

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

Школа – Инженерная школа Информационных технологий и робототехники (ИШИТР)  
 Направление подготовки – 15.04.06 Мехатроника и робототехника  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка стенда физического подобия "Подводное техническое зрение"

УДК 004.932.2(204.1):530.17

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8EM01	Пань Нин		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Беляев Александр Сергеевич			

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	д.м.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н.		

Томск – 2022г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Интегрировать знания в области анализа, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем со знаниями из смежных областей
<b>УК(У)-2</b>	Понимать используемые современные методы, алгоритмы, модели и технические решения в мехатронике и робототехнике и знать области их применения, в том числе в автоматизированных производствах.
<b>УК(У)-3</b>	Эффективно работать в профессиональной деятельности индивидуально и в качестве члена команды
<b>УК(У)-4</b>	Проявлять широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, демонстрировать понимание вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
<b>УК(У)-5</b>	Следовать кодексу профессиональной этики и ответственности и международным нормам инженерной деятельности
<b>УК(У)-6</b>	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	Применять глубокие естественно-научные, математические знания в области анализа, синтеза и проектирования для решения научных и инженерных задач производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, в том числе их систем управления
<b>ПК(У)-2</b>	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких устройств и систем
<b>ПК(У)-3</b>	Применять полученные знания для решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных мехатронных и робототехнических устройств и систем (в том числе интеллектуальных) с использованием технологий мирового уровня, современных инструментальных и программных средств
<b>ПК(У)-4</b>	Определять, систематизировать и получать необходимую информацию в области проектирования, производства, исследований и эксплуатации мехатронных и робототехнических модулей, устройств и систем
<b>ПК(У)-5</b>	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования для целей проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических средств и систем с использованием передового отечественного и зарубежного опыта, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы
<b>ДПК (У)-1</b>	Способен проводить проверку технического состояния оборудования, настройку систем управления и обработки информации с использованием соответствующих инструментальных средств.

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.04.06 Мехатроника и робототехника  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_    \_\_\_\_\_    Филипас А.А.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

<b>магистерской диссертации</b> (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)
---

Студенту:

Группа	ФИО
8ЕМ01	Пань Нин

Тема работы:

<b>Разработка стенда физического подобия "Подводное техническое зрение"</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ № 47-6/с от 16.02.2022 г

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p style="text-align: center;">Объектом проектирования является стенд для исследований систем технического зрения подводных роботов. Разрабатываемое оборудование должно соответствовать следующим требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Размеры аквариума 50x30x30 см;</li> <li>• Наличие 8 секций подсветки с независимым управлением;</li> <li>• Микроконтроллер с тремя портами, способный выводить сигналы ШИМ.;</li> <li>• Персональный компьютер;</li> <li>• Питание подсветки от 220 В 50-60 Гц;</li> </ul>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Литературный обзор;</li> <li>2. Разработка структурной схемы стенда;</li> <li>3. Разработка электрической принципиальной электрической схемы подсветки;</li> <li>4. Выбор основных компонентов системы подсветки;</li> <li>5. Написание программы управления подсветкой и создание приложения</li> <li>6. Дизайн и разработка графического интерфейса</li> <li>7. Разработка инструментов последовательного порта</li> <li>8. Разработать алгоритм обнаружения мячей</li> <li>9. Разработка алгоритмов оптимизации подводных изображений</li> </ol>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Структурная схема стенда, принципиальная электрическая схема подсветки, блок-схема работы программы, Структурная схема графического интерфейса.</p>
--	--

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

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСТН ШБИП, к.э.н., Былкова Татьяна Васильевна
Социальная ответственность	Профессор ООД ШБИП, д.м.н., Федоренко Ольга Юрьевна
Раздел, выполненный на английском языке	Старший преподаватель ОИЯ ШБИП, Пичугова Инна Леонидовна

<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>
1. Введение
2. Исследования части аппаратного
3. Исследования части подводного зрения

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

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8EM01	Пань Нин		

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

Студенту:

Группа 8EM01	ФИО Пань Нин
-----------------	-----------------

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.06 Мехатроника и робототехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней рыночной стоимости. Оклады в соответствии с окладами сотрудников организации.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30% районный коэффициент
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	30% отчисления в социальные внебюджетные фонды

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Провести предпроектный анализ
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	Представить Устав научного проекта магистерской работы
3. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Разработать план управления НИ
4. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Рассчитать сравнительную эффективность исследования

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

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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН, ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	канд.экон.наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа 8EM01	ФИО Пань Нин	Подпись	Дата
-----------------	-----------------	---------	------

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8EM01	Пань Нин

<b>Школа</b>	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Отделение Автоматизации и Робототехники
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	15.04.06 «Мехатроника и робототехника»

Тема ВКР:

<b>Разработка стенда физического подобия "Подводное техническое зрение"</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования: Разработка стенда физического подобия "Подводное техническое зрение"</p> <p>Стенд позволяет получать изображения с различным освещением и условиями водной среды и обнаруживать такую информацию, как положение мяча на изображении.</p> <p>Рабочая зона: лаборатория</p> <p>Размеры помещения :5.45*6 м, есть искусственное и естественное освещение, а также отопление и вентиляция.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: рабочий компьютер, стенда физического подобия</p> <p>Область применения: образовательные организации или для подводных роботов</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ</li> <li>2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования</li> <li>3. ТОИ Р-45-084-01. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере</li> <li>4. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация</li> <li>5. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение</li> <li>6. СН 2.2.4/ 2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы</li> <li>7. СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания</li> </ol>

	<p>8. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны</p> <p>9.ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты</p> <p>10.ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля</p> <p>11.ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля</p> <p>12. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения</p> <p>13. ГОСТ Р 53692-2009. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов</p> <p>14. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отклонение показателей микроклимата;</li> <li>• Превышение уровня шума;</li> <li>• Отсутствие или недостаток естественного света;</li> <li>• Недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> </ul> <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Поражение электрическим током.</li> </ul> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: изолирующие перчатки, беруши, наушники.</p> <p>Расчет: расчет системы искусственного освещения</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</b></p>	<p>Воздействие на литосферу: утилизация бытовых отходов при поломке оборудования (отходы);</p> <p>Воздействие на селитебную зону: световое загрязнение;</p> <p>Воздействие на гидросферу и атмосферу отсутствует</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>Возможные ЧС:</p> <p>Природные катастрофы (наводнения, ураган и т.д.);</p> <p>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); Техногенные аварии (отказ систем безопасности; пожар)</p>

	Наиболее типичной ЧС является пожар.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко О.Ю.	Д-р мед. наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЕМ01	Пань Нин		

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

Школа – Инженерная школа Информационных технологий и робототехники (ИШИТР)

Направление подготовки (специальность) – 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Уровень образования – Магистратура

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения – весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
02.02.2022	1. Выдача задания;	
15.02.2022	2. Составление литературного отзыва по заданной тематика;	
03.03.2022	3. Завершить аппаратную часть;	
29.03.2022	4. Завершить алгоритма подводного зрения часть;	
04.05.2022	5. Написать диссертацию	
06.06.2022	6. Сдача работы	

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 116 страниц, 52 рисунка, 32 таблицы, список используемых источников содержит 34 наименований, и приложения на 18 листах.

Ключевые слова: Стенд подводного зрения, техническое зрение, обнаружение мяча, графический интерфейс, оптимизация изображения.

Объектом исследования является стенд подводного зрения.

Цель работы –Разработка стенда физического подобию "Подводное техническое зрение".

В процессе исследования был проведен литературный обзор и обзор аналогов стендов для разработки систем технического зрения. Также была разработана структурная схема, функционал и требования к стенду технического зрения подводных роботов. После этого разработали систему освещения, алгоритм обнаружения подводного шара, алгоритм оптимизации подводного изображения и разработали графический интерфейс для интеграции всех функций на одной странице для удобства пользователей.

В результате исследования был успешно разработан графический интерфейс, который может управлять системой освещения, получать подводные изображения с помощью камер и выполнять обнаружение мячей для оптимизации подводных изображений. Успешно выполнено подводное обнаружение мяча в различных ситуациях.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Управление и оптимизация изображения всей системы можно быть выполнены через графический интерфейс.

Степень внедрения: пусконаладочные работы, реализация программного обеспечения.

Область применения: Образовательные исследования, Подводная робототехника.

В будущем планируется продолжение работы над данным проектом.

## Содержание

Введение.....	13
1 Литературный обзор.....	14
1.1 Теоретическая часть.....	14
1.2 Обзор аналогов .....	15
2 Исследования части аппаратного .....	21
2.1 Выбор основных компонентов.....	24
2.1.1 Микроконтроллер.....	24
2.1.2 Светодиоды .....	26
2.1.3 Блок питания.....	27
2.1.4 <i>UART</i> модуль.....	28
2.1.5 Выбрать камеру .....	28
2.2 Создание печатных плат .....	29
2.3 Разработать программу контроля .....	31
2.3.1 ШИМ .....	31
2.3.2 получить сигнал .....	32
2.3.3 Разработка программы аппаратной части.....	33
3 Исследования части подводного зрения .....	36
3.1 Среда разработки и инструменты.....	37
3.2 Дизайн графического интерфейса .....	37
3.3 Разработка инструментов последовательного порта.....	38
3.4 Исследование алгоритма подводного обнаружения мяча и алгоритма оптимизации изображения .....	41
3.4.1 Сделать изображение в градациях серого .....	43
3.4.2 Гауссова фильтрация.....	44
3.4.3 <i>Canny</i> обнаружение краев .....	45
3.4.4 Обнаружение мяча .....	47
3.4.5 Алгоритма оптимизации изображения .....	54
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	61
4.1 Предпроектный анализ .....	61

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследований.....	61
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	63
4.1.3 <i>SWOT</i> анализ .....	64
4.2 Инициация проекта .....	67
4.3 Планирование управления научно-техническим проектом .....	68
4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ). .....	71
4.5 Оценка сравнительной эффективности исследования .....	77
5 Социальная ответственность .....	80
Введение .....	80
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	80
5.2 Производственная безопасность.....	82
5.2.1 Недостаточная освещенность .....	83
5.2.2 Повышенный уровень шума .....	85
5.2.3 Отклонение показателей микроклимата .....	86
5.2.4 Поражение электрическим током.....	87
5.2.5 Электромагнитное и электростатическое излучения .....	88
5.3. Экологическая безопасность.....	89
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	90
5.5 Выводы по разделу.....	92
Заключение.....	93
Список Литературы.....	94
Приложение А.....	98
Приложение Б .....	113
Приложение В.....	115

## Введение

С постоянным повышением осведомленности человека об исследовании океана и развитием науки и техники подводному роботу как наиболее важному инструменту для исследования океана человеком уделяется большое внимание и быстрое развитие. Так же, как человеческие глаза передают большой объем информации человеческому мозгу, подводным роботам также нужны системы сбора информации, чтобы предоставлять им полезную информацию. Кроме того, подводный робот работает под водой, а рабочая среда сурова и сложна, поэтому оснащение подводного робота системой машинного зрения с возможностью автоматической идентификации стало важным символом интеллекта подводного робота.

Для подводных операций, особенно для операций подводных роботов и других сценариев, сталкивающихся с суровыми подводными условиями, обработка изображений, полученных подводными роботами, стала ключевой проблемой. Улучшение подводного изображения и извлечение признаков изображения являются обрабатываемыми роботами. Улучшение изображения очень важно часть получения изображения Улучшение изображения относится к методу обработки выделения определенной информации в изображении в соответствии с конкретными потребностями в соответствии с проблемами, существующими в изображении, и в то же время ослабления или удаления некоторой избыточной информации. Его основная цель - сделать обработанное изображение более эффективным для данного приложения, чем исходное изображение, при этом эффективно улучшая качество изображения.

Поэтому чтобы справиться с подводной средой, **целью** данной выпускной квалификационной работы является Разработка стенда физического подобия "Подводное техническое зрение".

Этот стенда будет иметь графический интерфейс, который может подключаться к последовательному порту, управлять системой освещения, обнаруживать подводные шары и оптимизировать функцию подводного изображения.

# 1 Литературный обзор

## 1.1 Теоретическая часть

История развития подводной робототехники насчитывает более сорока лет, за это время создание робототехнических комплексов и их применение претерпели огромные изменения [1]. Неся датчики и различные модули миссии, подводная самоходная техника может выполнять различные задачи. Также известен как подводный беспилотный аппарат, беспилотный подводной аппарат и подводная необитаемая боевая платформа. Беспилотные подводные аппараты используются для подводного предупреждения, разведки, наблюдения, слежения, обнаружения мин, постановки мин, ретрансляции связи и скрытных атак, а также выполнения таких задач, как гидрографические съемки и океанографические исследования. Он может доставляться самолетами и кораблями в район боевых действий или развертываться непосредственно с берега. Он может погружаться в воду для длительного автономного плавания и ведения боя, обладает характеристиками миниатюризации, интеллекта, большой дальностью маневрирования и хорошей маскировкой; он может перемещаться в зону повышенной опасности пилотируемой платформы или труднодоступной морской акватории, а также расширить возможности обнаружения пилотируемой платформы. Может использоваться как узел морской сетецентрической войны для обеспечения подводного оповещения, разведки поля боя, целеуказания, ретрансляции для плавбаз (катеров) в осуществление противокорабельных, противолодочных, береговых ударных, противоминных и др. боевых действий. Связь и другие гарантии играют роль мультипликатора сил.

