9].

Google Glass — гарнитура для смартфонов на базе Android, разработанная компанией Google. В устройстве используется прозрачный дисплей, который крепится на голову и находится чуть выше правого глаза, с камерой, способной записывать видео высокого качества.

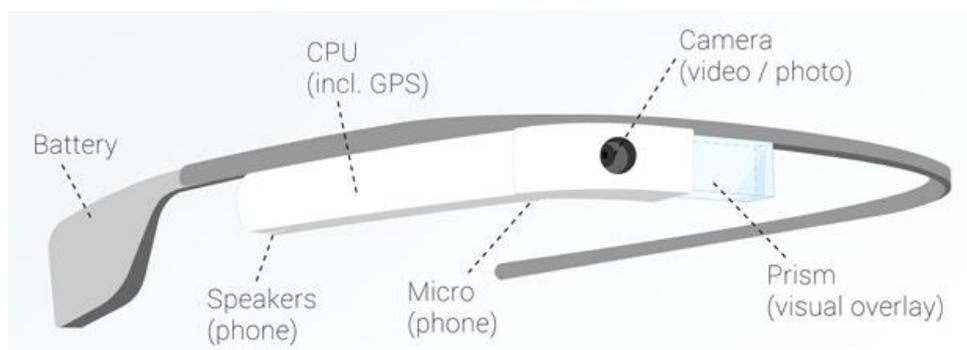


Рисунок 5 – Компоненты очков Google Glass

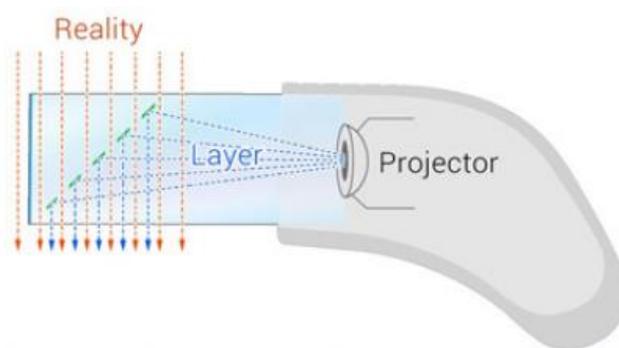


Рисунок 6 – Оптическая схема очков Google Glass

Стоимость этих очков составляет 80 000р.

Очки позволяют запускать уже существующие программы Google (такие как Google Now, Google Maps, Google+, Gmail) и сторонних разработчиков (Evernote, Skitch, New York Times, Path).

На конференции Google I/O 2013 стало известно, что появились новые программы для Glass, в том числе предназначенные для работы с Facebook, Twitter и Tumblr.

Концепция Google Glass в конечном счёте должна реализовывать одновременно три отдельные функции, сведя их воедино: дополненную реальность, мобильную связь + интернет, видеодневник. Первая версия очков полноценно реализует видеодневник и лишь частично дополненную реальность и коммуникационную составляющую [10].

1.4.3 Очки дополненной реальности Epson Moverio BT-300

Главное преимущество BT-300 перед предшественниками, повторимся, – это экраны Si-OLED. За счет использования технологии органических светодиодов удалось поднять уровень контрастности и, как следствие, реалистичность картинки. Вдобавок выросло разрешение: 1280×720 точек против 960×540 у предшественников. В итоге расположенные поблизости от глаз экранчики создают эффект 40-дюймового экрана, видимого с расстояния в 2,5 метра, или 320-дюймового – с расстояния в 20 метров. Экраны полупрозрачные – при необходимости могут полностью заполняться картинкой, а могут и «приоткрывать» Вам завесу виртуального мира, давая доступ к той самой дополненной реальности.



Рисунок 7 – Вид очков дополненной реальности Epson Moverio BT-300

Стоимость этих очков составляет 89 300р.

Полезны Moverio BT-300 будут тем, кто часто работает с презентациями. Рассказывать лекцию, когда информация прямо перед тобой и не нужно

оборачиваться на экран, при этом имея постоянный зрительный контакт с аудиторией — нет ничего удобнее.

В очки встроен гироскоп и акселерометр, что позволяет подстраивать приложения под поворот или наклон головы, а также формировать сценарии дополненной реальности. Есть и датчик освещенности, помогающий приспособлять яркость выводимой на экранчики картинки под окружающую реальность.

Можно и вовсе запустить на очках навигатор, но вот пользоваться девайсом за рулём мы бы не советовали: это небезопасно, так как внимание водителя должно быть приковано к дороге, а не к навигатору. А вот пассажир (или даже штурман) мог бы помогать своему пилоту и подсказывать нужный поворот, при этом он бы видел реальную дорогу прямо перед собой.

Особые впечатления будут у тех, кто занимается пилотированием квадрокоптера. Когда он улетает на большие расстояния, совершенно непонятно, куда он движется и как им управлять. У Epson же есть партнерство с DJI, так что Moverio легко подключаются к квадрокоптерам данной компании. И с помощью этих очков вы будете видеть всё то, что «видит» ваш дрон. Это какие-то невообразимые ощущения: мозг не сразу понимает, что видит одновременно и пространство вокруг себя, и то, что снимает дрон с высоты птичьего полета, да и сам дрон тоже. Так намного удобнее, чем смотреть видео полёта на смартфоне, тем более что в таком случае видеть сам квадрокоптер не получится [10].

1.4.4 Очки дополненной реальности Sony SmartEyeglass

Простые и удобные Sony SmartEyeglass – очки дополненной реальности, которые способны выводить различную информацию на линзы.



Рисунок 8 – Внешний вид очков дополненной реальности Sony SmartEyeglass

Стоимость этих очков 79 955р.

Умные очки смогут вести запись окружающего пространства, используя встроенную качественную камеру, совершать звонки, выступая в роли гарнитуры к вашему смартфону, автоматически регулировать яркость изображения, используя встроенный датчик освещенности. Внутри у очков скрывается акселерометр и электронный компас, что обеспечивает точное позиционирование пользователя. Для легкой связи со смартфоном используется NFC-чип, который автоматически соединяется с телефоном при поднесении на близкое расстояние.

Очки Sony SmartEyeglass позволяют смотреть текущий счет в различных состязаниях, получать инструкции по сборке вещей, получают указания по направлению движения с учетом информации от навигатора. Вывод голограмм производится в режиме высокой прозрачности, так что вы сможете одновременно видеть показываемую информацию и окружающий мир [11].

2 Проектирование системы

2.1 Состав систем дополненной реальности

Конструкции всех систем дополненной реальности различны, но большинство из них имеют схожую технологию, на которой основывается работа.

Источником изображения является крайне маленький oled display или мини проектор, затем изображение проходит через собирающую линзу после чего, на рефлектор, находящийся под углом 45 градусов к глазу наблюдателя.

Рефлектор, как правило, выполняется из полупрозрачного стекла, чтобы можно было видеть, как картинку с экрана, так и окружающее пространство.

Само собой, все компоненты подобраны с учетом минимизации размеров и веса, так как конструкция крепится на голове.

Некоторые конструкции содержат гироскоп, акселерометр, магнитометр, детектор [12].

Структурная схема проектируемой системы представлена на рисунке 9. С камеры передается информация на микрокомпьютер, там обрабатывается, затем согласно полученным данным выводится информация на дисплей, откуда через оптическую систему на глаз человека.

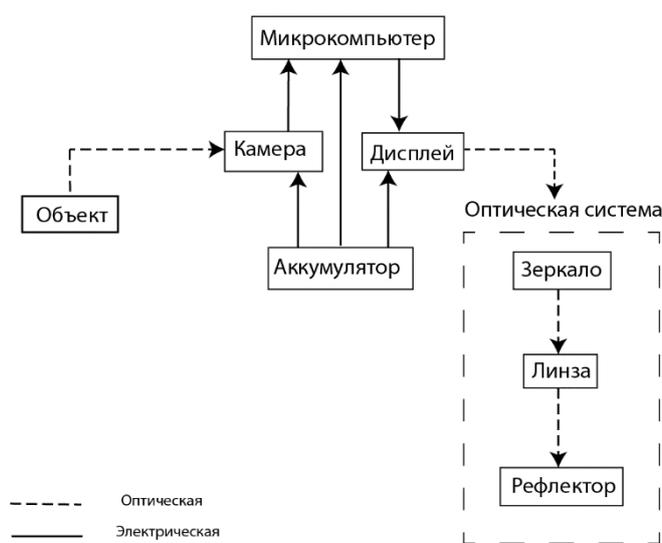


Рисунок 9 – Структурная схема

Работа оптической системы представлена на рисунке 10. Информация с дисплея отражается через зеркало, проходит через собирающую линзу и отражается через рефлектор (полупрозрачная пластиковая пластинка) попадает в глаз человека.

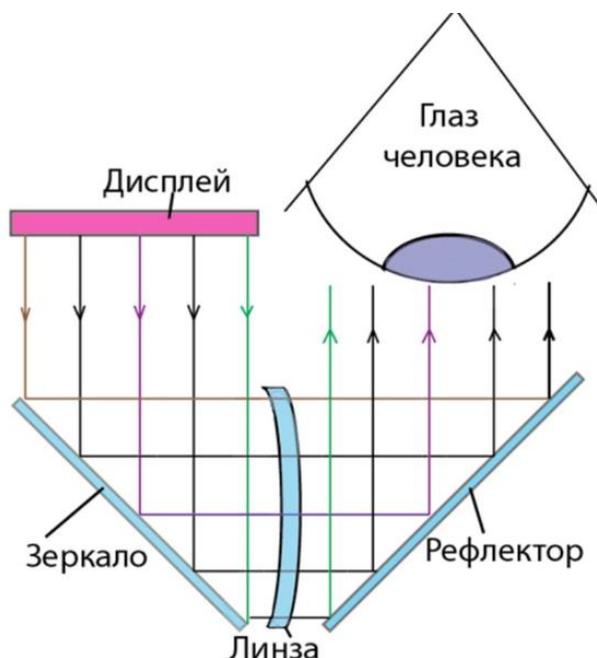


Рисунок 10 – Схема работы оптической системы

2.2 Компонентная база

Как видно на рисунке 9 для сборки AR-системы необходимы следующие электронные компоненты: камеры, микрокомпьютер, дисплей и аккумулятор.

- Камера

Основным критерием выбора является качество изображения и минимизация. Была подобрана камера Raspberry Pi (B) [13].

- Микрокомпьютер

Управление систем будет осуществляться одноплатным компьютером Raspberry Pi B+, так как программное обеспечение предполагает использование библиотеки машинного зрения OpenCV, а предлагаемый одноплатный компьютер подходит для этих целей.

- Дисплей

Дисплей подбирался из соображений минимизации габаритов, но при этом с хорошим разрешением. Дисплей должен быть цветным, чтобы обведение и подписи кнопок выглядели контрастно на фоне устройства и легко различимо .

- Аккумулятор

Расчет питания системы представлен в разделе 2.3.

2.3 Расчет массы и питания конструкции

Таблица 1 –Значения параметров для расчета массы и питания

	Ток, А	Напряжение, В	Масса, г
Raspberry Pi	2.2	5	45
Камера	0.25	5	16
Дисплей	0.3	5	23
Оптическая система			40
Итого	2.75	5	124
Аккумулятор 5000 А*ч	2.4	5	150

Расчет питания приведен в формулах 1,2:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 5 \cdot 0.25 + 5 \cdot 2.2 + 5 \cdot 0.3 = 14.75 \text{ Вт} \quad (1)$$

Где P1 – мощность потребления камеры,

P2 – мощность потребления Raspberry Pi,

P3 – мощность потребления дисплея.

$$Q = U \cdot I \cdot t$$

$$I \cdot t = \frac{Q}{U} = \frac{14.75 \text{ В} \cdot \text{А} \cdot \text{ч}}{5 \text{ В}} = 2.95 \text{ А} \cdot \text{ч} \quad (2)$$

Таким образом, можно сделать вывод, что чтобы устройство работало 1 час, ему необходимо питание в 2.95 А · ч, а вес конструкции должен составлять около 300г.

2.4 Схема работы кода

В это разделе будет представлено описание кода, который предстоит написать. Схема работы кода представлена на рисунке 11.

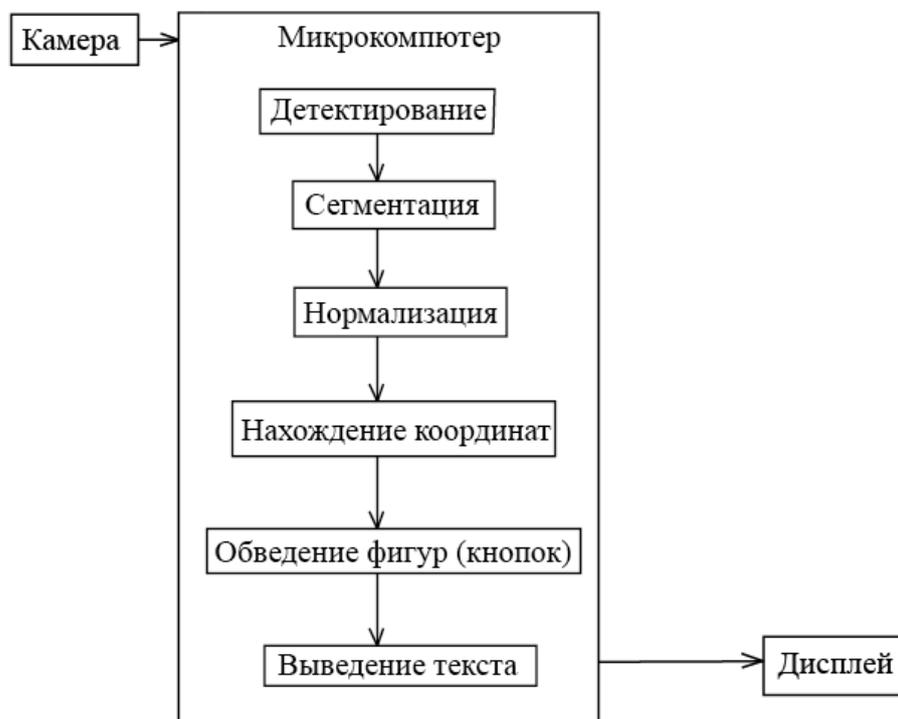


Рисунок 11 – Схема работы кода

Схема работы кода представлена на рисунке 11. В режиме реального времени камера в блоке детектирования будет находить необходимый прибор - просто его наличие в объективе камеры. Затем программа производит сегментацию, то есть находит границы между панелью прибора и окружающей средой. В связи с тем, что смотреть мы можем под разным углом, изображение панели будет напоминать скорее форму трапеции, нежели прямоугольника, для этого необходима функция нормализации. Это значит, что трапеция разных размеров при разных расстояниях, которую мы видим, будет преобразована в прямоугольник строго определенных размеров.