По способу управления его можно разделить на подводный аппарат с дистанционным управлением (*ROV*) и автономный подводный аппарат (*AUV*); по весу его можно разделить на микроподводный аппарат (вес 10 -50 кг), легкий подводный аппарат. Аппараты (массой 200 -250 кг), тяжелые подводные аппараты (массой 2000 -10000 кг), гигантские подводные аппараты (массой более 10 тонн)[2]. Обычно он состоит из носителя, системы управления, комплексной навигационной системы, энергетической и двигательной установки, подводной и

уровнительной системы, оборудования обнаружения и т. д.

Для того, чтобы это подводное оборудование могло лучше выполнять поставленную задачу, путем добавления к оборудованию системы подводного видения оборудование может иметь лучшее восприятие и способность обнаруживать целевые объекты. Технология подводного зрения так же важна для этих подводных устройств, как глаза для живых существ. Можно даже сказать, что умное устройство без технологии зрения не является полноценным умным устройством[3].

Этот проект разрабатывает стенда подводного зрения, которую можно использовать в сфере образования и подводных работах.

## **1.2 Обзор аналогов**

Прежде чем перейти к обзору аналогов необходимо определить требуемый функционал, который должен обеспечивать стенд по разработке систем технического зрения подводных роботов. На основании этого будут построены критерии для анализа аналогов.

Одним из важных аспектов в проектировании систем подводного видения является качество получаемых изображений. Так как судно передвигается с достаточно малой скоростью, а возможности современных промышленных камер позволяют снимать с очень высокой скоростью, то для получения более качественных изображений отличным решением будет использовать импульсную подсветку с возможностью изменения излучаемого света в сочетании с высокоскоростной промышленной камерой. Если сделать несколько снимков с различным освещением и обработать их, то можно получить одно более качественное изображение. Также импульсная подсветка потребляет меньше энергии по сравнению с постоянной подсветкой.

Помимо изменения цветового спектра необходимо также наличие модулей с независимым управлением, что позволит освещать объект с различных позиций, что также положительно повлияет на качество полученных изображений.

В настоящее время на рынке очень мало креплений, которые сочетают в

себе изменяющую цвет подсветку и технологию технического зрения. Техническое зрение в основном используется для сборочных стеллажей или производственных линий. После обзора аналогов был выбран 3 аналогичный стенды и сравнить.

### **«National Instruments» Лаборатория технического зрения**

Компания *National Instruments (NI)* является одним из мировых лидеров в технологии виртуальных приборов и в разработке и изготовлении аппаратного и программного обеспечения для систем автоматизированного тестирования. Данная компания в рамках образовательной программы создала множество образовательных стендов для школ и вузов. Одним из таких стендов является «Лаборатория технического зрения», которая представлена на рисунке 1 [4].



Рисунок 1 – Лаборатория технического зрения *NI*

Данный лабораторный стенд предназначен для изучения основ систем технического зрения. Основой стенда является интеллектуальная камера *NI Smart Camera*, которая дает возможность студентам в интерактивном режиме осуществлять сбор видеоизображений и их обработку.

В состав лабораторного комплекса входит:

- интеллектуальная камера *NI SmartCamera*;
- наборы объектов для отработки алгоритмов анализа изображений;
- программное обеспечение для сбора и обработки изображений;
- персональный компьютер.

## «Dobot» Комплект технического зрения

*Dobot* – это компания из Китая, занимающаяся изготовлением роботизированных манипуляторов, а также предлагает множество образовательных стендов, в том числе и связанных с техническим зрением. Одним из таких стендов является модуль технического зрения, представленный на рисунке 2 [5].

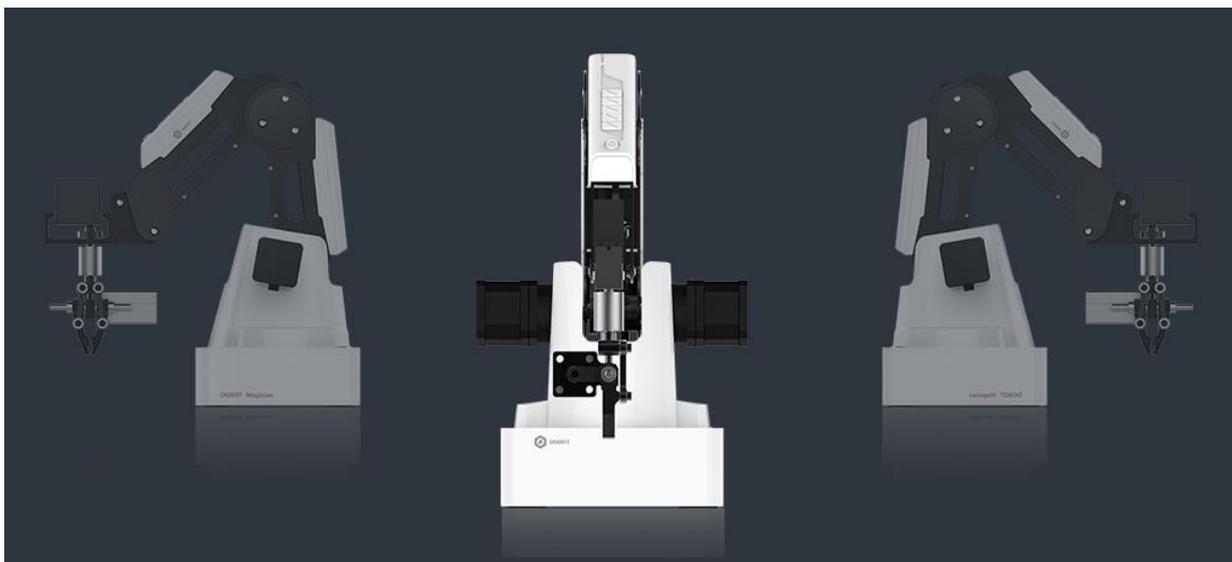


Рисунок 2 – Модуль технического зрения *Dobot*

Данный модуль предоставляет собой аппаратную платформу для разработки системы видеонаблюдения. Набор позволяет настроить техническое зрение для *Dobot Magician* и изучить, как интегрировать систему технического зрения с системой автоматизации робота. С помощью этого набора можно проводить исследования для изучения основ технического зрения и разрабатывать приложения, основанные на техническом зрении.

В состав комплекта входит:

- рабочее поле для фиксации камеры и *Dobot Magician*;
- промышленная цветная камера высокого качества с объективом;
- комплект освещения камеры;
- кронштейн для камеры с основанием для крепления к рабочей поверхности;
- *USB* провод для камеры;
- калибровочное поле;

- цветные деревянные кубики – 40 шт.;
- комплект шестигранных отверток, винты, гайки и прокладки.

### **«Учтех-Профи» Автоматизированный сборочный стенд с компьютерным управлением и техническим зрением**

Научно-производственное предприятие «Учтех-профи» - это компания, занимающаяся разработкой и производством инновационной учебной продукции для вузов, техникумов, колледжей и учебных центров предприятий. Одним из разработанных стендов по робототехнике является автоматизированный сборочный стенд с компьютерным управлением и техническим зрением, представленный на рисунке 3 [6].

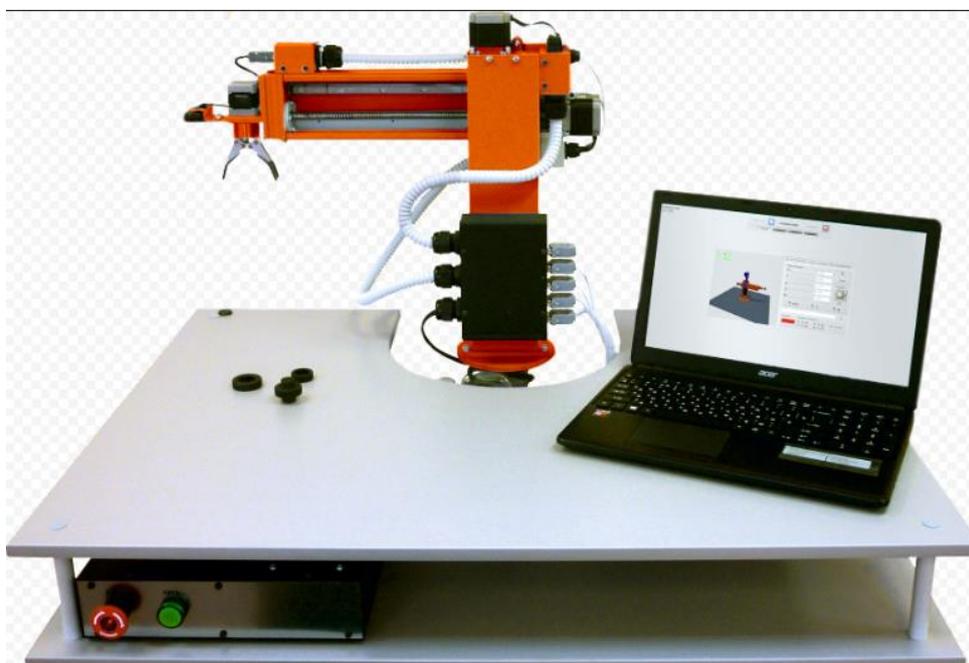


Рисунок 3 – Автоматизированный сборочный стенд «Учтех-Профи»

Данный стенд позволяет получить знания и навыки в области управления роботом и написанию программ. Данный стенд включает в себя:

- учебный робот РОБИН-1Ц *USB/ШВП* с компьютерным управлением;
- камера;
- компьютерные имитаторы робота и сборочного стенда;
- ноутбук;
- комплект сборочных элементов;
- подиум;

- учебное пособие (устройство, программирование, наладка).

### Анализ аналогов

Выделим критерии, по которым можно оценить аналоги:

- доступная цена;
- наличие промышленной камеры;
- наличие модульной подсветки с возможностью изменения цветового спектра излучаемого света;
- наличие программного обеспечения для сбора и обработки изображений;
- наличие ПК.

Далее произведем анализ аналогов по полученным критериям, выделим плюсы и минусы каждого аналога. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ аналогов

Аналоги	Цена	Требуется ли вторичное развитие	Модульная подсветка	ПО для сбора и обработки изображений	ПК
Лаборатория технического зрения «NI»	-	+	-	+	+
Комплект технического зрения «Dobot»	+	+	-	-	-
Автоматизированный сборочный стенд «Учтех-Профи»	-	+	-	-	+

Проанализировав аналоги, можно сделать вывод о том, что данные стенды не могут быть использованы для разработки технического зрения подводных роботов, так как не имеют в составе модульной подсветки с возможностью изменения цветового спектра излучаемого света, и для завершения функции обнаружения целевых объектов требуется вторичная разработка.

Данные стенды предназначены для тестирования систем сухопутных аппаратов и предоставляют достаточно ограниченную функциональность для разработчика, поскольку он не может существенно изменять условия освещения и регулировать параметры подсветки, а также только в одном стенде присутствует наличие ПО для сбора и обработки изображения.

Таким образом, разработка стенда для тестирования систем технического зрения позволит сделать улучшенную модель, которая будет лишена перечисленных недостатков и сможет получить преимущество на рынке за счет большего функционала и меньшей цены.

## 2 Исследования части аппаратного

В рамках исследования аппаратного обеспечения изучается система управления освещением, которую можно использовать в качестве источника подсветки, и система должна регулировать такие функции, как цвет света, переключение и яркость. И имеет возможность связи с главным компьютером для интеграции с программой подводного визуального осмотра.

В качестве подсветки в этом исследовании было решено использовать светодиодную подсветку *RGB*, поскольку она может изменять цвет излучаемого света. Светодиоды сконструированы в виде отдельных модулей для простоты установки и управления.

Каждый модуль должен содержать оптимальное количество светодиодов, которые будут освещать нужные части сцены, а также отделять эти части друг от друга. Принципиальная схема модуль освещения представлена на рисунке 4.

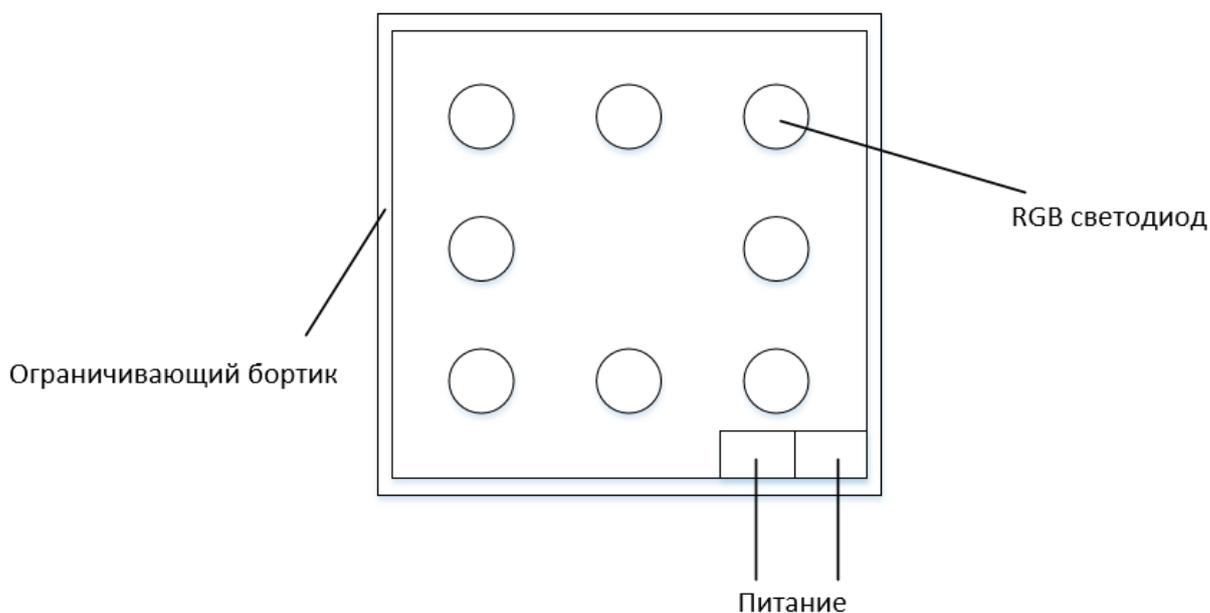


Рисунок 4 – Модуль освещения

Для того чтобы выбрать наилучший способ управления светом, следует в первую очередь рассмотреть вольтамперная характеристика светодиодов разного цвета, как показано на рисунке 5.

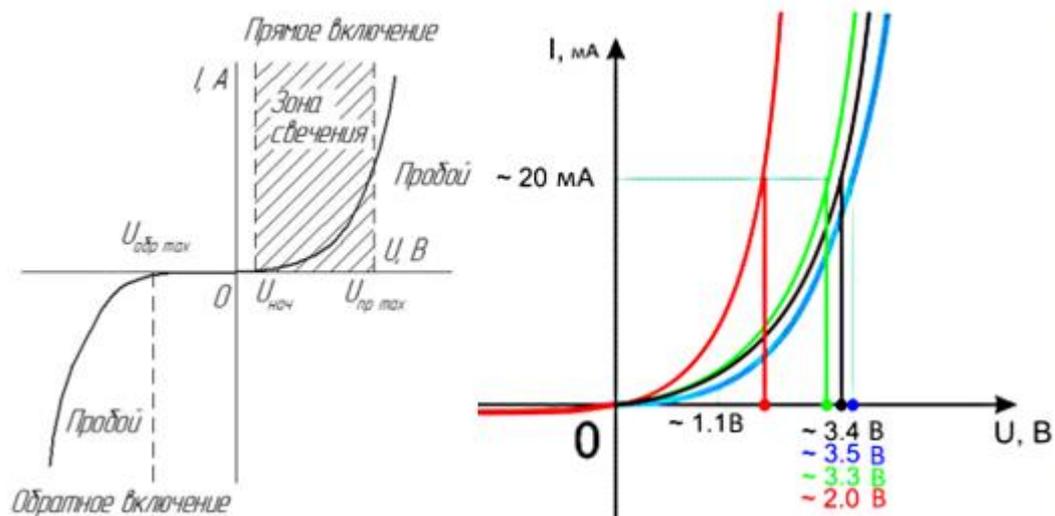


Рисунок 5 – Вольтамперная характеристика светодиодов

Существует два основных способа управления яркостью светодиодных светильников — изменение сопротивления цепи вручную и с помощью ШИМ[7]. Традиционный метод ручного изменения сопротивления цепи требует физического вращения ручки варистора, что не подходит для использования в подводной среде, поэтому в данном исследовании для управления системой освещения решено использовать метод управления сигналом ШИМ.

Для разработки системы управления светом необходимо подобрать транзисторы, которыми будет управлять микроконтроллер, а также резисторы источника питания и ограничения тока. Для начала необходимо определиться с расположением и количеством модулей подсветки, а также количеством светодиодов в каждом модуле. Чтобы обеспечить освещение из как можно большего количества мест, было решено расположить модули так, как показано на рисунке 6.

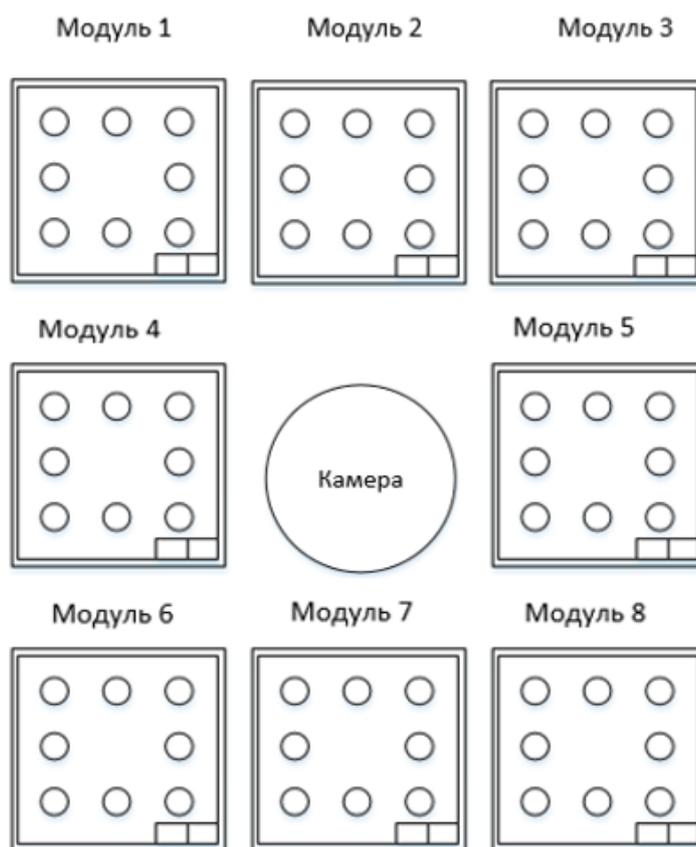


Рисунок 6 – Расположение модулей подсветки

Расположите световые модули вокруг камеры и сформируйте своеобразную рамку. Запуск каждого модуля должен быть независимым от других модулей, поэтому каждый модуль будет питаться независимо. Кроме того, необходимо генерировать ШИМ-сигнал. Для каждого цвета светодиода *RGB* имеется один канал ШИМ. Яркость каждого цвета будет регулироваться через ШИМ-канал, что позволит устройству формировать нужный цвет освещения.

В каждом модуле по 8 *RGB*-светодиодов, всего таких модулей 8, то есть общее количество светодиодов 64. Для управления этими светодиодами требуется 8 каналов для управления каждой отдельной секцией в отдельности и 3 канала для формирования ШИМ-сигнала.

## 2.1 Выбор основных компонентов

Для того, чтобы успешно завершить изучение аппаратной части, в первую очередь необходимо подобрать компоненты, подходящие для данной системы управления освещением.

### 2.1.1 Микроконтроллер

Чтобы иметь возможность использовать метод модуляции ШИМ в программном и аппаратном обеспечении для управления освещением. Достаточно ли на оборудовании каналов ШИМ — очень важный критерий. Основными параметрами, по которым будет производиться выбор микроконтроллеры являются:

- Число портов, позволяющее реализовать аппаратный ШИМ;
- Высокая тактовая частота;
- Объем памяти, достаточный для написания программы;
- Цена.

Для управления светодиодным светильником, который может регулировать трехцветный свет *RGB*, требуется как минимум 3 независимых канала ШИМ. Аппаратная ШИМ в микроконтроллерах реализована с помощью таймеров. Обычно каждый таймер имеет свой канал ШИМ. Сравним популярные модели микроконтроллеров в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика микроконтроллеров

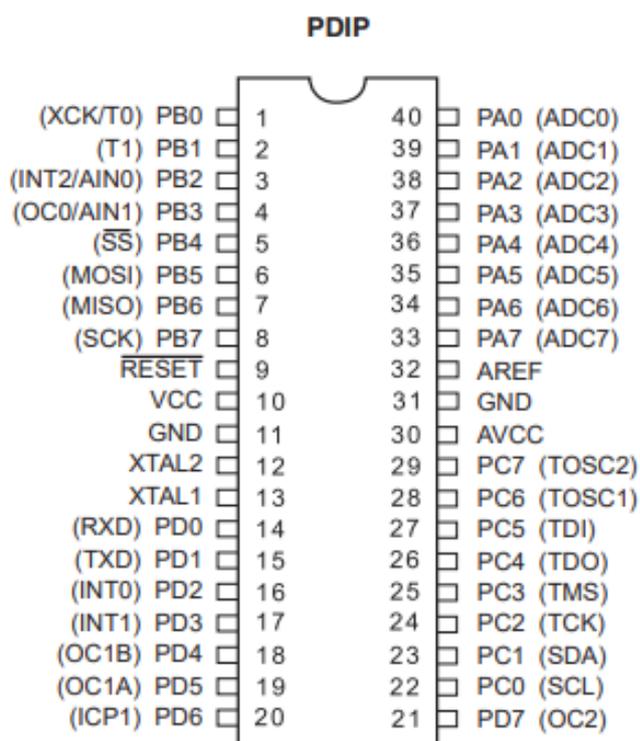
Характеристика	<i>STM32F030</i>	<i>Atmega16</i>	<i>PIC18</i>
Тактовая частота, МГц	48	16	40
Число портов ввода-вывода	39	32	18
Разрядность, бит	32	8	8
Объем <i>FLASH</i> – памяти, Кбайт	32	16	8
Количество ШИМ-каналов	2	4	3

Продолжение таблицы 2

Питание, В	(2.4–3.6)	(4.5–5.5)	(4.2–5.5)
Цена, руб	400	500	460

Сравнивая эту конструкцию, выбирается микроконтроллер *Atmega16* с наибольшим количеством каналов ШИМ и подходящей памятью.

Внешний вид портов этого микроконтроллера показан на рисунке 7[8].



Рисунке 7 – *Atmega 16*

*Atmega16* имеет следующие особенности: 16Кбайт программируемой Flash в системе (с возможностью чтения и записи одновременно, а именно *RWW*), 512байт *EEPROM*, 1Кбайт *SRAM*, 32 линии ввода-вывода общего назначения, 32 рабочих регистра общего назначения, интерфейс *JTAG* для сканирования границ, поддержка отладки и программирования на кристалле, три гибких таймера/счетчика (*T/C*) с режимом сравнения, прерывание на кристалле/вне кристалла, программируемый последовательный *USART*, с запуском состояние Универсальный последовательный интерфейс для детекторов, восемь 10-разрядных АЦП с программируемым коэффициентом усиления

дифференциального входного каскада (пакет *TQFP*), программируемый сторожевой таймер со встроенным генератором, один последовательный порт *SPI* и шесть режимов энергосбережения, выбираемых с помощью программного обеспечения.

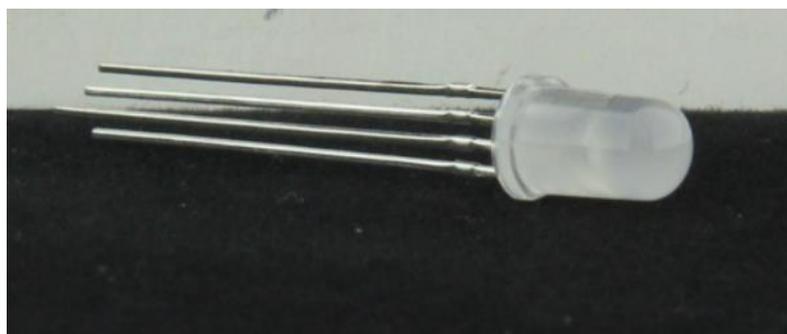
### 2.1.2 Светодиоды

Для достижения цели изменения цвета в этой конструкции используются светодиоды *RGB*. Чтобы облегчить установку и снизить стоимость каждого модуля, в этой конструкции будут выбраны светодиоды в 5-миллиметровых *DIP*-корпусах. А в таблице 3 сравниваются обычные квалифицированные светодиодные лампы.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика светодиодов

Характеристика	<i>RGB 500-1000</i>	<i>BL-L515RGBW-CA</i>	<i>BL-L515RGBC-CA</i>
Сила света, мКд	1000	600	5000
Видимый телесный угол, град	20	30	20
Напряжение, В	(2–3.4)	(2–3.4)	(2.1–3.8)
Максимальное значение тока, мА	20	15	30
Общая ножка	катод	катод	анод
Цена, руб	15	20	72

По цене и силе света лучший вариант – первая лампа в таблице. Внешний вид этой лампы показан на рисунке 8[9].



Рисунке 8 – *RGB* светодиод

### 2.1.3 Блок питания

Для выбора блока питания необходимо выделить параметры, которым должен соответствовать выбранный блок:

- Напряжение питания 12 В;
- Выходной ток не менее 4 А;
- Частота питающей сети 50–60 Гц;
- Входное напряжение 220 В.