На преобразованном прямоугольнике, есть уже заданные координаты элементов панели - это чтобы система не перепутала 2 одинаковых кнопки. Затем все элементы панели обводятся в контур и снизу подписываются

2.5 Проектирование конструкции AR-системы

Предполагается, что конструкция будет выглядеть, как изображено на рисунке 12. Крепление (на котором стоит камера), может перемещаться и подстраиваться под человеческий глаз. Сверху крепится микрокомпьютер, сзади аккумулятор.

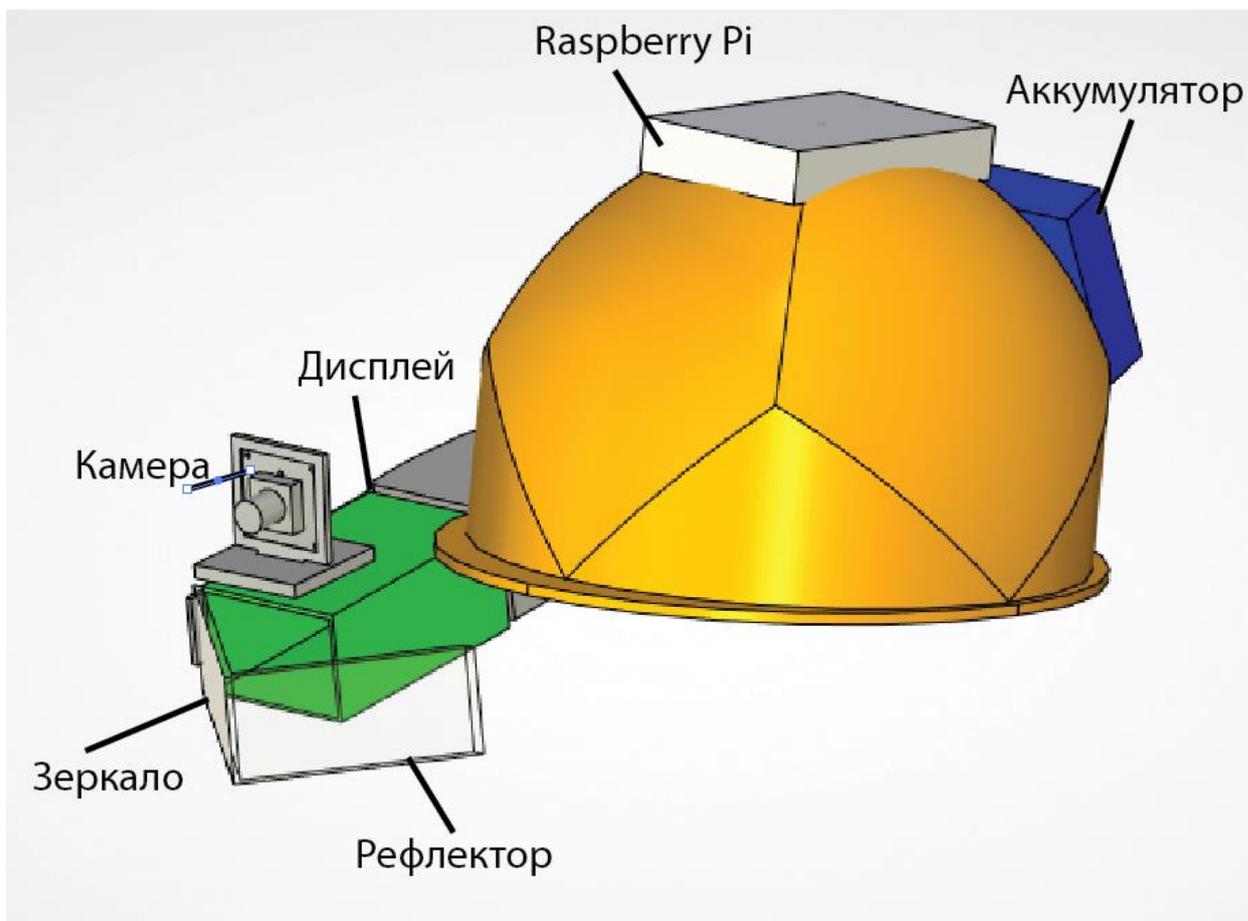


Рисунок 12 – 3D модель системы

3 Практическая часть

3.1 Схема контроллера заряда

Любой источник напряжения имеет пульсацию выходного напряжения, что в свою очередь неблагоприятно отражается на заряжаемом аккумуляторе. Для увеличения срока службы аккумулятора был разработан контроллер заряда.

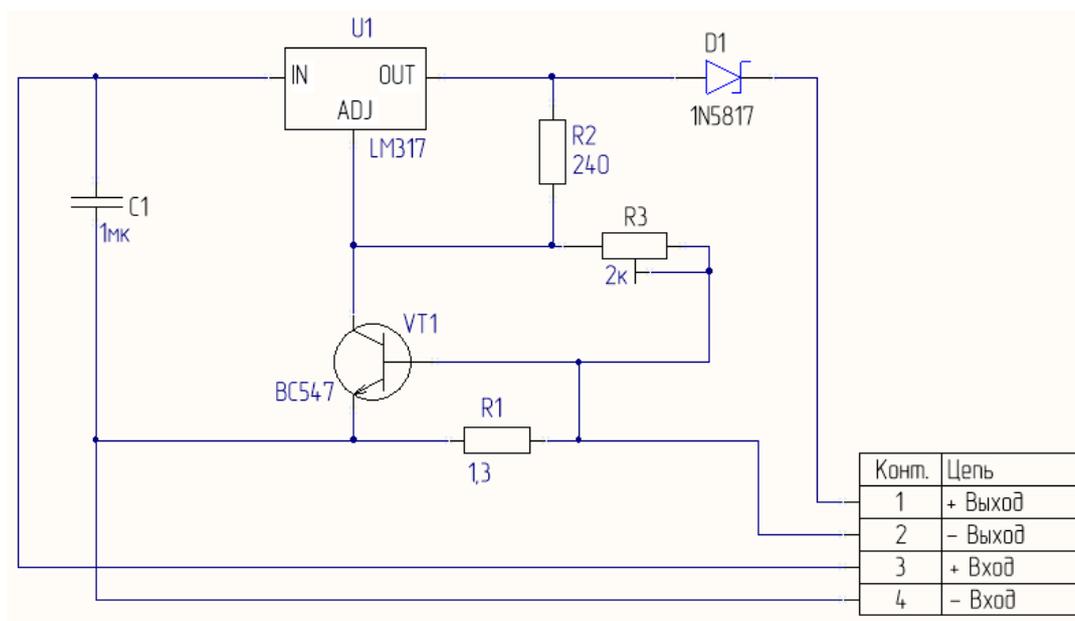


Рисунок 13 – Схема контроллера заряда

Разработанная схема (рисунок 13) применяется для заряда двух Li-Ion аккумуляторных батарей ICR18650-26FM [14]. Номинальное напряжение заряда составляет $3.7V \pm 0.05$ [14]. Батареи соединяются последовательно, поэтому выходное напряжение $V_o = 7.4V$. При расчетах необходимо будет учесть падение напряжения на диоде (порядка 0,3 В), следовательно в выходное напряжение составит 7,7В.

Представленная схема контроллера заряда (рисунок 13) основана на регулируемом интегральном стабилизаторе напряжения LM317 (U1).

На входе стоит конденсатор C1, который служит для фильтрации от помех.

Используемые батареи имеют ограниченный ток зарядки. Рекомендуемый ток зарядки составляет 500 мА [14]. Для ограничения тока зарядки в схеме контроллера заряда (рисунок 13) используется транзистор VT1 и резистор R₁. При увеличении тока зарядки увеличивается напряжение на резисторе R₁. Данное напряжение служит отпирающим напряжением для транзистора $V_{R1}=V_{бэVT}$. При достижении порогового напряжения транзистор открывается и замыкает на себя ток регулировочного вывода (ADJUST). Напряжение на регулировочном выводе будет падать и следовательно, выходное напряжение, и как следствие выходной ток будет уменьшаться до тех пор, пока напряжение $V_{R1}=V_{бэVT}$ не снизится, и транзистор не закроется.

Расчет R2:

Формула выходного напряжения схемы контроллера заряда выглядит следующим образом:

$$V_o = V_{REF} \left(1 + \frac{R_3}{R_2} \right) + I_{ADJ} \cdot R_3, \quad (3)$$

где V_o - выходное напряжение,

$V_{REF}=1.25$ В (рисунок 14),

$I_{ADJ}=50$ мкА- ток регулировочного вывода стабилизатора напряжения (рисунок 14) [15].

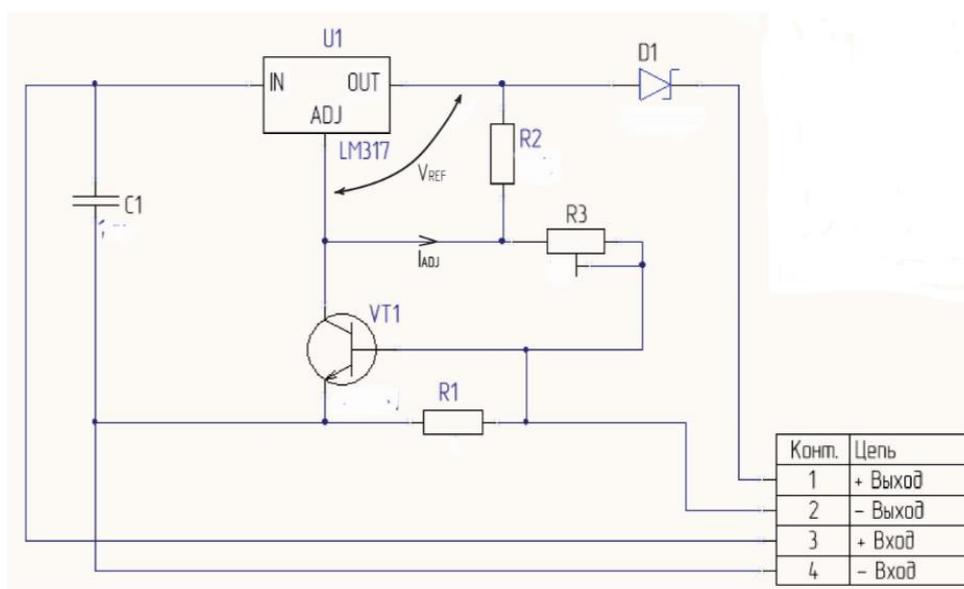


Рисунок 14 – Обозначения V_{REF} и I_{ADJ} [15]

Необходимо задать сопротивление R2. По рекомендации из документации R1=240 Ом [15]. Напряжение на данном резисторе 1,25В. Следовательно мощность, выделяемая на не составит:

$$P_{R2} = \frac{V_{REF}^2}{R_2} = \frac{1,25^2}{240} = 6,5 \text{ мВт} \quad (4)$$

Выберем резистор R2: CF-50 (C1-4) 0,125 Вт, 240 Ом, 5% [16].

Расчет R3:

Из уравнения 6 получим выражение для R3:

$$R_3 = \frac{V_0 - V_{REF}}{\frac{V_{REF}}{R_2} + I_{ADJ}} = \frac{7,7 - 1,25}{\frac{1,25}{240} + 50 \cdot 10^{-6}} = \frac{6,45}{5,25 \cdot 10^{-3}} = 1,2 \text{ кОм} \quad (5)$$

Мощность выделяема на резисторе R2:

$$P_{R_3} = I_{R_3}^2 \cdot R_3 = (I_{ADJ} + I_{R2})^2 \cdot R_3 = \left(I_{ADJ} + \frac{V_{REF}}{R_2} \right)^2 \cdot R_3 = 37,5 \text{ мВт} \quad (6)$$

Выражения для нахождения номиналов и мощностей резисторов не учитывают присутствие в цепи резистора R1, так как его сопротивление мало и составляет порядка нескольких Ом.

Для более точной настройки схемы резистора R3 необходимо взять переменным: RM065 2кОм[17].

Расчет транзистора:

Произведем расчет транзистора. Напряжение, прикладываемое к транзистору в закрытом состоянии, составляет:

$$V_{кэ} = V_0 - V_{REF} = 7,7 - 1,25 = 6,45 \text{ В}, \quad (7)$$

где V0- номинальное напряжение выхода.

Ток, протекающий в открытом состоянии:

$$I_k = I_{ADJ} + I_{R2} = 5,25 \text{ м} \quad (8)$$

С учетом рассчитанных значений был выбран транзистор BC547C [18].

Расчет R1:

Для транзистора пороговое напряжение база – эмиттер равно 650мВ, это напряжение в свою очередь равно V_{R1}. Следовательно R1 можно рассчитать по следующей формуле:

$$R_1 = \frac{V_{63VT}}{I_{зарmax}} = \frac{650 \cdot 10^{-3}}{500 \cdot 10^{-3}} = 1,3 \text{ Ом} \quad (9)$$

где $I_{зарmax}$ – максимальный ток заряда.