В качестве блока питания для светодиодной подсветки был использован блок питания *S-96-12*, который представлен на рисунке 9.



Рисунке 9 – Блок питания

Характеристики блока питания представлены в таблице 4[10].

Таблица 4 – Характеристики блока питания *S-96-12*

Характеристика	
Мощность, Вт	96
Выходное напряжение, В	12
Выходной ток, А	8
Входное напряжение, В	100...240
Частота питающей сети, Гц	50...60
Рабочая температура, гр. С	-20...70
Цена, руб	2900

#### 2.1.4 *UART* модуль

Для связи микроконтроллера с компьютером будет использоваться универсальный асинхронный приемопередатчик (*UART*). Его основное преимущество заключается в простоте настройки и подключения к компьютеру через интерфейс *USB*. В качестве *UART* модуля выступает конвертер на базе микросхемы *PL2303*, который представлен на рисунке 10.



Рисунке 10 – Преобразователь *USB-UART* на базе *PL2303*

Основные характеристики данного модуля представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики *USB-UART* преобразователя

Характеристика	PL2303
Тип входного интерфейса	USB
Тип выходного интерфейса	UART
Цена, руб	530

#### 2.1.5 Выбрать камеру

Чтобы завершить исследование подводного зрения, необходимо выбрать соответствующую камеру для захвата изображения.

Поскольку экспериментальная среда этого проекта находится в лаборатории, а средства ограничены, для завершения проекта была выбрана сетевая камера «*Logitech C270*», показанная на рисунке 11.



Рисунке 11 – *Logitech C270*

Технические параметры камеры приведены в таблице 6.

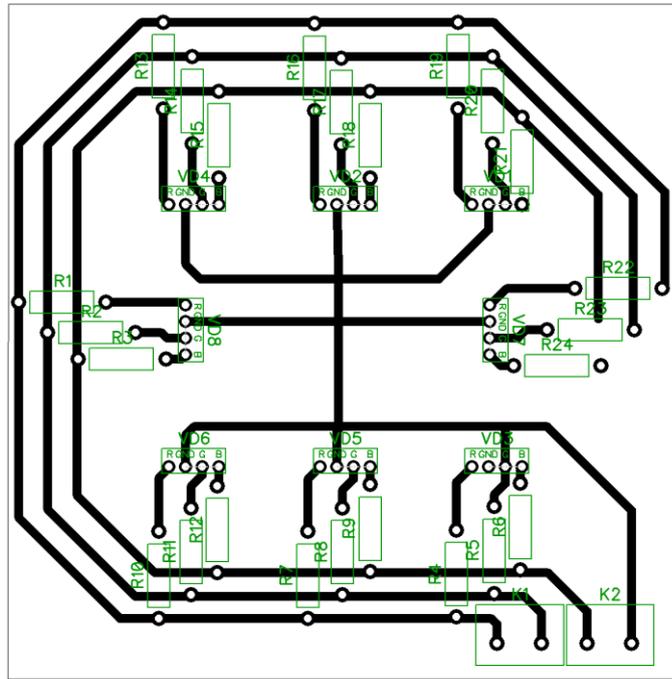
Таблица 6 – Технические параметры камеры «*Logitech C270*»

Модель	<i>Logitech C270</i>
Разрешение	1280x 720
Тип сенсора	КМОП
Интерфейс	<i>USB 2.0</i>
Затвор	Глобальный

## 2.2 Создание печатных плат

Для того, чтобы каждый светодиодный светильник можно было легко подключить к проводам и установить на раму. Я использовал макет платы, показанный на рисунке 12. Каждый светодиодный светильник имеет четыре выводных вывода, три из которых отвечают за три цветовых канала *RGB*, а четвертый является общим катодом всех светодиодов.

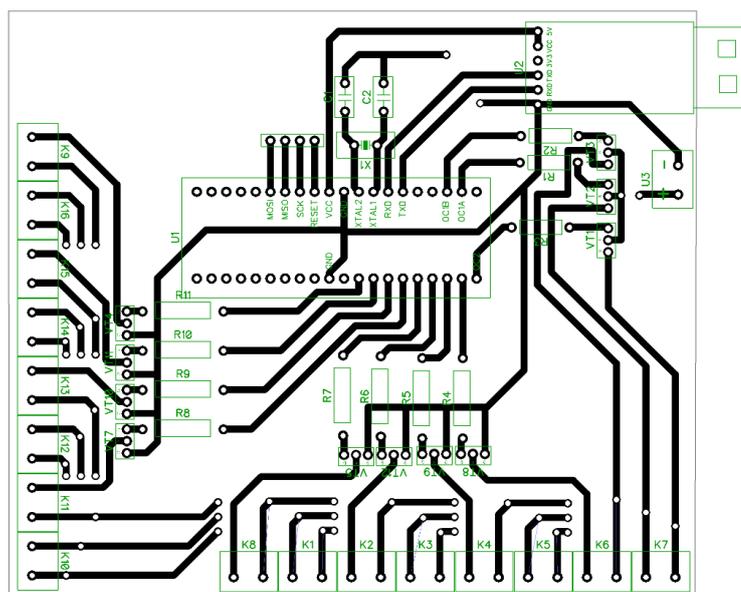
Доска представляет собой квадратную доску со стороной 77 мм. Он поставляется с 8 светодиодами, 24 резисторами и 4-контактным разъемом.



Рисунке 12 – Макет платы для светодиодов

Далее в конструкции используется схема блока управления, показанная на рисунке 13, состоящая из транзисторов, микроконтроллера и модуля *UART* для подключения к компьютеру.

Также для облегчения подключения на плате необходимо расположить клеммы для подключения светодиодной панели. Питание микроконтроллера будет поступать от модуля *UART*. На плате также имеется разъем для кнопки питания, позволяющей быстро включать и выключать питание.



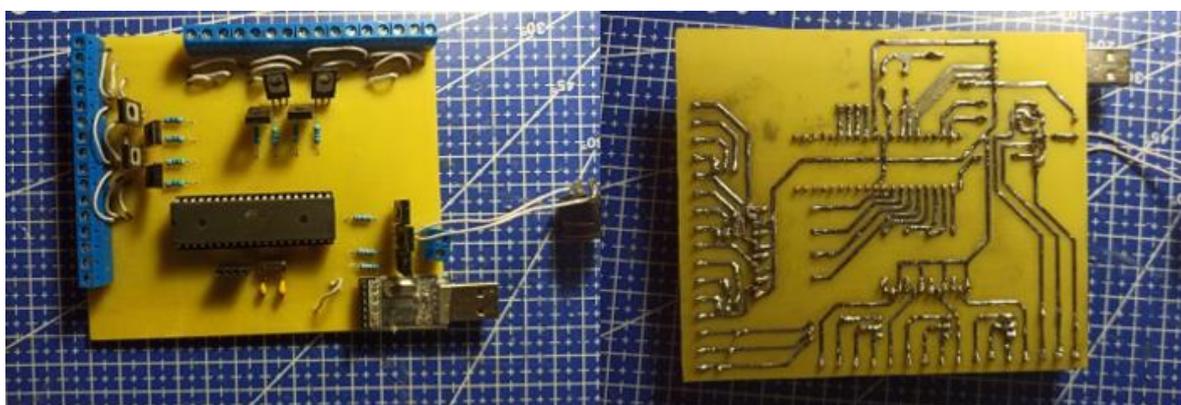
Рисунке 13 – Макет управляющей платы

Физическая схема модуля освещения представлена на рисунке 14.



Рисунке 14 – Физическая схема модуля освещения

Физическая схема модуля блока управления представлена на рисунке 15.



Рисунке 15 – Физическая схема модуля блока управления

## 2.3 Разработать программу контроля

Для реализации функций управления светом и передачи данных программа должна:

- Возможность получать данные от пользователей;
- Может использовать ШИМ для управления цветом трех каналов *RGB*;
- Может управлять яркостью света;

### 2.3.1 ШИМ

Эта конструкция изменяет яркость светодиода, изменяя ширину выходного импульса ШИМ. В этой конструкции этот метод управления реализован в микроконтроллере *Atmega16* с использованием трех выводов, которые могут выводить сигналы ШИМ для вывода сигналов ШИМ. Функция каждого вывода контроллера в таблице 7.

Таблице 7 - Функция каждого вывода контроллера

№	Функция
<i>PD4</i>	Выходной сигнал ШИМ
<i>PD5</i>	Выходной сигнал ШИМ
<i>PD7</i>	Выходной сигнал ШИМ

ШИМ расшифровывается как «широтно-импульсная модуляция» и позволяет пользователю регулировать мощность, подаваемую на нагрузку. Это метод цифрового кодирования уровня аналогового сигнала. Благодаря использованию счетчиков с высоким разрешением рабочий цикл прямоугольной волны модулируется для кодирования уровня определенного аналогового сигнала. Сигнал ШИМ по-прежнему является цифровым, потому что в любой момент полномасштабный источник постоянного тока либо полностью присутствует (ВКЛ), либо полностью отсутствует (ВЫКЛ). ШИМ-управление обычно используется в сварочных аппаратах, для управления двигателями, зарядными устройствами, а также для управления яркостью дисплеев и подсветки. Основной принцип регулировки показан на рисунке 16.

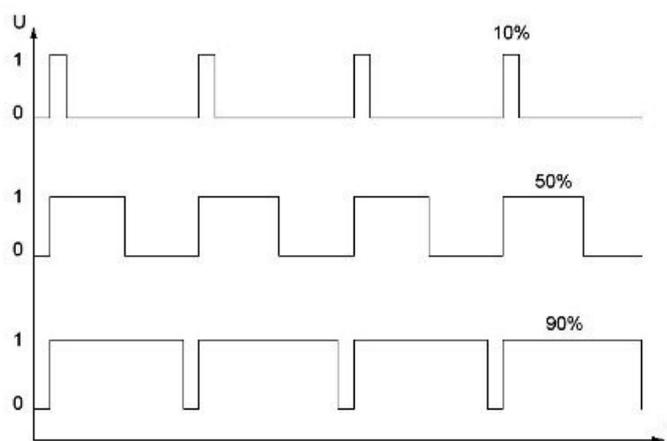


Рисунок 16 – схема ШИМ

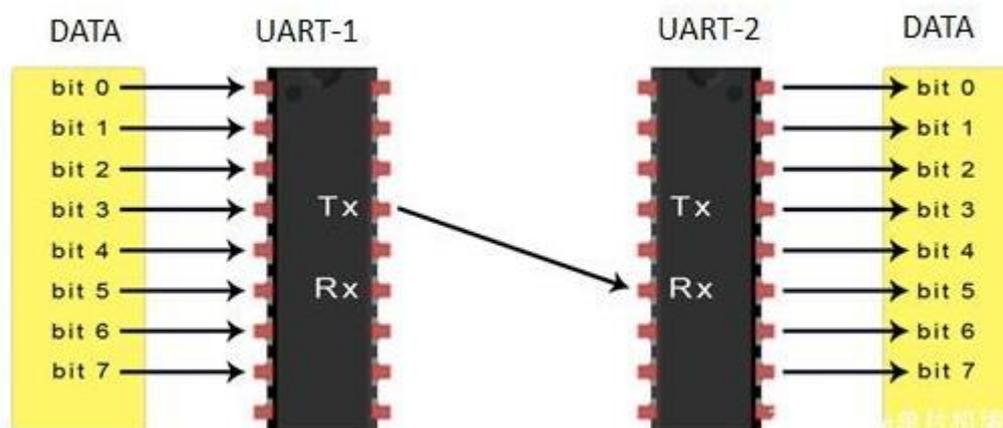
### 2.3.2 получить сигнал

В этой конструкции используется последовательный порт *UART* для приема сигнала от главного компьютера.

*UART*, данные передаются побитно от младшего к старшему в двоичном формате, может преобразовывать данные для передачи между последовательной связью и параллельной связью, а также может гибко обмениваться полнодуплексными данными с внешними устройствами[11].

При связи *UART* два *UART* связываются напрямую друг с другом. Отправитель преобразует параллельные данные от управляющего устройства в последовательную форму, которая затем последовательно передается получателю, который затем преобразует последовательные данные обратно в параллельные данные для использования получателем.

Данные передаются от передающего вывода (*Tx*) одного *UART* к приемному выводу (*Rx*) другого *UART*. Принцип работы показан на рисунке 17.

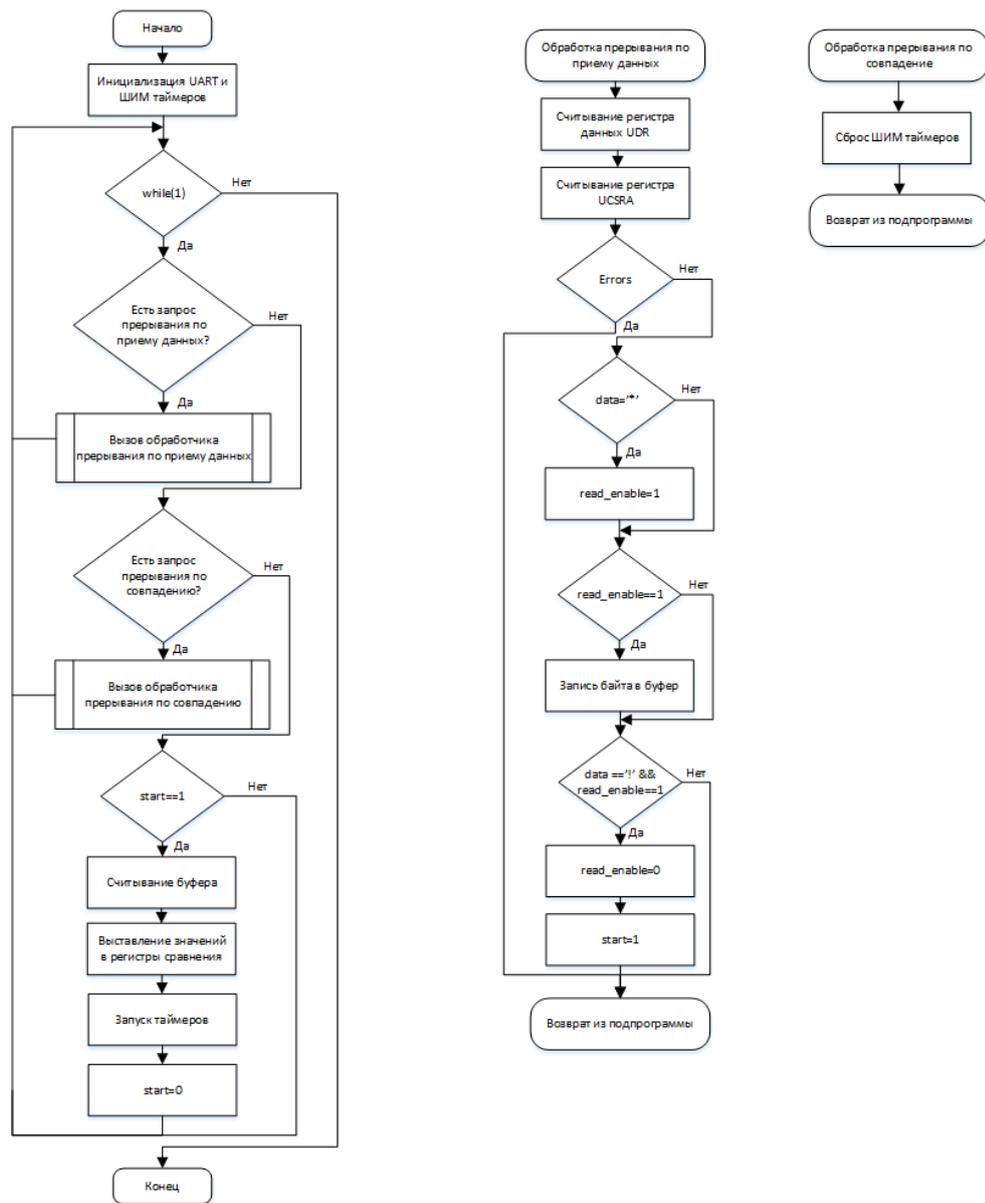


Рисунке 17 – Принцип работы *UART*

*UART* передает данные асинхронно, что означает отсутствие тактового сигнала для синхронизации вывода переданного бита с дискретизацией полученного бита, то есть передача и прием используют свои собственные часы. Отправитель добавляет начальный и стоповый биты к передаваемому фрейму данных, и через начальный и конечный биты, определенные в фрейме данных, получатель знает, когда начинать чтение этих битов.

### 2.3.3 Разработка программы аппаратной части

Нарисуйте блок-схему программы, показанную на рисунке 18, в соответствии с требованиями.



Рисунке 18 – блок-схему программы

Алгоритм работы программы следующий. В самом начале происходит инициализация портов и устанавливаются настройки *UART*. Затем в основном теле программы происходит ожидание поднятия флага *start*, которое будет свидетельствовать о том, что необходимо включить подсветку. Когда флаг *start* установлен, происходит запись полученных от пользователя значений яркости каждого канала через запись числа в регистры сравнения, а также происходит запуск ШИМ таймеров и таймера по совпадению, который отвечает за длительность свечения. После этого происходит формирование ШИМ сигналов на выводах до того момента, когда не произойдет прерывание по совпадению и таймеры сбросятся.



### 3 Исследования части подводного зрения

Эта часть проекта должна изучить обнаружение подводных шаров. Чтобы завершить обнаружение, сначала необходимо прочитать изображение, снятое камерой, обработать изображение и определить особенности, а также изучить метод решения проблемы. Проблема подводного изображения, снятого камерой Суровые условия вызывают проблемы с помехами.

Алгоритм обнаружения мяча, разработанный в этой конструкции, будет экспериментально проверен в среде, показанной на рисунке 20. В ходе эксперимента контейнер должен быть заполнен водой, а мяч должен быть помещен в воду. Разработана аппаратная схема управления с графическим интерфейсом. для управления светом, когда свет необходим. Модуль излучает свет разной интенсивности и цвета.

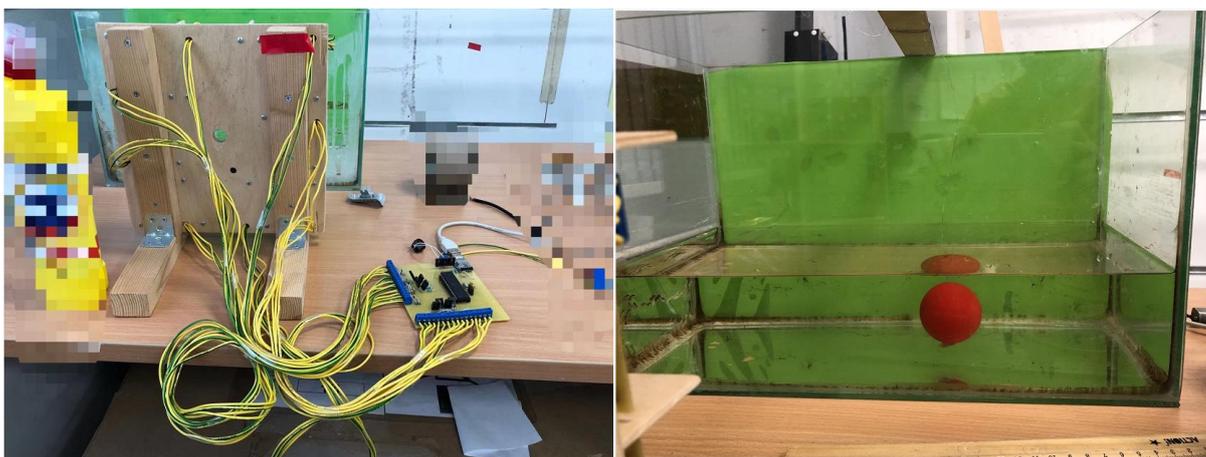


Рисунок 20 – Лабораторное оборудование

При исследовании части подводного видения необходимо выполнить следующие задачи:

- Дизайн графического интерфейса
- Разработка инструментов последовательного порта
- Разработать алгоритм обнаружения подводного мяча
- Исследуйте и программируйте методы оптимизации подводных изображений

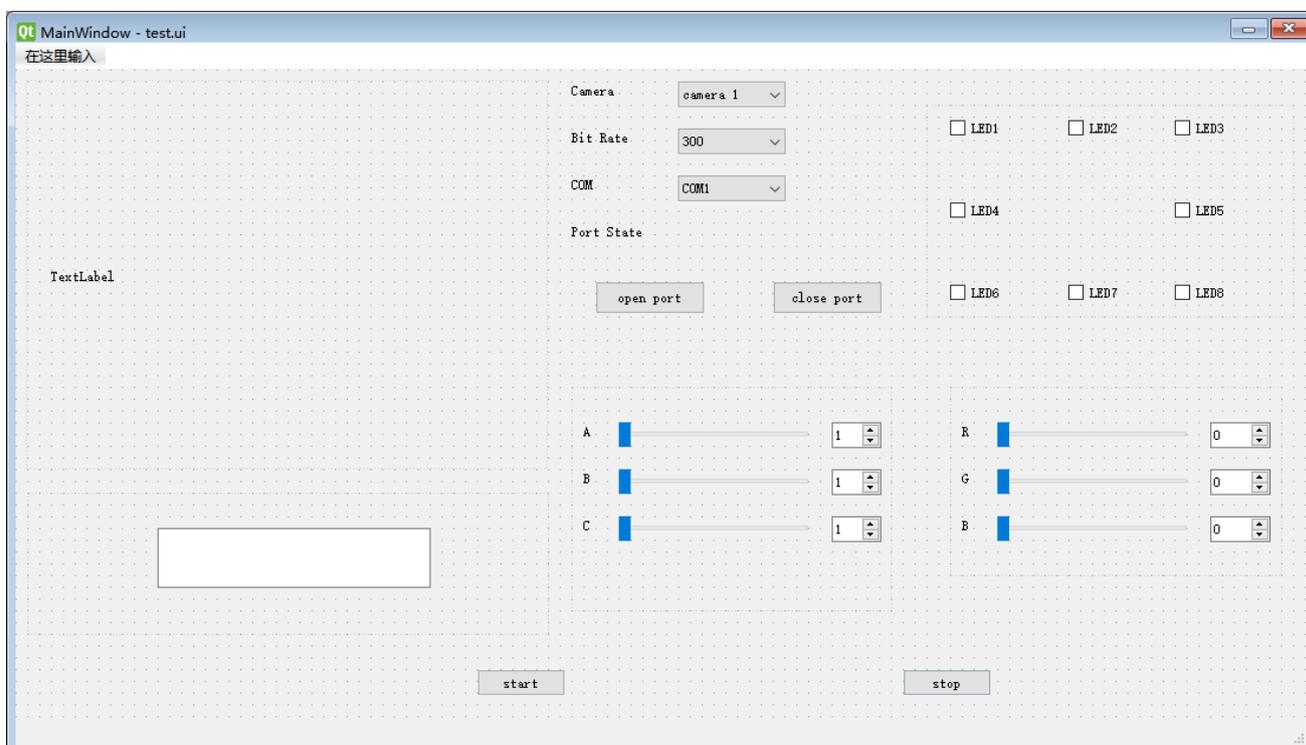
### 3.1 Среда разработки и инструменты

Чтобы завершить эту часть проекта, в этом проекте используется язык *Python*, инструмент *PyQt5* для разработки графического интерфейса и инструмент *OpenCV* для выполнения таких задач, как обнаружение мяча и оптимизация изображения.

### 3.2 Дизайн графического интерфейса

Чтобы предоставить пользователям лучший интерактивный опыт, необходимо разработать графический интерфейс, чтобы пользователи могли выбирать камеру в графическом интерфейсе, подключать и закрывать последовательный порт, регулировать цвет света, включение и выключение, яркость, и т. д., и может интуитивно видеть результаты обнаружения. , когда результат обнаружения ненормальный, вы также можете вручную изменить параметры для настройки изображения, чтобы изображение выделяло больше функций, которые необходимо обнаружить, чтобы достичь цель точного обнаружения мяча[12].

Полный графический интерфейс показан на рисунке 21.



Рисунке 21 – Полный графический интерфейс

### 3.3 Разработка инструментов последовательного порта

На рисунок 22 показана блок-схема программы для открытия последовательного порта.