Резистор R_1 находится в цепи заряда аккумуляторов, поэтому необходимо выбрать низкоомный резистор. Выберем 1,3 Ом. Максимальный ток через резистор составит 500 мА, следовательно мощность, выделяемая на нем, составит:

$$P_{R1} = I_{зар}^2 \cdot R_1 = (500 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1,3 = 0,325 \text{ Вт}, \quad (10)$$

где $I_{зар}$ – ток заряда.

Выберем резистор R1: CF-50 (C1-4) 0,5 Вт, 1,3 Ом, 5% [16]

Выбор диода:

Для защиты схемы от протекания обратного тока (от разряда аккумулятора) на выходе установлен диод D1 (рисунок 5.5) Максимальное обратное напряжения, придаваемое к диоду $U_{Dобр} = V_0 = 7,7 \text{ В}$

Максимальный ток протекающий через диод в открытом состоянии равен максимальному току заряда $I_{Dmax} = I_{зарmax} = 500 \text{ мА}$

Для обеспечения быстродействия был выбран диод Шоттки:

Выбран D1: 1N5817 [19].

3.2 Плата для контроллера заряда

В программном продукте DipTrace была произведена трассировка платы (рисунок 15) для схемы на рисунке 13. Все чертежи приведены в приложении А.

Для минимизации габаритов платы конструкция предусматривает наличие перемычки. Для повышения практичности в плате предусмотрены места для двух крепежных отверстий. Габаритные размеры платы составляют 34x24x1.5мм. Толщина платы составляет 1.5 мм в связи с тем, что эта толщина является наиболее распространенной.

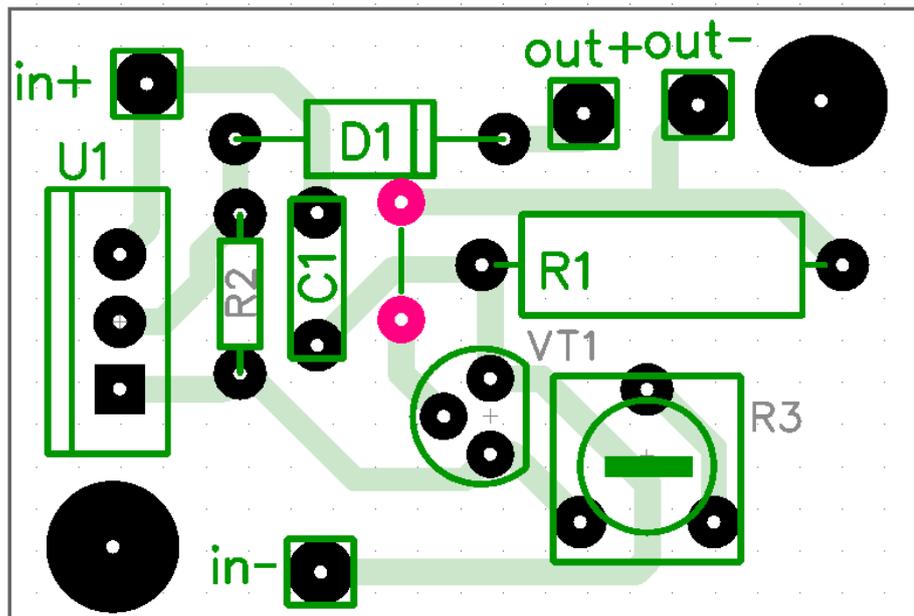


Рисунок 15 – Разведённая плата контроллера заряда

На рисунке 16 представлена 3D модель платы контроллера заряда (рисунок 15). Длина самого высокого элемента (стабилизатора напряжения) составляет 20 мм.

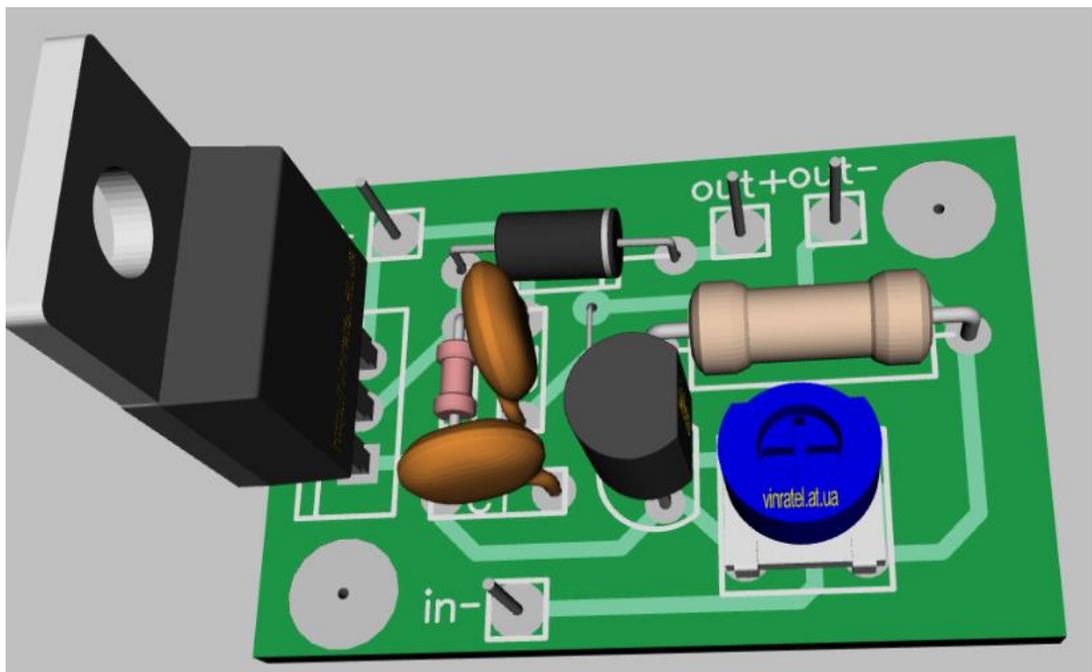


Рисунок 16 – 3D плата контроллера заряда

3.3 Моделирование работы контроллера заряда

В программном продукте Multisim было проведено моделирование работы схемы контроллера заряда (рисунок 17).

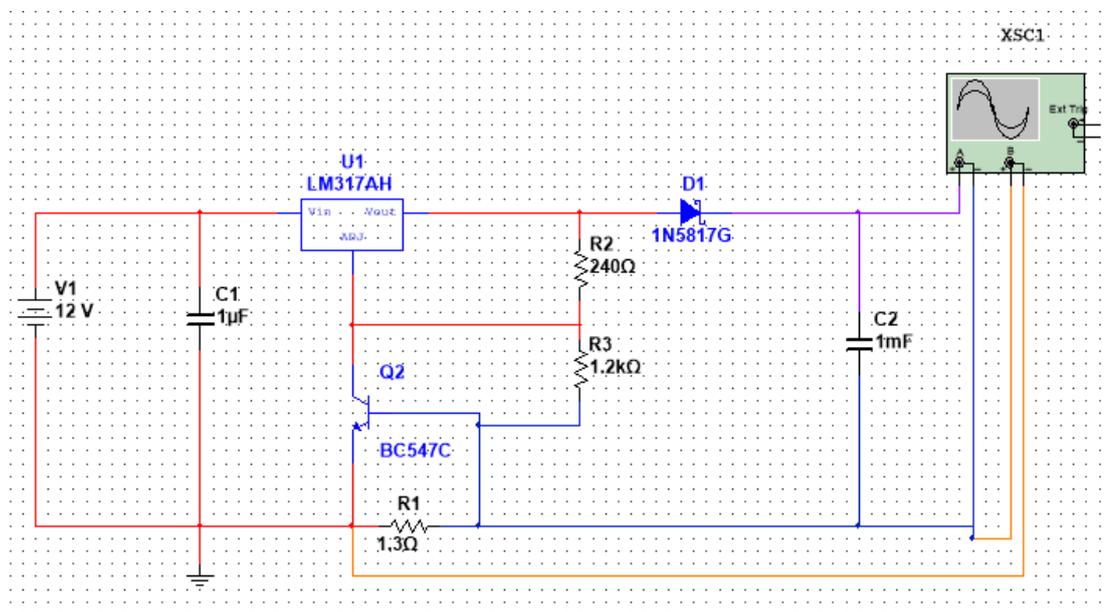


Рисунок 17 – Схема контроллера заряда в Multisim

На рисунке 18 приведена осциллограмма выходного напряжения и напряжения на резисторе R1. Желтым представлено напряжение на резисторе R1, следовательно расчет тока в цепи будет выглядеть следующим образом:

$$I = \frac{U}{R_1} = \frac{645 \cdot 10^{-3}}{1,3} = 496 \text{ mA} \quad (11)$$

Фиолетовым показано выходное напряжение схемы, максимальное значение которого составляет 7,324В, что не превышает номинальное напряжение двух литий ионных аккумуляторов, которое составляет 7.4 В

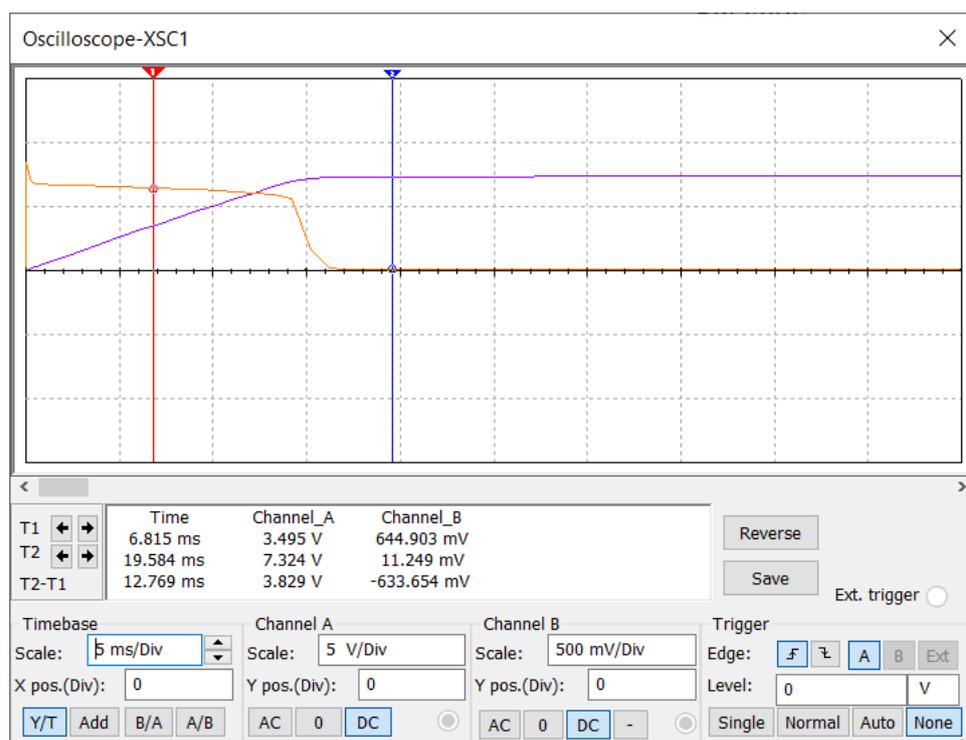


Рисунок 18 - Осциллограмма выходного напряжения и напряжения на резисторе R1.

На рисунке 19 представлен график зависимости выходного тока от выходного напряжения. Можно увидеть, что величина выходного напряжения схемы составляет 7,04 В, при напряжении питания 12В. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные по зависимости выходного тока от выходного напряжения.

$R_{нагр}, \text{Ом}$	$I_{ВЫХ}, \text{мА}$	$U_{ВЫХ}, \text{В}$
1,00	518,0	0,5
3,00	510,0	1,5
5,00	502,0	2,5
8,00	490,0	3,9
11,00	475,0	5,2
13,00	463,0	6
15,00	445,0	6,7
17,00	413,0	7
21,00	414,0	7,03
30,000	413,00	7,04
27,000	413,00	7,04

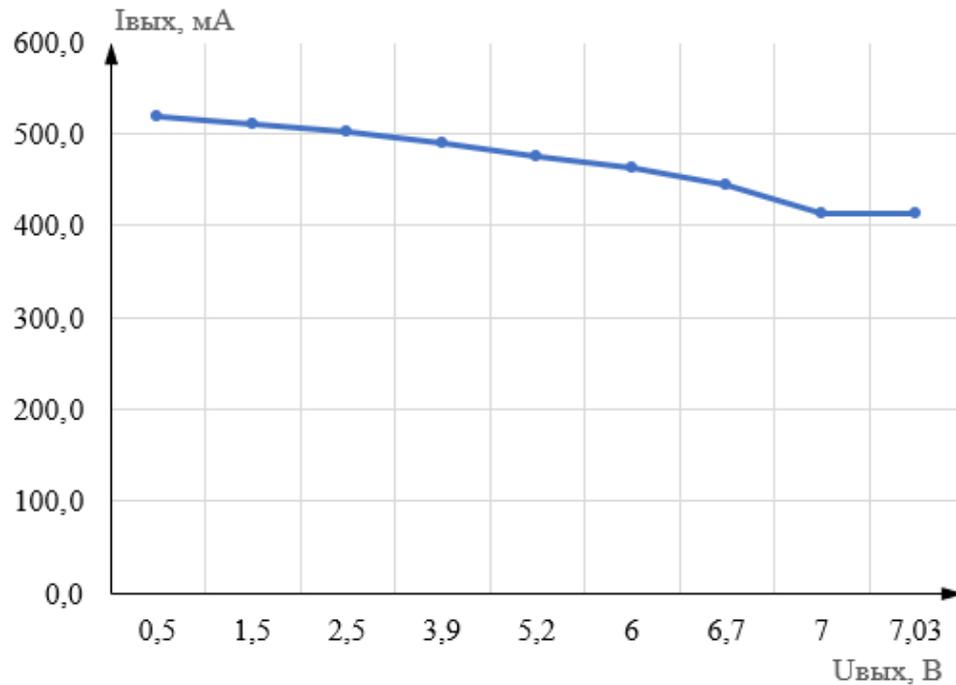


Рисунок 19 – График зависимости выходного тока от выходного напряжения

3.4 Программная часть

На данном этапе сформирован код, который позволяет находить прибор, находить кнопки и подписывать их, но на данном этапе это происходит с погрешностью, так как пропущены этапы сегментации и нормализации при написании кода, но впоследствии этот недочет будет исправлен. Код указан в приложении Б. На рисунке 20 представлено изображение с камеры с нахождением и обведением необходимых элементов [20,21,22,23].