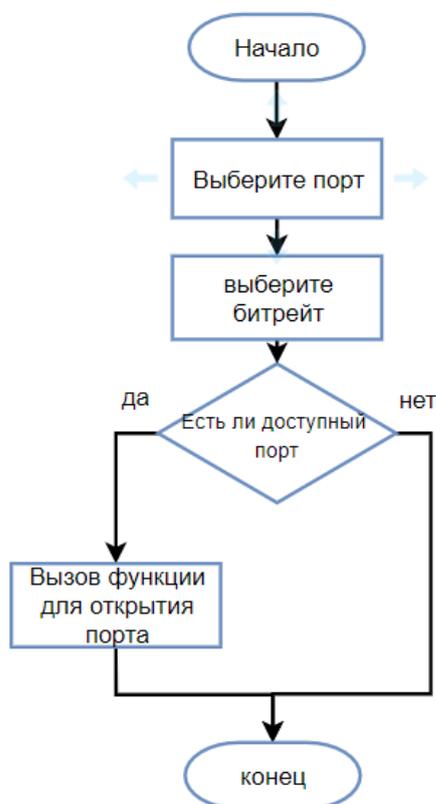
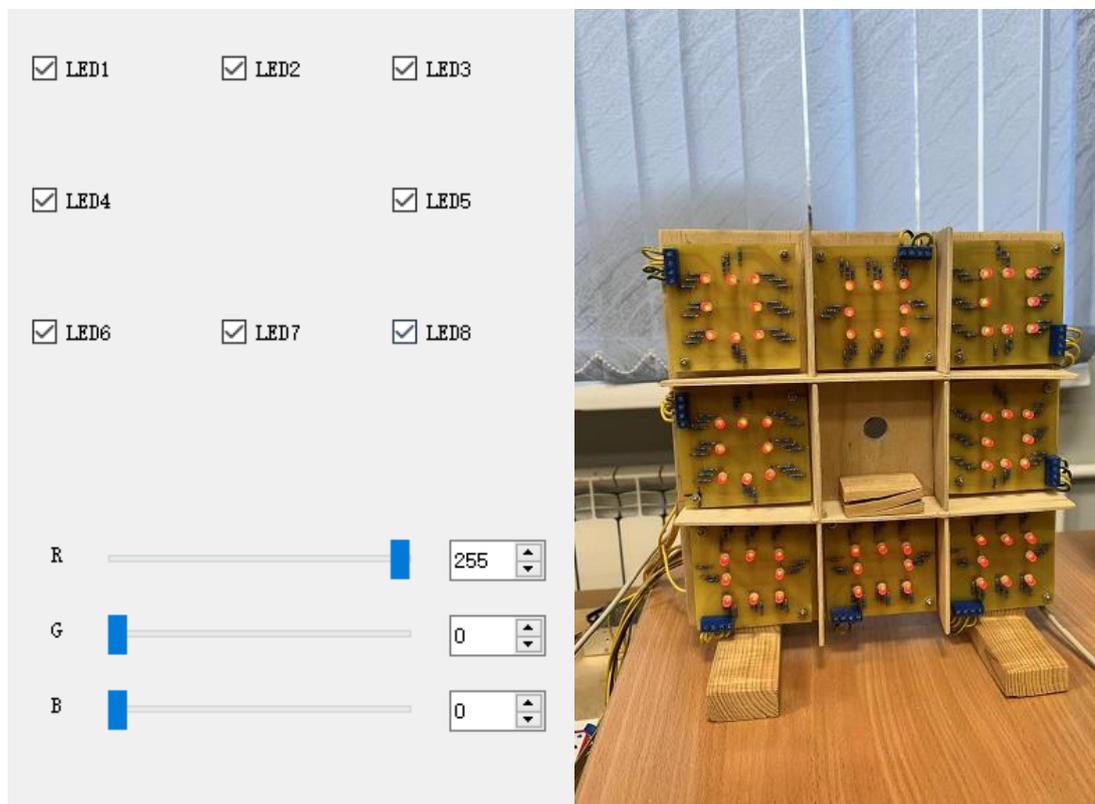


Рисунок22 – Блок-схему программы

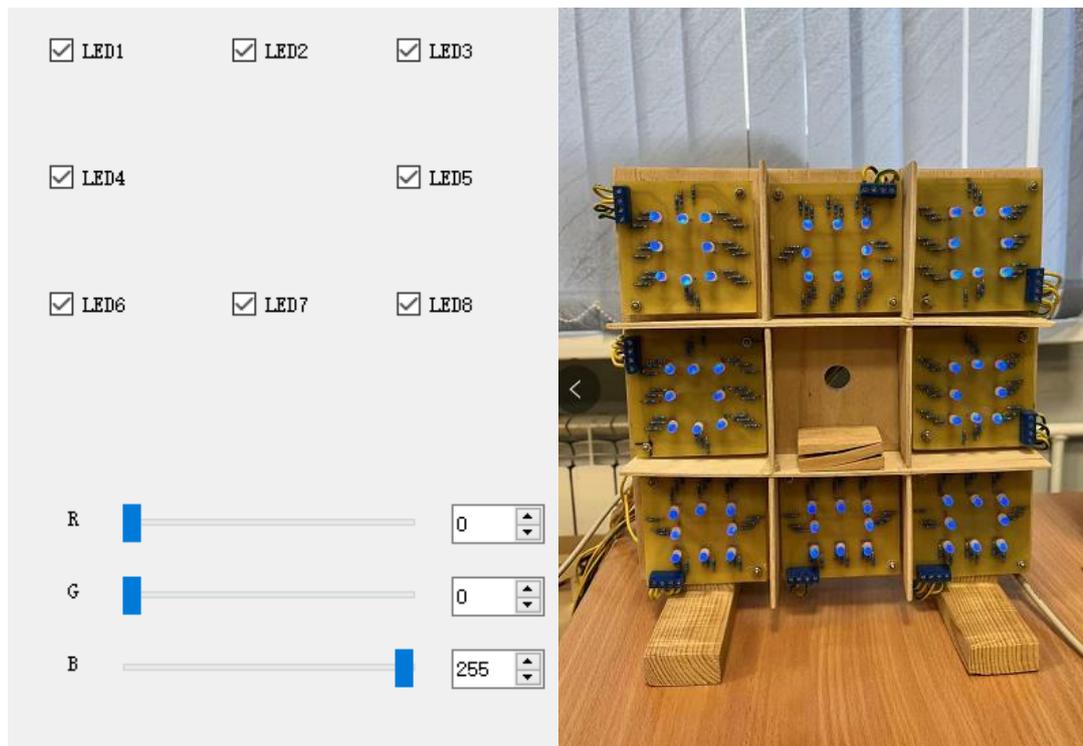
В этой конструкции “COM 1-9” разработан в раскрывающемся списке выбора последовательного порта, всего 9 последовательных портов. В выпадающем списке битрейтов установите "300", "1200", "2400", "9600", "14400", "19200", "38400", "115200", всего 8 часто используемых битрейтов. Когда пользователь выбирает номер последовательного порта и скорость передачи данных в графическом интерфейсе, нажмите кнопку «Открыть последовательный порт», программа вызовет функцию для открытия последовательного порта и вызовет номер последовательного порта и скорость передачи данных, выбранные пользователем, если последовательный порт и компьютер подключены, соединение последовательного порта выполнено успешно. Если вы нажмете кнопку «закрыть последовательный порт», будет вызвана функция закрытия последовательного порта, чтобы очистить состояние соединения.

После подключения вы можете настроить включение / выключение светового модуля или цвет с помощью флажков и перетаскивания полос в графическом интерфейсе. Как показано на рисунке 23, все световые модули горят красным цветом.



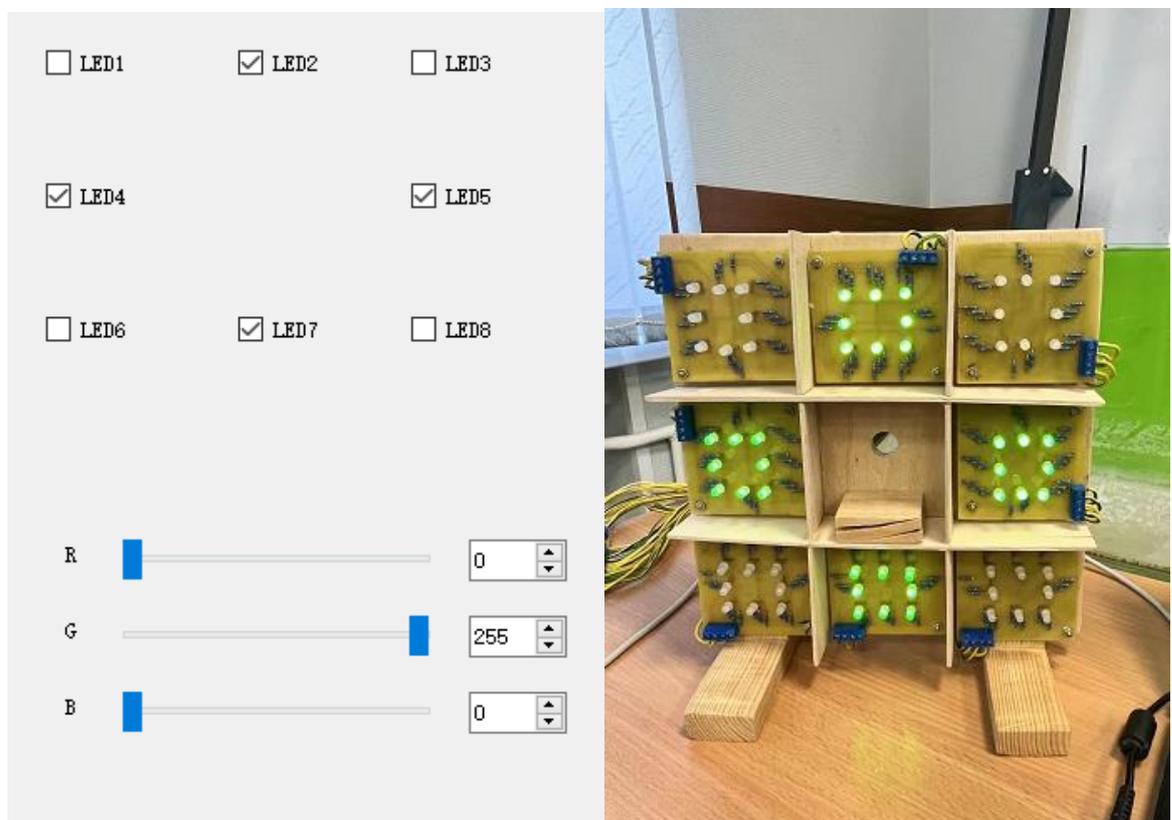
Рисунке 23 – Все модули горят красным цветом

Как показано на рисунке 24, все световые модули горят синим цветом.



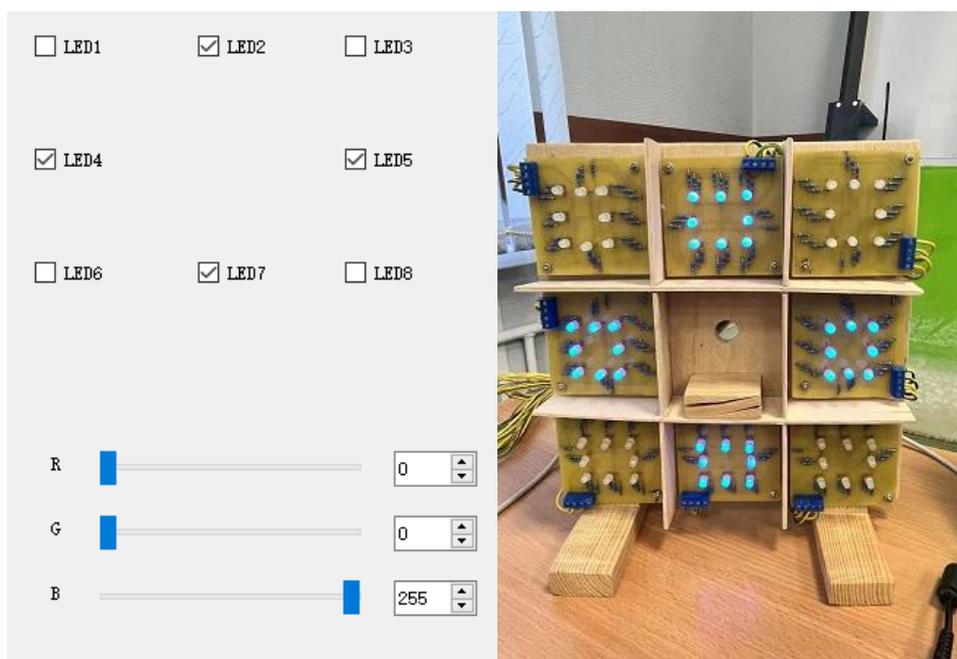
Рисунке 24 – Все модули горят синим цветом

Как показано на рисунке 25, некоторые световые модули горят зелёным цветом.



Рисунке 25 – Несколько модули горят зелёным цветом

Как показано на рисунке 26, некоторые световые модули горят синим цветом.



Рисунке 26 – несколько модули горят синим цветом

### 3.4 Исследование алгоритма подводного обнаружения мяча и алгоритма оптимизации изображения

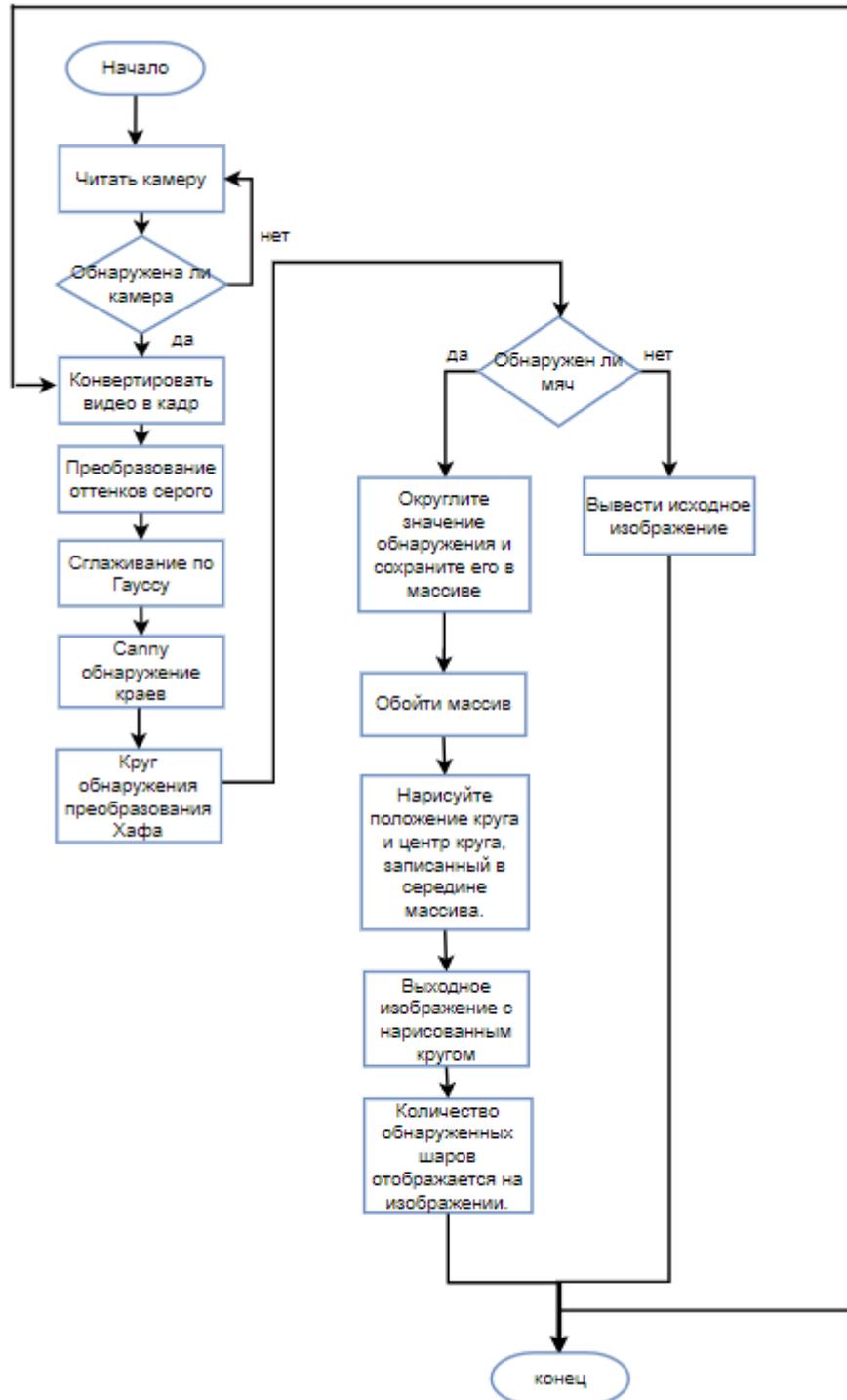
Целью части распознавания изображений в этой конструкции является предоставление компьютеру возможности захватывать изображение через камеру, идентифицировать шары на видео, измерять количество шаров и находить положение шаров.

Для выполнения задачи в этой конструкции для написания программ используется язык программирования *Python*[13]. Программа использует фильтрацию Гаусса, обнаружение краев и другие технологии для завершения части обработки изображения, а также использует метод обнаружения Хафа, чтобы определить, есть ли в сгенерированном видео маленькие шарики. И разработал способ вывода разных видео, когда мяч найден или нет.

Чтобы справиться с деформацией растяжения мяча из-за преломления воды или плохим качеством изображения, вызванным такими факторами, как световое загрязнение, в этой конструкции используется метод расширения

изображения и коррозии, чтобы выделить характеристики мяча для улучшения точность распознавания.

Чтобы завершить разработку алгоритма обнаружения, разработана блок-схема алгоритма, показанная на рисунке 27.



Рисунке 27 – Блок-схема алгоритма

### 3.4.1 Сделать изображение в градациях серого

Во-первых, нужно преобразовать многоканальное изображение в одноканальное, что требует использования преобразования оттенков серого.[14]

Изображение состоит из матрицы пикселей, и когда мы работаем с изображением, мы работаем с матрицей пикселей изображения. Нам нужно только найти положение этого пикселя в этой матрице пикселей, например,  $x$ -й строки и  $y$ -го столбца. Таким образом, положение этого пикселя в этой матрице пикселей можно выразить как  $(x, y)$ .

В то же время, поскольку цвет пикселя обычно включает три компонента  $R$ ,  $G$  и  $B$ , которые отображают три цвета: красный, зеленый и синий соответственно, оттенки серого - это процесс создания  $R$ ,  $G$  и  $B$  компоненты цветного изображения равны. Каждый пиксель в изображении в градациях серого имеет только один образец цвета, а его оттенки серого представляют собой многоуровневую глубину цвета между черным и белым. Пиксели с большими значениями оттенков серого ярче, и наоборот. Максимальное значение пикселя - 255 (представляет белый), а минимальное значение пикселя - 0 (представляет черный цвет)[15].

Чтобы завершить преобразование оттенков серого, вам необходимо использовать следующую команду:

```
grey_img = cv.cvtColor(frame, cv.COLOR_BGR2GRAY)
```

Эта метод использует функцию *cvtColor* для преобразования изображения  $RGB$  в изображение в оттенках серого. Как показано на рисунок 28–29, преобразуйте трехканальное изображение  $RGB$  в одноканальное изображение в градациях серого.



Рисунок 28 – Цветное изображение *RGB*



Рисунок 29 – Одноканальное изображение в оттенках серого

### 3.4.2 Гауссова фильтрация

Чтобы сделать изображение более гладким, в этом проекте используется фильтрация по Гауссу, чтобы отфильтровать некоторые высокочастотные шумы в изображении после того, как изображение станет серым.

Гауссова фильтрация выполняется на изображении, которое является средневзвешенным в соответствии с определенными правилами параметров в соответствии со значением серого пикселя, подлежащего фильтрации, и соседних с ним точек. Это может эффективно отфильтровать высокочастотный шум, наложенный на идеальное изображение.

Обычно, хотя другие фильтры могут подавлять шум, они размывают края изображения, что увеличивает неопределенность позиционирования краев, а если необходимо повысить чувствительность обнаружения краев, то также

улучшается чувствительность к шуму.[16] Практический инженерный опыт показывает, что ядро, определяемое функцией Гаусса, может обеспечить лучший компромисс между помехоустойчивостью и точной локализацией путем обнаружения границ. Это называется фильтрацией изображений по Гауссу.

### 3.4.3 *Canny* обнаружение краев

Чтобы выделить полезные функции изображения, в этом проекте используется метод обнаружения краев для определения эффективных краев изображения.

*John Canny* предложил оператор «*Canny*» в 1986 году, который аналогичен методу обнаружения границ Марра (*LoG*), а также относится к методу сначала сглаживания, а затем производной[17].

Край изображения относится к той части, где значительно изменяется яркость локальной области изображения. Контур области в градациях серого обычно можно рассматривать как шаг, то есть из одного значения градаций серого в небольшом буфере. Значение серого резко меняется, а степень сильно варьируется. Краевая часть изображения концентрирует большую часть информации об изображении. Определение и извлечение краев изображения важно для идентификации и понимания всей сцены изображения. Это также важная функция, от которой зависит сегментация изображения. Обнаружение краев - это в основном измерение, обнаружение и локализация изменений оттенков серого изображения. С тех пор, как обнаружение краев было предложено в 1959 году, после более чем 50 лет разработки появилось множество различных методов обнаружения краев.

Основная идея алгоритма «*Canny*» состоит в том, чтобы найти положение самого сильного изменения интенсивности серого на изображении. Так называемое самое сильное изменение относится к направлению градиента. Используйте оператор Собеля, чтобы вычислить первые производные в горизонтальном и вертикальном направлениях на сглаженном изображении. Найдите градиент и направление границы по двум картам градиентов, полученным по следующей формуле. Направление градиента обычно всегда

перпендикулярно границе. Направления градиента сгруппированы в четыре категории: вертикальные, горизонтальные и две диагонали.[18]

$$Edge\_Gradient(G) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$Angle(\theta) = \tan^{-1}\left(\frac{G_x}{G_y}\right)$$

После получения направления и величины градиента следует выполнить сканирование всего изображения, чтобы удалить те точки, которые не находятся на границе. Проверьте каждый пиксель, чтобы увидеть, является ли градиент в этой точке самым большим среди окружающих точек с тем же направлением градиента. Как показано на рисунке 30.

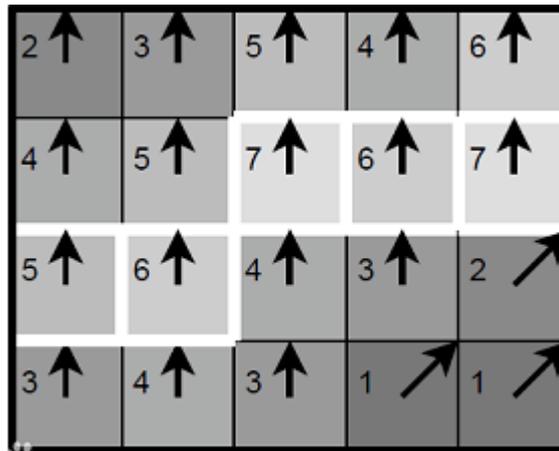


Рисунок30 – Извлечение края

В это время необходимо установить два порога: *minVal* и *maxVal*. Когда градиент серого изображения выше *maxVal*, он считается истинной границей, а границы ниже *minVal* отбрасываются. Если она находится между ними, то это зависит от того, соединена ли эта точка с определенной граничной точкой, которая определяется как реальная граничная точка. Если да, то она считается граничной точкой, а если нет, то отбрасывается.

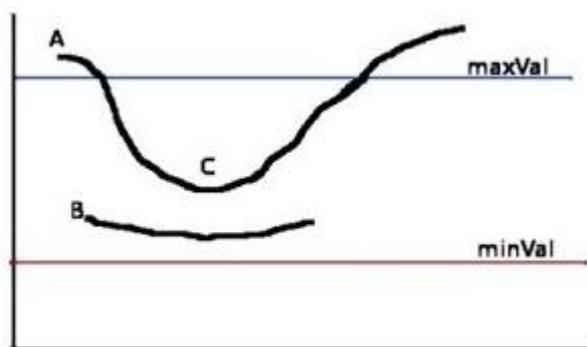


Рисунок31 – Двойной порог

График результатов обнаружения краев показан на рисунке 32.



Рисунок32 – График результатов обнаружения краев

#### 3.4.4 Обнаружение мяча

Чтобы завершить обнаружение мяча, в этом проекте используется преобразование круга Хафа в методе преобразования Хафа.

Преобразование Хафа — это метод выделения признаков при обработке изображений, который позволяет получить набор, соответствующий определенной форме, в результате преобразования Хафа путем вычисления локального максимального значения накопленного результата в пространстве параметров. Чтобы быстро идентифицировать круги и линии в видеоданных, очень эффективным методом является преобразование Хафа.

В случае прямолинейного преобразования Хафа необходимы два параметра для определения полярных координат, но для обнаружения круга необходимы три параметра: две координаты центра  $x$ ,  $y$  и радиус  $r$  круга. Основным принципом преобразования круга Хафа в основном аналогичен преобразованию линии Хафа, за исключением того, что двумерное пространство полярного диаметра и полярного угла, соответствующее точке, заменяется трехмерной центральной точкой  $x$ ,  $y$  и радиусом  $r$  пробел. Это означает, что требуется большой объем памяти, и эффективность выполнения будет очень низкой, а скорость будет очень низкой[19].

Известное уравнение кривой в координатном пространстве также может установить соответствующее ему пространство параметров. Таким образом, точка в пространстве координат изображения может быть сопоставлена с соответствующей кривой траектории или криволинейной поверхностью в пространстве параметров. Если кривая или поверхность, соответствующая каждой точке разрыва в пространстве параметров, может пересекаться, можно найти максимальное значение пространства параметров и соответствующий параметр; если кривая или поверхность, соответствующие каждой точке разрыва в пространстве параметров, не могут пересекаться, точка разрыва не соответствует известной кривой.

Когда преобразование Хафа используется для обнаружения кривой, наиболее важным является запись формулы преобразования из пространства координат изображения в пространство параметров.

Например, для известного уравнения круга общее уравнение его прямоугольных координат выглядит следующим образом:

$$(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$$

Среди них  $(a, b)$  - координаты центра круга, а  $r$  - радиус круга. Тогда пространство параметров может быть выражено как  $(a, b, r)$ , а круг на изображении координатное пространство соответствует точке в пространстве параметров. Конкретный расчет аналогичен описанному выше методу, за исключением того, что массив-накопитель является трехмерным  $A(a, b, r)$ .

Процесс вычисления заключается в увеличении  $a$ ,  $b$  в пределах диапазона значений и поиске значения  $r$ , которое удовлетворяет приведенной выше формуле. Каждый раз, когда вычисляется значение  $(a, b, r)$ , соответствующий элемент массива  $A(a, b, r)$  Добавьте 1. После расчета значения  $a$ ,  $b$  и  $r$ , соответствующие наибольшему найденному  $A(a, b, r)$ , являются параметрами искомого круга. Как и обнаружение прямой линии, обнаружение кривой также может быть рассчитано в форме полярных координат.

После обнаружения краев и получения двоичного изображения в *OpenCV* используется функция *HoughCircles* для обнаружения кругов на изображении.