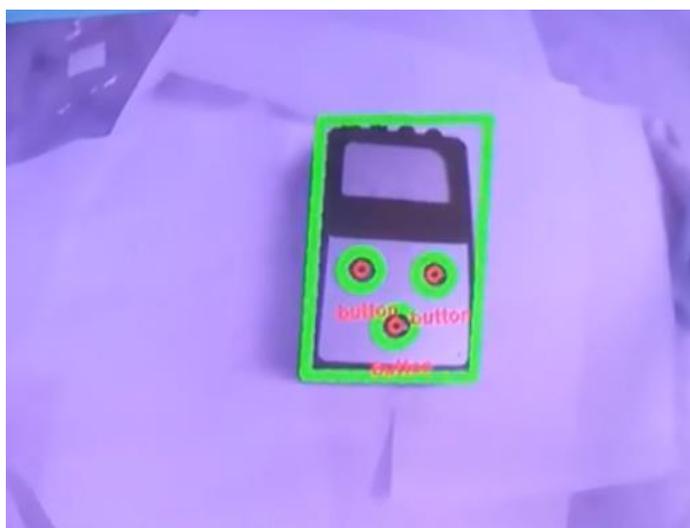


Рисунок 20 – Детектирование прибора

3.5 Конструирование системы

Дисплей, который имелся в наличии не получилось запрограммировать так, чтобы он корректно работал. В связи с тем, что его сняли с выпуска, готовые библиотеки на него работали некорректно с уже обновленными пакетами других библиотек и программ. В условиях пандемии сложно найти нужный дисплей. Была попытка подключить еще один, но она тоже не обвенчалась успехом. На данный момент идет новый дисплей, и если время позволит, я планирую в сжатые сроки собрать спроектированную систему.

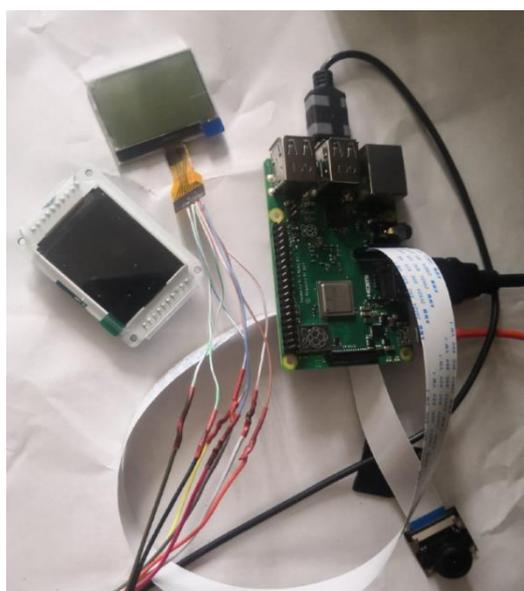


Рисунок 21 – Работа с дисплеями

4 Экономическая часть

4.1 Описание продукта как результата НИР

Наш мир полон новых технологий, способных упростить жизнь современного человека. Одна из таких технологий – технология дополненной реальности. Она широко распространена в сфере развлечений, в логистике, в медицине, в образовании. Но на производство ее еще никто не внедрил.

Каждое предприятие, чтобы оставаться на рынке вынуждено развиваться, соответствовать новейшим стандартам, модернизировать оборудование. Но вот задача, приносят новый прибор на производство и нужно научить многочисленный персонал им пользоваться, а это время. Время на обучение – это время, которое измеряется в масштабах производства не в часах, а в денежных единицах. Таким образом, если сократить время обучения персонала на ознакомление с новым оборудованием, то сокращаются денежные издержки предприятия.

Результатом моей научно-исследовательской работы будет готовое устройство, представляющий шлем с оптической системой на один глаз. На полупрозрачном стекле будет отображаться информация, которая будет накладываться на внешний мир.

Сложное программное обеспечение позволит устройству дополненной реальности распознать исследуемый прибор, найти кнопки этого прибора, обвести и снизу подписать их назначение. Таким образом на полупрозрачное стекло оптической системы будут выводиться геометрические фигуры (круги, квадраты), которые будут располагаться вокруг кнопок соответствующих форм и размеров. Цвет выведения информации фигур будет красным в связи с тем, что в большинстве своем оборудование (которым предстоит научиться пользоваться) серого цвета. Текст, который будет выводиться под кнопками, будет синим цветом, чтоб была яркая контрастность между цветом прибора, цветом контура кнопок (красный) и цветом текста. Исходя из этого можно сказать, что цвет выведения информации подбирается такой, чтобы

наблюдателю было наиболее комфортно работать в системе дополненной реальности и минимально возможной нагрузкой для глаз.

Проблема, которую предстоит решить, выдвинул ижевский радиозавод. После прохождения практики на этом предприятии они прислали письмо с проблемой, которую предстоит решить. Это предприятие выпускает панель управления для РЖД (рисунок 15). Заказчиком выступает государство, но разобраться с этой панелью стоит большого труда, в связи с этим они заказали систему, которая смогла бы помочь заказчику разобраться с использованием этой панели.

Рисунок 1 наглядно показывает, как примерно будут подсвечиваться кнопки, но пока это только грубо и неточно, в связи с тем. Что нужно заставить систему работать корректно, а потом только настраивать ее под панель завода. В связи с этим сейчас нет возможности увидеть эту инструкцию. Ее мне покажут непосредственно на предприятии.

Важный момент, на который стоит обратить внимание, что лучше в этом приборе не работать с ярко освещённым кабинетом, так как уменьшится контрастность между окружающим миром и информацией, которую выводит оптическая система. Эту проблему можно решить, через изменение источника вывода информации, в данном случае дисплея, на более мощный.

Связи с компьютером или сетью не предусматривается. Необходимо лишь включить AR систему и подойти к необходимому прибору, AR система сама распознает панель прибора и выведет на него необходимую информацию. Это производится автоматически, без участия оператора. Интерфейса здесь не предусматривается, так как нужна лишь кнопка вкл/выкл, остальное система сделает сама, при условии, что нужный прибор в поле зрения камеры AR системы.

Таким образом, предлагаемая AR система решит проблему обучения персонала и проблему внедрения нового оборудования.

В дальнейшем программное обеспечение может быть доработано и также выводит инструкции к прибору, но все это должно будет подбираться сугубо

индивидуально – под нужды прибора и предприятия, для которого будет писаться это программное обеспечение.

4.2 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли

Данная разработка относится к классу ОКВЭД 62 - Разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги.

Класс ОКВЭД 62 входящий в Общероссийский классификатор видов экономической деятельности 2020 года ОКВЭД-2 включает в себя:

- проведение экспертизы в области информационных технологий: разработку, изменения, апробацию и поддержку программного обеспечения, планирование и проектирование компьютерных систем, объединяющих компьютерное оборудование, программное обеспечение и коммуникационные технологии;
- интерактивное управление и эксплуатацию заказчиком компьютерной системы и/или средств обработки данных;
- прочие профессиональные и технические виды деятельности с использованием компьютеров.

А если конкретнее код ОКВЭД 62.02.1 - Деятельность по планированию, проектированию компьютерных систем [24].

Под лицензирование проектирование систем дополненной реальности не попадает

Оценка объема мирового рынка

Рынок дополненной реальности пока находится в начальной стадии формирования (смотри рисунок 22) . Эксперты дают разные оценки темпов его развития, но даже самые осторожные прогнозы говорят о росте с двузначным CAGR. При этом в 2019 г. совокупный объем рынка в мире составлял 11 млрд долл., к 2023 г. предполагается, что он увеличится минимум до 65 млрд долл., причем если в настоящее время наибольшая доля в структуре потребления

приходится на потребительские товары, то драйвером роста в будущем может стать сегмент промышленности и услуг.

Структура мирового рынка дополненной реальности по отраслям потребления



Рисунок 22 – Структура мирового рынка дополненной реальности по отраслям потребления

Аналитики отмечают, что началу бурного развития рассматриваемого рынка способствуют сложившиеся к настоящему времени условия: широкое развитие средств мобильной связи, усовершенствование технологии производства смартфонов и прежде всего их вычислительной мощности и емкости аккумуляторов, а также появление на рынке достаточного количества пользователей, стимулирующего разработчиков на выпуск нового оборудования и компьютерных приложений .

Перспективы развития рынка до 2023 года

Эксперты ожидают, что рынок будет активно развиваться и дальше (смотри рисунок 23). В 2019-2020 гг. прогнозируется удвоение объемов реализации аппаратных решений и услуг, обусловленное эффектом низкой базы и растущим спросом со стороны крупных компаний и государства. Начиная с 2021 г. рынок ждет некоторое насыщение и постепенное снижение темпов роста до 40–50% в год. Перспективы использования систем дополненной реальности в таких отраслях, как здравоохранение, образование и промышленность, будут

определяться динамикой роста экономики страны в целом. При стагнации или рецессии возможности использования AR-технологии будут ограничены [25].



Рисунок 23 – Прогноз рынка дополненной реальности в России до 2025 года

Исходя из оценки аналитического центра (смотри рисунок 24) TAdviser, прогноз объема российского рынка промышленных VR/AR-решений в 2022 году может составить:

- Пессимистичная оценка - при среднегодовом темпе роста 55% (минимальная оценка, по западным прогнозам, для VR-проектов) – 9,2 млрд рублей (рост за 4 года – в 5,8 раза);
- Оптимистичная оценка - при среднегодовом темпе роста 85% (среднее между западными прогнозными оценками для VR- и AR-приложений, соответственно) - 18,7 млрд рублей (рост за 4 года – в 11,7 раза) [26].



Рисунок 24 – Прогноз динамики российского рынка промышленных AR/VR-решений

На рисунке 25 представлены Совокупные темпы годового роста AR технологии в разных странах. Представленный график позволяет сказать, наиболее более высокие темпы роста в Китае и России [27].

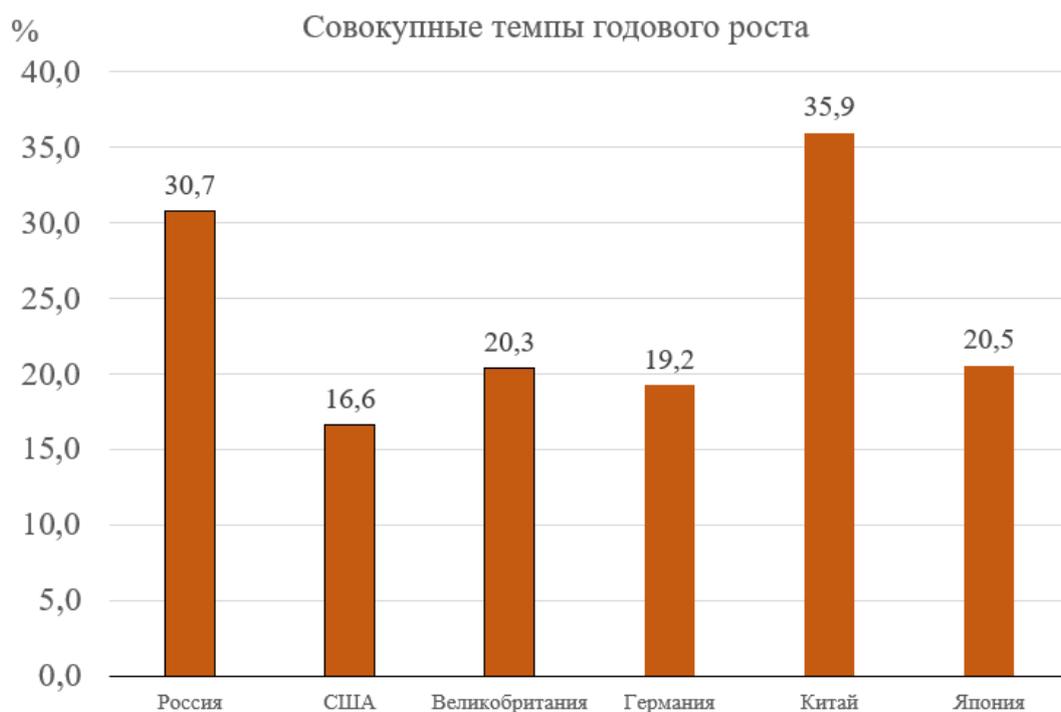


Рисунок 25 – Совокупные темпы годового роста AR технологии

Среди коммерческих приложений технологий VR/AR в топ-3 вошли

1. обучение – 1,8 млрд. долл.
2. оформление сетевых магазинов – 558 млн. долл.
3. обслуживание промышленного оборудования – 413 млн. долл.[28]

Объем рынка виртуальной дополненной реальности

Рынок виртуальной и дополненной реальностей (VR и AR) в период с 2019 по 2022 годы будет в среднем расти на 69,6% ежегодно, сообщается в отчете IDC. В 2019 году мировые расходы на эти технологии достигли \$20,4 млрд, что на 68,8% выше прогнозных данных на 2018 год. Ожидается, что больше всего на VR и AR потратят индустрии персональных и потребительских услуг (1,6 млрд долларов), ритейл (\$1,56 млрд) и дискретное производство (\$1,54 млрд).

Согласно расчетам аналитиков, главным драйвером роста рынка станут коммерческий сектор, на долю которого пришлось 64,5% всех расходов в 2019 году и более чем 80% — в 2022 году. В 2019 году основные расходы распределились между обучением (\$1,8 млрд), технологиями для демонстрации товара в онлайн-ритейле и промышленным обслуживанием (\$413 млн). В ряде отраслей среднегодовые темпы роста в период прогнозирования превышают 100%. Это госсектор, сырьевая отрасль и оптовая торговля.

Барьеры для развития рынка

Стоимость производства контента и создания проекта в целом достаточно высока. необходимо создание пилотных проектов, чтобы показывать их и меняться опытом, совершенствоваться. Все еще недостаточный уровень понимания заказчиками всех преимуществ технологий виртуальной и дополненной реальности замедляет их проникновение на промышленном производстве. Отчасти это связано с отсутствием необходимой инфраструктуры, готовой к внедрению технологий такого класса. Стоит также отметить необходимость разработки четких отраслевых стандартов. Гарнитурам AR и VR должны располагать объемом памяти, питанием и вычислительными мощностями, которые в настоящее время обеспечивают компьютеры или игровые устройства. Это делает гарнитуры дорогими и

ограничивает их портативность, что, в свою очередь, препятствует их потенциалу в качестве продукта массового рынка, говорится в сообщении GSMA. Если переместить эти возможности от ПК к периферийной облачной платформе, потребителям просто нужно будет приобрести только гарнитуру, которая со временем станет дешевле и доступней. [29]

Пандемия может замедлить темпы роста развития отрасли AR-технологий, но это не удивительно, ведь большинство предприятий временно заморозили свою деятельность. Но вместе с восстановлением экономики страны, будут увеличиваться и темпы роста развития AR-отрасли.

4.3 Объем и емкость рынка

Ввиду того, что компактные комплектующие стоят недешево, макет придется делать из крупногабаритных комплектующих, которые будут крепиться на строительном шлеме. Это решение было принято в связи с удобством конструкции шлема (рисунки 26,27,28), это позволяет минимизировать по возможности нагрузку на голову. В планах потом пересмотреть конструкцию, убрать строительный шлем и минимизировать габариты. На данном этапе работы – главное заставить систему корректно работать.

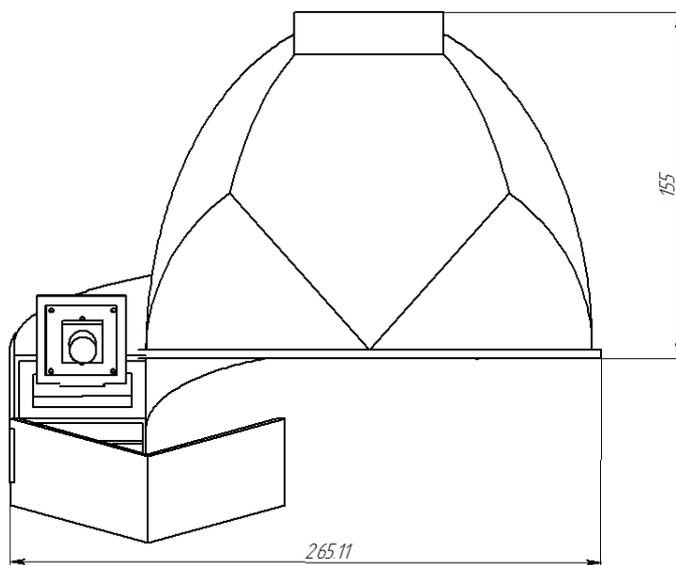


Рисунок 26 - Габаритные размеры. Вид спереди.

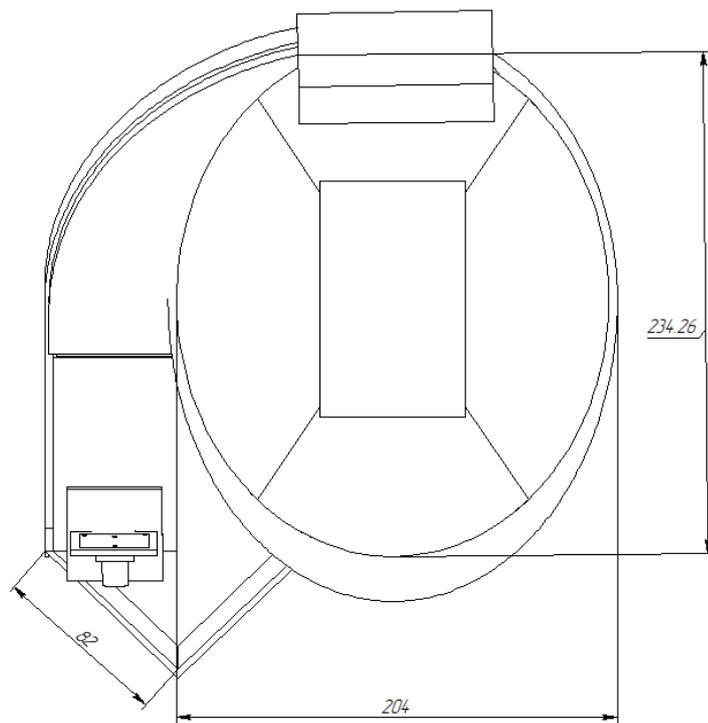


Рисунок 27 – Габаритные размеры. Вид сверху.

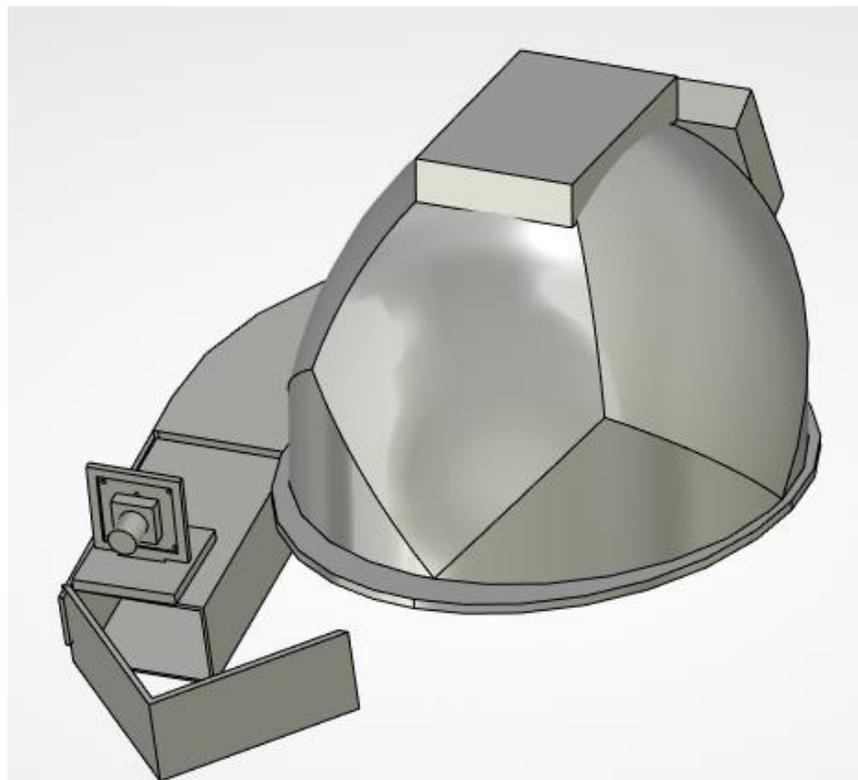


Рисунок 28 – 3D модель

По тактильным ощущениям это будет пластик, так как корпус будет сделан на 3D принтере из пластика или из дерева лазером. Это зависит от того, пустят ли в мае студентов в корпус. Цвет конструкции предполагается черный – классика. Запах возможно будет первое время от дерева или пластика, но он

быстро выветрится. Звук от системы может быть только от микрокомпьютера, но он практически не шумит, поэтому этим звуком можно пренебречь. В связи с этим можно сказать, что система звуков практически не издает.

Оператор надевает систему на голову и включает одной кнопкой и подходит к прибору, о котором нужно получить информацию и больше от него ничего не требуется. AR система сама найдет прибор, распознает, обведет кнопки и выведет инструкции.

Преимущества и недостатки:

- +Управление ограничивается кнопкой вкл/выкл;
- +Стоимость значительно ниже среднерыночной;
- +Возможность индивидуальной подстройки системы под голову и посадку глаз;

- Вес конструкции по расчетным данным составляет около 300гр, но в дальнейшем конструкция будет пересмотрена.

- Габариты конструкции – представляют собой шлем, но в последствии она будет уменьшена до очков.

В качестве города местоположения выбрана Казань. Это связано с тем, что в этом городе находятся два завода, которые могут стать потенциальными клиентами этой системы. Также есть один завод в Перми и один в Ижевске, а это города в свою очередь находятся на расстоянии около 500км от Казани, что сравнительно близко. И при желании, можно без проблем попасть в эти города.

Данный продукт рассчитан на потребление предприятием. Предполагается, что это будет радиоэлектронное предприятие. Это обосновывается тем, что они создают новые продукты (включая оборонную промышленность и РЖД отрасль). Новые продукты требуют обучения. Иной раз это может занять продолжительное время, а AR система может решить эту проблему.

В разделе 4.2 указывалось, что размер рынка составляет 5,5 млрд. рублей. И по прогнозам представленным во втором разделе этот рынок стремительно растет.

Российский производителей пока не выпускает полноценные устройства дополненной реальности. Но есть порядка 25 фирм, которые пишут программное обеспечение, в основу которого входит эта технология.

Рынок очков дополненной реальности полон гаджетами зарубежных производителей. Зарубежные производители самых популярных гаджетов дополненной реальности: Google glass, Microsoft hololens, Epson, Sony.

Предположим, что предприятия будут относиться к новому продукту на рынке. Каждое предприятие закажет условно 20 продуктов на пробу. Таких предприятий будет условно 10. Примем эти данные за расчетный период в 1 год.

Доступная емкость рассчитывается по формуле 1:

$$E = M \cdot C = 200 \cdot 65\,000 = 13\,000\,000 \text{руб} \quad (12),$$

Где, E - емкость рынка в натуральном или денежном выражении (ед./год, руб./год.);

M - количество реализуемого товара в год (ед.);

C - стоимость товара (руб.)

На рисунке 29 приведена емкость рынка при расчете, что количество реализуемого товара в год составляет 400 шт в год, а потенциальная емкость 600 шт в год.

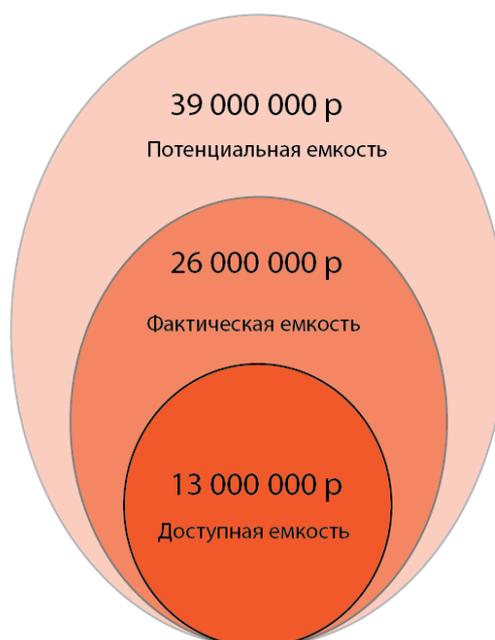


Рисунок 29 – Емкость рынка[30]

4.4 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта

Основная целевая группа проявляет следующие особенности в выборе и покупке девайсов дополненной реальности. Это развивающееся предприятие, которое стремится оптимизировать и модернизировать свое производство. Предполагается, что это будут предприятия, выпускающие новое оборудование, которому трудно научиться пользоваться. Наибольшее влияние на принятие решения о покупке товара оказывает стоимость.

В таблице 3 приведено описание рынка: границы, размеры и тренды, готовность к новому продукту.

Таблица 3 - Описание рынка

Раздел описания	Описание
Границы рынка	Компания планирует осуществлять свою деятельность в городе Казань. Ее целевой рынок — это приборостроительные компании, производители радиоэлектронной аппаратуры, имеющие потребность в системе, способной сократить время на изучение инструкций к продукции этих предприятий. Географическая область для работы компании включает следующие города и пригородные районы Казань, Ижевск, Пермь и многие другие.
Размер и тренды	Рынок AR-технологии — это большой по размеру сегмент отрасли AR,VR,XR технологий, который на сегодняшний момент имеет объем в 5.5 млрд. руб [31], что составляет 41% от всей отрасли AR,VR,XR технологий. Ежегодные темпы роста рынка: 77% [32]. Причины такого роста: стремительное развитие технологии дополненной реальности. Рынок на данный момент стремительно растет.

	<p>Потенциал роста рынка большой, что возможно с помощью расширения сфер применения технологии. Экономические, правовые и политические условия страны обуславливают устойчивый бизнес — климат. Существуют следующие риски: недостаточный уровень понимания заказчиками всех преимуществ технологий виртуальной и дополненной реальности замедляет их проникновение на промышленном производстве. Прогноз развития конкуренции на рынке: на данный момент еще нет российских производителей, которые выпускали бы полноценные устройства дополненной реальности. Российский производитель может предоставить только программное обеспечение, основанное на AR-технологии. К примеру, приложения на смартфон позволяющие оживлять картинки в книжках.</p> <p>Зарубежные производители осуществляют технологическое совершенствование отрасли в направлении уменьшения габаритов.</p>
<p>Готовность рынка</p>	<p>Исследования показали, что потребители проявляют среднюю вовлеченность в покупку. Покупка товара на рынке является для них необязательной в силу того, что предприятие могла обходиться раньше и без обучающего AR-устройства. Потребитель способен отказаться от приобретения товара в случае, если стоимость устройства будет слишком высокой</p>

В таблице 4 приведен анализ целевых сегментов потребителей. Исходя из нее можно сделать вывод, что наш потенциальный покупатель это крупное предприятие, специализирующееся на радиоэлектронной промышленности. Подходящим расположением-потребителя предприятия может быть

Центральный, Уральский и Сибирский федеральные округа. Как указано в таблице 2, компания планирует осуществлять свою деятельность в городе Казань. Этот город находится между Уральским и Сибирским федеральными округами, рядом находятся города с потенциальными предприятиями-покупателями.

Таблица 4 - Анализ целевые сегменты потребителей

Критерии сегментирования	Лояльные покупатели	Непостоянные покупатели	Никогда не купят
Размер бизнеса			
Крупный	+		
Средний		+	
Мелкий			+
Специализация предприятия			
Радиоэлектронная промышленность	+		
Нефтегазовая промышленность		+	
Машиностроительное предприятие			+
Местонахождение			
1. Центральный федеральный округ Центр федерального округа — г. Москва.	+		
2. Северо-Западный федеральный округ		+	
3. Южный федеральный округ			+

4. Приволжский федеральный округ		+	
5. Уральский федеральный округ	+		
6. Сибирский федеральный округ	+		
7. Дальневосточный федеральный округ		+	

4.5 Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами

Произведём сравнение спроектированной системы дополненной реальности с уже существующими гаджетами на рынке. Была произведена выборка самых популярных производителей. В нее входят такие производители Microsoft, Epson, Google Glass, Sony.

В первую очередь, хотелось бы отметить главное преимущество разрабатываемой AR-системы это стоимость. Она в разы меньше среднерыночной, составляющей около 120 тыс. руб. Этот факт является очень важным для потребителя, которым выступает предприятие, ведь закупка не ограничится одним экземпляром.

Еще одним важным преимуществом это разработки является новизна применения AR-технологии и внедрение ее на производство. На данный момент полноценное устройство дополненной реальности еще не было использовано на производстве, в большинстве своем эти устройства предназначены для развлечения.

Анализ конкуренции на основе ключевых факторов успеха приведен в таблице 5.

A- Microsoft Holilens [33]

B- Epson [34]

C- Google Glass [35]

D- Sony [36]

Таблица 5 - Анализ конкуренции на основе ключевых факторах успеха

Ключевые факторы успеха	Вес	Конкуренты			
		A	B	C	D
Качество товара	3	4	4	4	4
Разработка НОВЫХ продуктов	2	3	3	3	3
Техническое обслуживание	1	1	1	1	1
Своевременная доставка	2	2	2	2	2
Репутация	1	2	1	0	1
Реклама	1	2	1	1	1
Цена	3	2	2	2	2
Место положения	3	3	3	3	3
Всего:	16	19	17	16	17

Таблица 3 демонстрирует анализ конкуренции на основе ключевых факторов успеха. Качество товара примем, что у всех производителей, представленных в таблице немного выше, так как производитель на рынке много лет и все производительные силы на высшем уровне. Также судя по отзывам потребителей этих брендом - ни у кого ничего не ломалось.

Предприятия-конкуренты это известные производители, уже давно находящиеся на рынке, и, конечно, они занимаются разработкой новых продуктов. Так как наша компания молодая и в последствии будет заниматься в начале только продвижение продукта на рынок и его модернизации, то пока о новых продуктах речи не идет.

Техническое обслуживание это то, что должно обязательно обеспечивать хорошее предприятие, с которым в дальнейшем захочется иметь дело. Ведь если система сломается (всякое бывает), то кто-то же должен чинить ее, тот к кто разбирается, а не предприятие- потребитель.

Своевременная доставка имеет немаловажную роль в отношениях покупатель – заказчик. Таким образом, важно укладываться в сроки. Вовремя изготовил – вовремя отправил.

Репутация продукта на рынке это очень важный показатель, который может или оттолкнуть дальнейших покупателей или наоборот стать дополнительной мотивацией к покупке. К примеру, очки Google Glass зарекомендовали себя как интересный, но бесполезный гаджет, а очки Microsoft Holilens позиционируют себя, как система, которая найдет отклик во многих сферах.

Реклама играет важную роль, ведь может быть тебе что-нибудь необходимо, как ты узнаешь, кто предлагает решение твоей проблемы без рекламы? Никак.

Цена является нашим главным преимуществом, так как стоимость нашей системы предполагается, что будет ниже среднерыночной.

Место положения играет важную роль, но с другой стороны, со службами доставки проблем нет. Все конкуренты за пределами РФ и стран СНГ. Н нашем рынке есть их системы, но неподъемно дорогие, поэтому логично производить и продавать системы в России.

4.6 Бизнес-модель проекта. Производственный план и план продаж

Таблица 6 - Бизнес-модели проекта

Ключевые партнеры <ul style="list-style-type: none"> • ИРЗ • БРПО 	Ключевые виды деятельности <ul style="list-style-type: none"> • Продажа оборудования • Сервисное обслуживание оборудования 	Ценностные предложения <ul style="list-style-type: none"> • Управление ограничивается кнопкой вкл/выкл • Стоимость в разы ниже среднерыночной • Помогает быстро покупателям нашего клиента разобраться с его оборудованием • Экономия времени на обучение персонала на производстве 	Взаимоотношения с клиентами <ul style="list-style-type: none"> • Персональная поддержка • Обратная связь • Участие в выставках и конференциях 	Потребительские сегменты <ul style="list-style-type: none"> • Крупные предприятия радиоэлектронной промышленности в Центральном, Сибирском и Уральском федеральных округах
	Ключевые ресурсы <ul style="list-style-type: none"> • Материальные • Финансовые (гранты) • Человеческие 		Каналы сбыта <ul style="list-style-type: none"> • Прямые поставки • Участие в госзакупках • Продажи через посредников 	
Структура издержек <ul style="list-style-type: none"> • Материальные • Оплата труда • Прочее 			Потоки поступления доходов <ul style="list-style-type: none"> • Продажа AR-системы • Обслуживание AR-системы 	

[37],[38],[39],[40].

4.7 Интеллектуальная собственность

В первую очередь следует произвести первичное оформление перехода исключительных прав от автора объекта к проекту. Заключение договора на разработку, на оказание услуг. Идентификация в рамках технического или служебного задания и подписание акта. В дальнейшем вероятно придется использовать какие-либо материалы вроде фотографий, текстов, видео и т.д. в своем стартапе. Нужно будет заранее заключить договор с правообладателем. В документах должно быть указано, что исключительные права переходят ко мне, как к заказчику. Следует обязательно указать в какой момент эти права переходят в силу – в традиционном варианте это происходит в момент-приема передачи. Необходимо обязательно проследить, наступил ли переход исключительных прав. И только в этот момент первичное оформление будет окончено. Главное не перепутать возможность использования и распоряжения объектом с переходом прав на него.[41]

В связи с тем, что данная разработка удовлетворяет всем этим требованиям, она может быть запатентована.

1. Патентоспособен только конкретный вариант идеи, формулы или продукта;
2. Изобретение должно быть новым или инновационным;
3. Изобретение не должно быть запатентовано или описано в печатной публикации ранее;
4. Изобретение должно иметь какую-то полезную цель.

Вследствие этих фактов, предполагается патентование системы вместе с ПО (программным обеспечением). Патент предоставит нам право запрещать другим лицам производить, использовать или продавать запатентованный объект, описанный словами в формуле изобретения.

Следующим шагом будет произведено соглашение о конфиденциальности. Целью этого соглашения является предоставление держателю конфиденциальной информации о продукте, чтобы он не мог

поделиться ею с третьей стороной. Будет необходимым, чтобы каждый сотрудник подписал это соглашение.

Ввиду того, что компания планирует осуществлять свою деятельность свою деятельность в Интернете, важно будет составить соглашение об условиях обслуживания, которое ограничивает действия, которые пользователи могут или не могут делать на вашем веб-сайте, а также с информацией на вашем сайте. Это называется условием обслуживания и политикой конфиденциальности.

Также необходимо будет произвести регистрацию товарного знака в установленном порядке и получить свидетельство в роспатенте. Право на товарный знак или марку защищает символическое значение слова, имени, символа или устройства, которое владелец товарного знака использует для идентификации или отличия своих товаров от товаров конкурентов [42].

Использовать иностранную юрисдикцию имеет смысл при выходе на западные рынки. Если будет необходимость привлекать западных инвесторов, то для них важно – возможна ли международная защита разработки [43].

4.8 Планируемая стоимость продукта

Произведем расчет методом полных расходов - составление калькуляции на конкретный товар или вид (группу) товаров, где учитываются как переменные, так и удельные постоянные расходы.

Цена рассчитывается как сумма этих расходов на единицу товара и желаемого дохода на единицу товара, который может быть выражен как в абсолютном значении, так и в относительном - в виде процента рентабельности к расходам.

В таблице 6 приведены расчеты на материалы на единицу товара.

Таблица 7 – Затраты на материалы

Наименование	Стоимость
Микрокомпьютер Raspberry Pi 3	3150 руб
Камера Raspberry Pi B+	2000 руб
Дисплей 2.4 TFT 240x320	1000 руб
Собирающая линза	900 руб
Шлем	350 руб
Аккумулятор Li-ion	1000 руб
Комплектующие	300 руб
Итого:	8700 руб

Примем, что в первый год у нас закажут продукцию в объеме 120 шт, если грубо 12 шт в месяц, чтобы собрать устройство достаточно двух дней, достаточно 3 конструкторов: 1 придумывает новые дизайнерские решения. Нужны 4 программиста, которые будут писать коды для каждого предприятия. Нужен 1 специалист в области права и менеджмента. Он будет вести переговоры с предприятиями.

Таблица 8 - Переменные затраты

Наименование	Стоимость
Материалы	8700 руб
Объем	120 шт
Стол	8*1000 руб
Стулья	8*1000 руб
Ноутбуки	4*30 000 руб
Итого	1 006 000 руб

Для организации небольшого производства будет достаточно помещения, в котором поместятся 8 рабочих мест, то есть 8 рабочих столов и стульев. Помещения в 50 кв м²будет более чем достаточно.

Таблица 9 - Постоянные расходы

Наименование	Стоимость
Заработная плата 10 рабочих	40 000 руб *8чел*12месяцев +30% страховые взносы=4 992 тыс.р
Услуги связи	2 000 руб*12мес
Арендный платеж	12*30 000 руб
Коммунальные услуги	6000 руб *12мес
Лицензии программ	120000 руб
Итого:	5 208 000 руб

Для того, чтобы посчитать совокупные расходы на единицу подставим в уравнение 2 значения постоянных и переменных издержек из таблиц 7,8.

$$\text{Совок. Расх. на единицу} = (\text{Перем.} + \text{Пост.}) / \text{Объем} = 52000 \text{р} \quad (13)$$

Теперь подставим значение совокупных расходов

$$\text{Цена} = \text{Совок. Расх. на единицу} + \text{Желаемый доход на единицу} \quad (14)$$

Подставим значение из формулы один значение совокупного расхода на единицу в формулу 3 и примем, что желаемая прибыль будет составлять 25 процентов.

$$\text{Цена} = 54000 * 1.25 = 65\ 000 \text{руб} \quad (15)$$

Таким образом, согласно расчетам планируемая стоимость продукта составляет 65 000руб.

Преимущество метода полных расходов: метод позволяет прогнозировать цену на перспективу и учитывает все расходы, позволяя продавцу спланировать коммерческую выгоду от хозяйственной деятельности.

4.9 Экономическое обоснование проекта

$$\text{Прибыль} = \text{Выручка} - \text{Издержки} \quad (16)$$

$$\text{Прибыль} = 6\,804\,000 - 6\,480\,000 = 324\,000 \text{ руб} \quad (17)$$

$$\text{Маржинальная прибыль} = \text{Выручка} - \text{Переменные издержки} \quad (18)$$

$$\text{Маржинальная прибыль} = 6\,804\,000 - 990\,000 = 5\,814\,000 \text{ руб} \quad (19)$$

$$\text{Чистая прибыль} = \text{Прибыль до налогообложения} - \text{Налог на прибыль} \quad (20)$$

$$\text{Чистая прибыль} = 6\,480\,000 - 1\,296\,000 = 5\,184\,000 \text{ руб} \quad (21)$$

Рентабельность продаж рассчитывается по формулам 7,8:

$$R_{\text{продаж}} = \frac{\text{Прибыль}}{\text{Выручка}} \cdot 100\% \quad (22)$$

$$R_{\text{продаж}} = \frac{324\,000}{6\,804\,000} \cdot 100\% = 4.76\% \quad (23)$$

Рентабельность капитала рассчитывается по формулам 9,10:

$$R_{\text{капитала}} = \frac{\text{Прибыль}}{\text{Капитал}} \cdot 100\% \quad (24)$$

$$R_{\text{капитала}} = \frac{324\,000}{800\,000} \cdot 100\% = 40\% \quad (25)$$

Точка безубыточности

$$\text{Пороговое количество товара} = \frac{\text{Постоянные затраты}}{\text{Цена 1 товара} - \text{Перемен.затраты на 1}} \quad (26)$$

$$\text{Пороговое количество товара} = \frac{4\,410\,000}{56\,700 - 9\,700} = 93\,829 \text{ руб} \quad (27)$$

$$\text{Порог рентабельности} = \frac{\text{Пороговое количество товара}}{\text{Цена 1 товара}} \quad (28)$$

$$\text{Порог рентабельности} = \frac{93\,829}{56\,700} = 1.65 \quad (29)$$

$$\text{Запас финансовой прочности (абс)} = \text{Выручка} - \text{Порог рентабел} \quad (30)$$

$$\text{Запас финансовой прочности (абс)} = 6\,804\,000 - 93\,829 = 6\,710\,171 \quad (31)$$

$$\text{Запас финансовой прочности (отн.)} = \frac{\text{Выручка} - \text{Порог рентабел}}{\text{Выручка}} \cdot 100\% \quad [44] \quad (32)$$

$$\text{Запас финансовой прочности (отн.)} = \frac{6\,804\,000 - 93\,829}{6\,804\,000} \cdot 100\% = 98\% \quad (33)$$

4.10 Стратегия продвижения продукта на рынок

Для начала нам нужно выявить сильных и слабых сторон проекта, возможные угрозы для реализации, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Для этого составим SWOT-анализ (таблица 10).

Таблица 10 – Матрица SWOT [45,46].

	Положительное влияние	Отрицательное влияние
Внутренняя среда	Сильные стороны: <ul style="list-style-type: none"> • Управление ограничивается кнопкой вкл/выкл • Стоимость в разы ниже среднерыночной • Повышение производительности труда. • Высокий срок эксплуатации. • Высокое качество продукции. • Возможность перепрошивки AR - оборудования при появлении у заказчика новых продуктов 	Слабые стороны: <ul style="list-style-type: none"> • При данном варианте, заряда аккумулятора AR – системы будет хватать на 2 часа • Вес конструкции по расчетным данным составляет около 300гр, но в дальнейшем конструкция будет пересмотрена. • Габариты конструкции – представляют собой шлем, но в последствии она будет уменьшена до очков.
Внешняя среда	Возможности: <ul style="list-style-type: none"> • Помогает быстро покупателям нашего клиента разобраться с его оборудованием • Экономия времени на обучение персонала на производстве • Развитие AR технологий в данной отрасли 	Угрозы: <ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие спроса на новые технологии производства. • Консервативное начальство, которое боится внедрять технологии, которые только входят на рынок

Продвижение оборудование будет базироваться в два основных этапа.

Первый этап рассчитан на продвижение нашей продукции, пока еще нет самой модели.

- Поиск заинтересованных покупателей. Это будет осуществляться через отправку рекламы на почту предприятий, которые могут быть в этом заинтересованы. Также будет представитель, который ездит по предприятиям и предлагает продукцию.

- Участие в научных конференциях, которые в том числе устраивают и университеты. Существует множество региональных и

общероссийских конференций, которые ищут новые решения различных проблем, таких как таких мероприятиях из таких мероприятий является всероссийский форум «Наука будущего – наука молодых», «Большая разведка», «XV Международный конкурс научных работ Роснаука» и другие».

- Участие в профильных выставках
- Публикация статей в научных журналах

Второй этап продвижения:

- Продажа готового оборудования покупателям
- Предоставление скидок, отсрочек оплаты
- Обслуживание оборудования. Если оборудование сломалось, то

наша компания обеспечит ремонт.

- Обучение пользованию оборудованием при необходимости.

4.11 Вывод

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана, что разрабатываемая AR - система может сократить время обучения персонала в рамках производства, а также визуализировать инструкции к устройствам, выпускаемым предприятием, что будет удобно для клиентов предприятия.. Был произведен SWOT-анализ, разработан план продвижения продукции на рынок, проанализировано развитие рынка сбыта. Также рассчитали полную стоимость данной системы и экономическую эффективность предприятий

5 Социальная часть

Научно-исследовательская работа направлена на разработку оптоэлектронной микропроцессорной системы дополненной реальности, предназначенной для обучения персонала использованию нового оборудования в условиях производства.

Шлем дополненной реальности является оптоэлектронной микропроцессорной системой, функционал которой, определяется сложным программным обеспечением.

Одним из основных направлений развития и совершенствования современных AR систем является уменьшение габаритов и расширение возможностей применения в различных отраслях.

Разработка этой системы включает огромную программную работу, работу с оптикой и непосредственно электронную компоновку, а также сложную конструкторскую работу.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ работник аудитории 35, 4 корпуса ТПУ имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за

исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место в аудитории 35, 4 корпуса ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рабочее место сотрудника аудитории 35, 4 корпуса ТПУ соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

5.2 Производственная безопасность

Разрабатываемое программное обеспечение AR системы подразумевает использование электронной вычислительной машины (ЭВМ), а также паяльной станции для сборки электронной составляющей устройства. С точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке математической модели или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

5.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 11 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Разработка программного обеспечения с использованием серверного оборудования 2) Работа с ЭВМ	1. Повышенный уровень электромагнитных полей; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны;	1. Поражение электрическим током. Пожаровзрывоопасность.	СанПиН 2.2.1/2.1.1.127 8-03 СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

	<p>3. Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>4. Неудовлетворительный микроклимат;</p> <p>5. Повышенный уровень напряженности электростатического поля .</p>		<p>СанПиН 2.2.4.1191-03</p> <p>СП 52.13330.2011</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96</p> <p>СН 2.2.4/2.1.8.562-96</p> <p>ГОСТ 30494-2011</p>
3) Пайка	6. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу	2. Термическая опасность	ГОСТ 12.1.007-76

5.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

При разработке программного обеспечения в аудитории 35, 4 корпуса ТПУ, основным источником потенциально вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) является ЭВМ, возможность поражения электрическим током. Использование серверного оборудования может привести к наличию таких вредных факторов, как повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных полей, повышенная напряженность электрического поля.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относится СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы":

ЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке[47].

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 35, 4 корпуса ТПУ, создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений, представленных в таблице 12:

Таблица 12 - Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП рабочем месте в аудитории 35, 4 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 12 соответствуют нормам.

Электробезопасность:

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 35, 4 корпуса ТПУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия: 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением; 2) проведение инструктажей и допуск к работе; 3) надзор во время работы. Уровень напряжения для питания ЭВМ в данной аудитории 220 В, для серверного

оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током помещение 35, 4 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%).

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются: 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением; 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением; 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала; 4) поражение шаговым напряжением.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности. Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности.

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ[48].

В аудитории 35, 4 корпуса ТПУ имеется естественное (боковое двухстороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. В аудитории 35, 4 корпуса, в случаях работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк .

В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения).

Таблица 13 - Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дисконтности, не более	Коэффициент пульсации K_p , % не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Кабинеты	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	≤5%(работа с ЭВМ) ≤20%(работа с док-й)

Согласно [49] освещенность в аудитории 35 4 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Шум

При работе с ЭВМ в аудитории 35, 4 корпуса ТПУ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Таблица 14 - Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

N пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Согласно уровень шума в аудитории 35, 4 корпуса ТПУ не более 80 дБА и соответствует нормам.

Микроклимат

Для создания и автоматического поддержания в аудитории 35, 4 корпуса ТПУ независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Аудитория 35, 4 корпуса ТПУ является помещением Iб категории. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на

рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.)

Таблица 15 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Катег. работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Іб	21-23	20-24	40-60	0,1
Теплый	Іб	22-24	21-25	40-60	0,1

Таблица 16 - Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Согласно микроклимат аудитории 35, 4 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

5.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Программное обеспечение – является программным алгоритмом и не наносит вреда окружающей среде. С точки зрения влияния на окружающую

среду можно рассмотреть влияние серверного оборудования при его утилизации.

Большинство компьютерной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [50]. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.

2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.

3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.

4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.

5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.

6. Получается специальная официальная формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные

в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах. [51]

5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка математической модели с помощью различных программных комплексов. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям".

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как объект исследований представляет из себя математическую модель, работающий в программном приложении, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с серверным оборудованием. В серверной комнате применяется дорогостоящее

оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в серверной комнате.

- Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки - не менее EI 45, стены и перекрытия - не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.

- Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.

- При разработке проекта серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009).

- Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

5.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении 35, 4 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и

противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

1) Неисправное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

2) Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.

3) Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении

пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Аудитория 35, 4 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

Таблица 17 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а.

Таблица 18 - Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В корпусе 4 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствии с планом эвакуации.

Заключение

По итогам данной работы, были реализованы все поставленные задачи: спроектирована система дополненной реальности, написано программное обеспечение, выполняющее необходимые функции, но с большой погрешностью и требует доработки. Планировалось осуществить сборку, но в связи с неисправностью дисплея, который был в наличии и невозможностью купить новый в связи с пандемией, систему собрать не удалось. Планируется это сделать магистратуре. Также собрать эту же систему, но с минимизированными габаритами для удобства использования.

Список использованных источников

1. Б.С.Яковлев, С.И.Пустов// Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности Известия ТулГУ. – Тула, 2015. – С. 484-491.
2. Б.С.Яковлев, С.И.Пустов// История, особенности и перспективы технологии дополненной реальности: Известия Тульского государственного университета. Технические науки.-Тула,2015 –С.479-482.
3. О. П. Жигалова, А.В. Толстопятов//Использование технологии дополненной реальности в образовательной сфере: Балтийский гуманитарный журнал.2019.Т.8.№2(27). – С43-45
4. А.В.Лебедев, С.И.Стефанов//Эволюция упаковки, её дизайн и дополненная реальность:Технические науки.-2016 – С78-82.
5. В.Н.Таран, Применение дополненной реальности в обучении // Технические науки. – 2016. - № 4. – С. 78-82.
6. AR — Дополненная Реальность [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://habr.com/ru/post/419437/>(дата обращения: 15.04.2020).
7. Дополненная реальность — это будущее? [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://adne.info/dopolnennaya-realnost/>(дата обращения: 15.04.2020).
8. Microsoft HoloLens. [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://habr.com/ru/company/microsoft/blog/441642/>(дата обращения: 15.04.2020).
9. Обзор очков дополненной реальности Epson Moverio VT-200 <https://habr.com/ru/company/mailru/blog/234511/>(дата обращения: 15.04.2020).
10. Подробный обзор и тестирование Google Glass. [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.ixbt.com/mobile/google-glass-part1.shtml>
11. Смарт-очки Sony SmartEyeglass [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://4pda.ru/tag/sony-smarteyeglass/>(дата обращения: 15.04.2020).

12. Как информационные технологии дополняют окружающую нас реальность. [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://lifegid.media/nauka/kak-informacionnye-texnologii-dopolnyayut-okruzhayushhuyu-nas-realnost.html> (дата обращения: 15.04.2020).

13. RPi Camera (B), Камера для Raspberry Pi Model B+/2/3 [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.chipdip.ru/product/rpi-camera-b> (дата обращения: 30.05.2020).

14. ICR18650-26FM Samsung аккумулятор [электронный ресурс]. – Режим доступа https://vk.com/im?peers=c143_139270132_155009029_242419759_191251358_136106235&sel=114195972 (дата обращения: 16.06.2020).

15. Резисторы постоянные С1-4 импортные [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://static.chipdip.ru/lib/056/DOC000056035.pdf> (дата обращения: 16.06.2020).

16. LM317 3-Terminal Adjustable Regulator [электронный ресурс]. – Режим доступа <http://led-obzor.ru/pdf/lm317-datasheet.pdf> (дата обращения: 16.06.2020).

17. BC556 Datasheet (HTML) - ON Semiconductor [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.radiolibrary.ru/reference/transistor-imp/bc556.html> (дата обращения: 16.06.2020).

18. RM065 [электронный ресурс]. – Режим доступа http://ozali.ru/i/4000837782885.html?ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_0,searchweb201603_0,ppcSwitch_0&algo_pvid=0b4a9971-d451-4af4-9004-a89659abf7f8&algo_expid=0b4a9971-d451-4af4-9004-a89659abf7f8-19 (дата обращения: 16.06.2020).

19. 61N5817 [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://static.chipdip.ru/lib/057/DOC000057299.pdf> (дата обращения: 16.06.2020).

20. Контроллер заряда – Режим доступа https://musbench.com/e_power/charger18650.html (дата обращения: 04.06.2020).

21. OpenCV на python. [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://robotclass.ru/tutorials/opencv-detect-rectangle-angle/>(дата обращения: 15.04.2020).

22. OpenCV на python: поиск прямоугольников и эллипсов [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://robotclass.ru/tutorials/opencv-detect-rectangle-angle/> (дата обращения: 01.06.2020).

23. Шпаргалка по OpenCV — Python [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://tproger.ru/translations/opencv-python-guide/#import> (дата обращения: 01.06.2020).

24. Capture Video from Camera [электронный ресурс]. – Режим доступа https://docs.opencv.org/master/dd/d43/tutorial_py_video_display.html (дата обращения: 01.06.2020).

25. "Общероссийский классификатор видов экономической деятельности" (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 N 14-ст) (ред. от 12.02.2020)

26. Анализ рынка дополненной реальности в России [электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.megaresearch.ru/news_in/analiz-rynka-dopolnennoy-realnosti-v-rossii-otrasl-tolko-formiruetsya-1437 (дата обращения: 29.04.2020)

27. Рынок промышленных VR/AR-решений в России Исследование TAdviser [электронный ресурс]. – Режим доступа [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_VR/AR%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_\(%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_VR/AR%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_(%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE)

%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_TAdviser) (дата обращения: 29.04.2020)

28. Рынок VR/AR будет расти. Кто в игре? [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.sostav.ru/publication/rynok-vr-ar-budet-rasti-zaschet-chego-38821.html>(дата обращения: 29.04.2020)

29. О. П. Жигалова, А.В. Толстопятов//Применение технологий дополненной и виртуальной реальности для привлечения потребителей к взаимодействию с брендами: Практический маркетинг №(4)266 2019 С2-13

30. Технологии виртуальной реальности для российской промышленности [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://korusconsulting.ru/press-center/publications/tekhnologii-virtualnoy-realnosti-dlya-rossiyskoypromyshlennosti/> (дата обращения: 29.04.2020)

31. 3 способа расчета емкости рынка [электронный ресурс]. – Режим доступа <http://powerbranding.ru/rynok/metod-rascheta-emkosti/> (дата обращения: 20.05.2020)

32. Виртуальная и дополненная реальность принесут российской экономике 340 млрд рублей [электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.cnews.ru/articles/2019-12-15_virtualnaya_i_dopolnennaya_realnost (дата обращения: 1.05.2020)

33. Рынок технологий дополненной и виртуальной реальности будет расти на 77% в год [электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.dailycomm.ru/m/49384/> (дата обращения: 1.05.2020)

34. Microsoft HoloLens. [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://habr.com/ru/company/microsoft/blog/441642/>(дата обращения: 10.05.2020).

35. Обзор очков дополненной реальности Epson Moverio BT-200 <https://habr.com/ru/company/mailru/blog/234511/>(дата обращения: 10.05.2020).

36. Подробный обзор и тестирование Google Glass. [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.ixbt.com/mobile/google-glass-part1.shtml> (дата обращения: 10.05.2020).
37. Смарт-очки Sony SmartEyeglass [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://4pda.ru/tag/sony-smarteyeglass/> (дата обращения: 10.05.2020).
38. Бизнес-план производства кафельной плитки [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.beboss.ru/bplans/227-tiles> (дата обращения: 02.05.2020)
39. Сегментация целевой аудитории [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://blog.calltouch.ru/segmentatsiya-tselevoj-auditorii/> (дата обращения: 02.05.2020)
40. Пример сегментации деловых (b2b) рынков [электронный ресурс]. – Режим доступа <http://powerbranding.ru/segmentirovanie/rynok-b2b-primer/> (дата обращения: 02.05.2020)
41. Что такое продажи B2B и B2C? [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://salers.ru/otlichayutsya-li-b2b-prodazhi-ot-b2c-prodazh/> (дата обращения: 02.05.2020)
42. 10 способов защиты интеллектуальной собственности IT-стартапа [электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.interface.ru/home.asp?artId=40127> (дата обращения: 1.05.2020)
43. Защита интеллектуальной собственности в стартапе [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://spark.ru/startup/innmind/blog/31288/zaschita-intellektualnoj-sobstvennosti-v-startape> (дата обращения: 1.05.2020)
44. Переменные затраты [электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.audit-it.ru/terms/accounting/peremennye_zatraty.html (дата обращения: 02.05.2020)
45. Финансовый анализ для чайников [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://finzz.ru/indeks-doxodnosti-investicii-formula-primer-rascheta-v-excel.html> (дата обращения: 30.04.2020)

46. SWOT-анализ [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.calltouch.ru/glossary/swot-analiz/> (дата обращения: 03.05.2020)

47. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019

48. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015

49. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003

50. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003

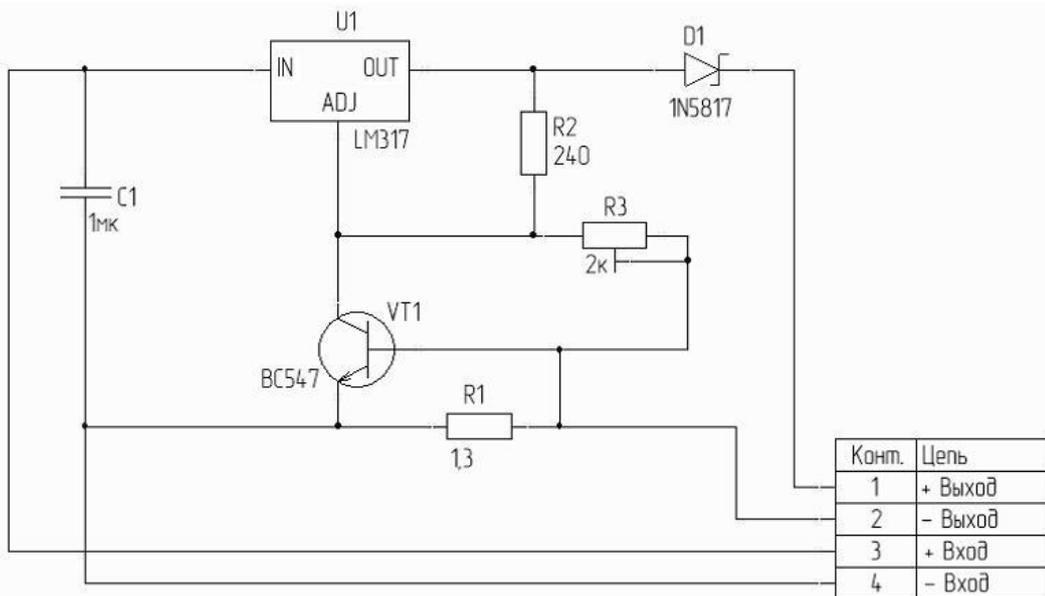
51. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003

Приложение А
Комплект документации

ФЮРА.407762.001 ЭЗ

Перв. примен.

Справ. №



Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ФЮРА.407762.001 ЭЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Мочалкина		
Проб.		Баранов		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Контроллер заряда
 Схема электрическая
 принципиальная

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

ТПУ ОЗИ
 Группа 1А6Б

Копировал

Формат А4

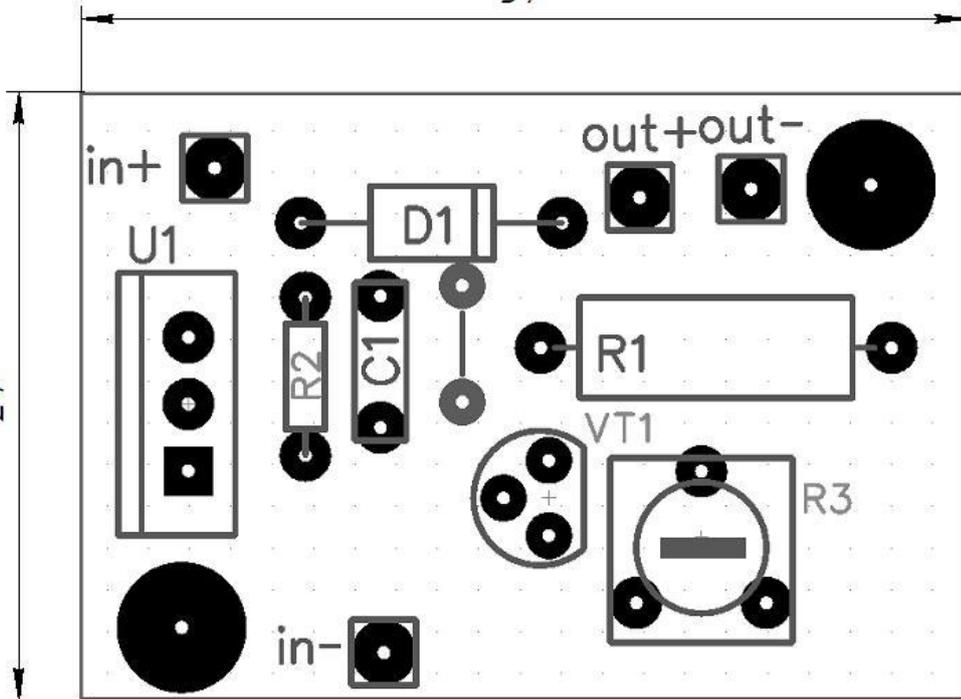
ФЮРА.407762.001 СБ

Перв. примен.

Срав. №

34

24



Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Мочалкина		
Проб.		Баранов		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ФЮРА.407762.001 СБ

Контроллер заряда
Сборочный чертёж

Лит.	Масса	Масштаб
У		4:1
Лист	Листов	1
ТПУ	ОЗИ	
Группа	1А6Б	

Копировал

Формат А4

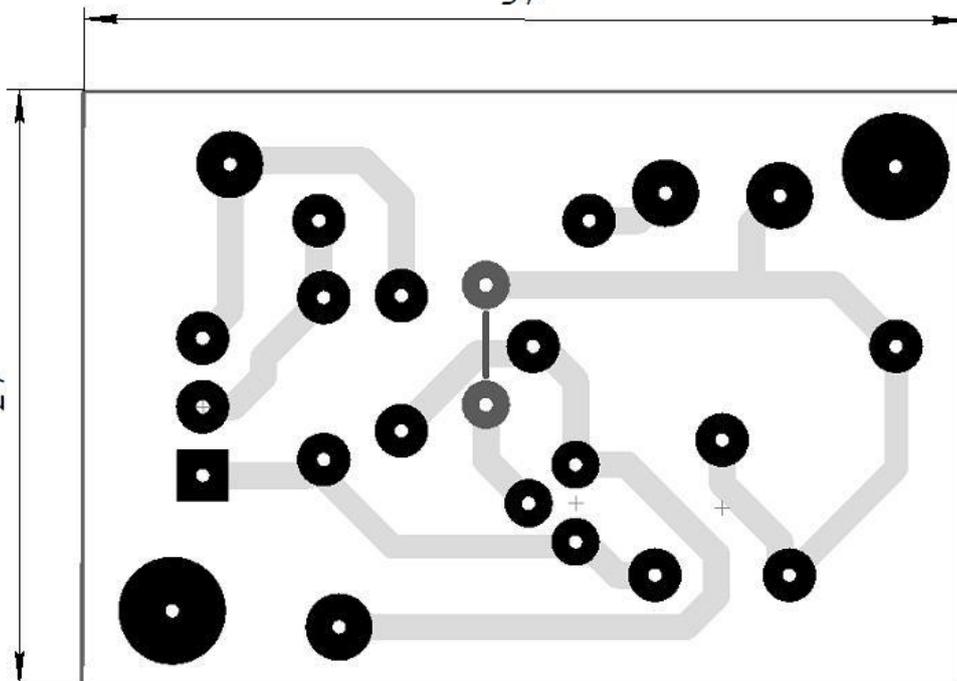
ФЮРА.4.07762.001

Перв. примен.

Справ. №

34

24



15

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ФЮРА.4.07762.001

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Мочалкина		
Проб.		Баранов		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Плата
контроллера заряда

Лит.	Масса	Масштаб
У		4:1
Лист	Листов 1	
ТПУ	ОЭИ	
Группа	1А6Б	

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
							Справ. №	Подп. и дата	
				<u>Документация</u>					
A4			ФЮРА.407762.001 СБ	Контроллер заряда	1				
				Сборочный чертеж					
A4			ФЮРА.407762.001 ЗЗ	Контроллер заряда	1				
				Схема электрическая					
				принципиальная					
				<u>Детали</u>					
A4	1		ФЮРА.407762.001	Плата печатная	1				
				<u>Стандартные изделия</u>					
		2		Лепесток ГОСТ 22376-77	4				
				<u>Прочие изделия</u>					
				Конденсаторы					
		3		К10-19а ОЖ0.460.107ТУ	2	С1,С2			
				50В-1мкФ±5%					
				Диод Шоттки					
		4		1N5817	1	D1			
			ФЮРА.407762.001						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.		Мочалкина			Контроллер заряда			Лист	Листов
Пров.		Баранов							1
Н.контр.									
Утв.									

Приложение Б

Программный код Python для работы системы дополненной реальности

```
import numpy as np
import cv2
cap = cv2.VideoCapture(0)
if not cap.isOpened():
    print("Cannot open camera")
    exit()
while True:
    # Capture frame-by-frame
    ret, frame = cap.read()
    # if frame is read correctly ret is True
    if not ret:
        print("Can't receive frame (stream end?). Exiting ...")
        break
    # Our operations on the frame come here

    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    gray = cv2.GaussianBlur(gray,(5,5), 1.5)
    # распознавание контуров
    edged = cv2.Canny(gray, 85,175)
    cv2.imwrite("edged.jpg", edged)
    kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, (18, 18))
    closed = cv2.morphologyEx(edged, cv2.MORPH_CLOSE, kernel)
    # найдите контуры в изображении
    cnts = cv2.findContours(closed.copy(), cv2.RETR_EXTERNAL ,
    cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)[1]
```

```

# цикл по контурам
for c1 in cnts:
# аппроксимируем (сглаживаем) контур
    peri = cv2.arcLength(c1, True)
    approx = cv2.approxPolyDP(c1, 0.001 * peri, True)
    rect = cv2.minAreaRect(c1) # пытаемся вписать прямоугольник
    box = cv2.boxPoints(rect) # поиск четырех вершин
прямоугольника
    box = np.int0(box) # округление координат
    Out=cv2.drawContours(image,[box],0,(0,255,0),7) # рисуем
прямоугольник
cv2.imwrite("output.jpg", image)
#find ellipse
gray1 = cv2.cvtColor(Out, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
gray1 = cv2.GaussianBlur(gray1,(11,11), 2.5)

# распознавание контуров
edged1 = cv2.Canny(gray1, 80,255)
# найдите контуры в изображении и подсчитайте количество книг
cnts = cv2.findContours(edged1.copy(), cv2.RETR_TREE ,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)[1]
# цикл по контурам
for c in cnts:
    if len(c)<250:
        ellipse = cv2.fitEllipse(c)
        center = (int(ellipse[0][0]),int(ellipse[0][1]))
        area = int(ellipse[1][0]*ellipse[1][1]) # вычисление площади
        cv2.ellipse(image1,ellipse,(0,255,0),7)
        cv2.circle(image1, center, 5, (0,0,255), 2) # рисуем маленький

```

```
    кружок в центре прямоугольника
# выводим в кадр величину угла наклона
    cv2.putText(image1, "button", (center[0]-50, center[1]+70),
                cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0,0,255), 2)

    cv2.imwrite("output1.jpg", image1)
# When everything done, release the capture
cap.release()
cv.destroyAllWindows()
```