В экспериментальной среде самое дальнее расстояние распознавания составляет  $35\text{CM}$ , а самое короткое расстояние —  $20\text{CM}$ . Этот дизайн будет проверять точность распознавания в пределах этого интервала. На рисунках 33–36 показаны результаты идентификации маленьких шариков на разных расстояниях в условиях яркого освещения.

35CM:

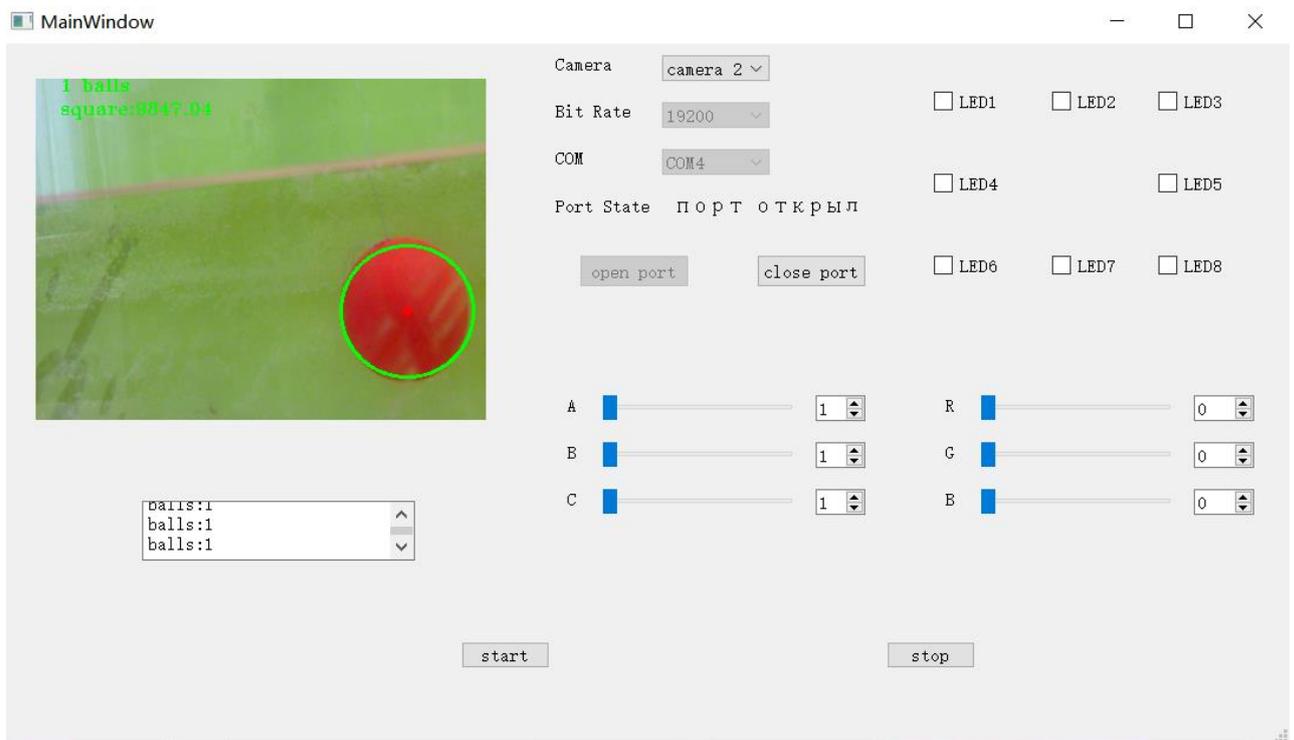


Рисунок 33 – Обнаружение мяча(яркой,35CM)

30CM:

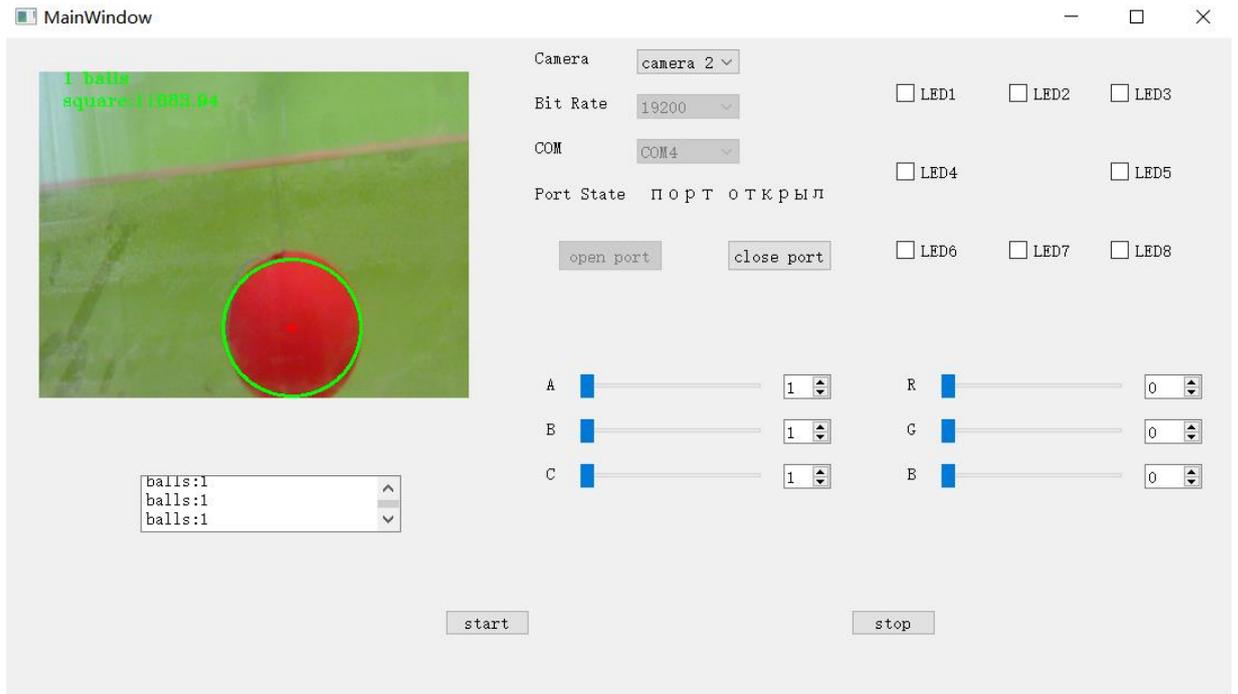


Рисунок 34 – Обнаружение мяча(яркой,30CM)

25CM:

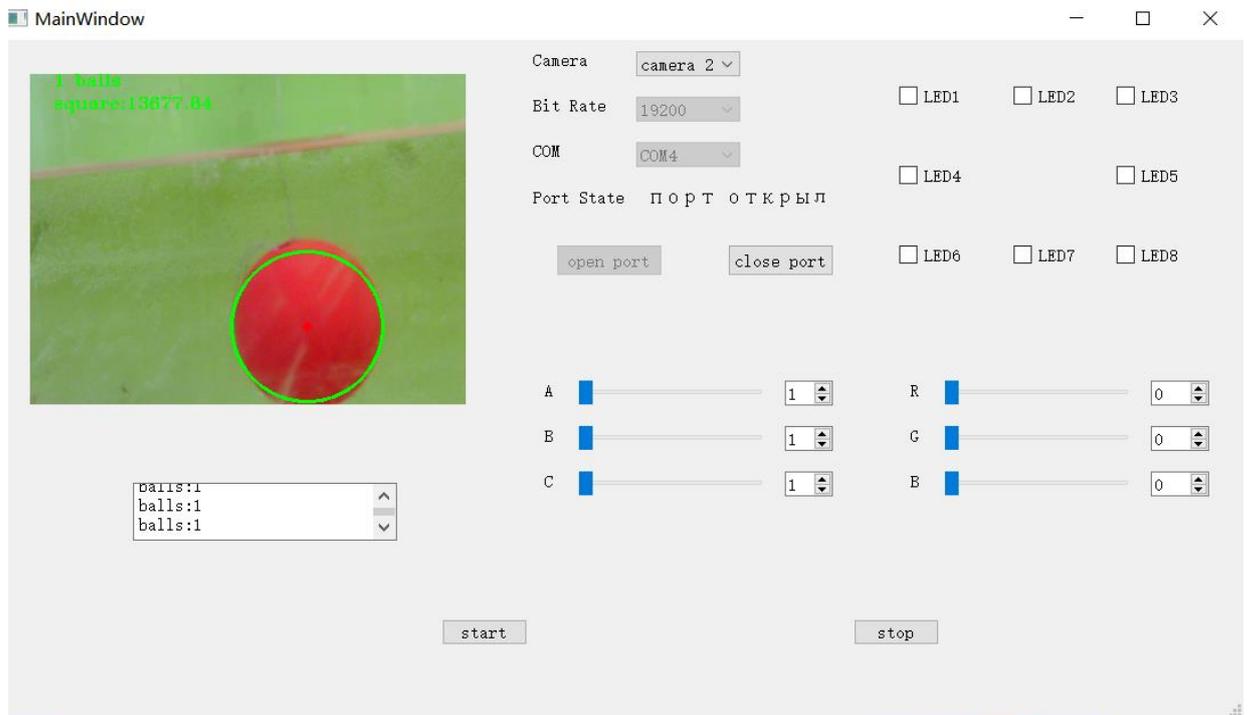


Рисунок 35 – Обнаружение мяча(яркой,25CM)

20CM:



Рисунок 36 – Обнаружение мяча(яркой,20CM)

Можно видно, что в условиях яркого освещения положение мяча в воде можно точно определить без включения света и, как правило, без коррекции параметров изображения.

Однако при приближении к поверхности воды под действием поверхностного натяжения воды возникает чрезмерное преломление, сильно меняющее форму сферы. Как показано на рисунке 37, из-за чрезмерного преломления форма сферы больше похожа на эллипс, что приводит к ложному обнаружению. Часть оптимизации изображения в этом дизайне эффективно решит эту проблему.

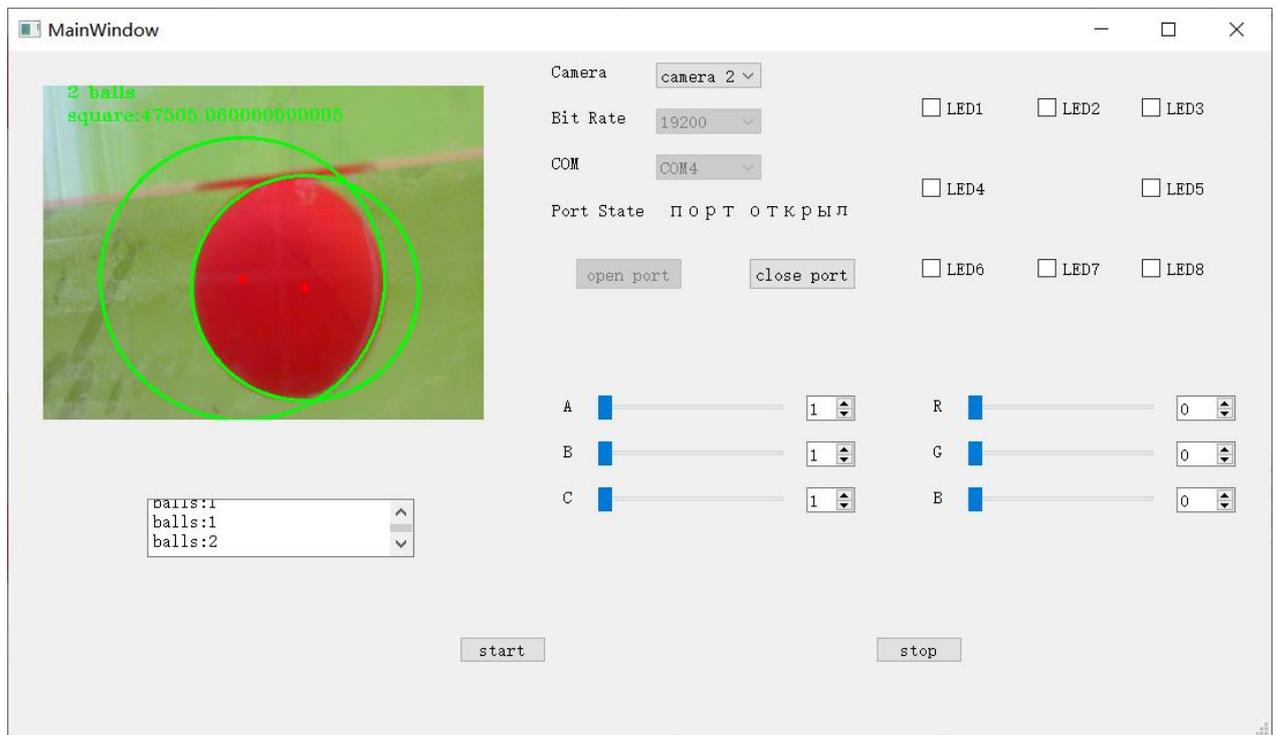


Рисунок 37 – Изображение чрезмерно искажено

Затем тест на обнаружение проводился в темноте. Как показано на рисунке 38, в темноте практически невозможно увидеть, где находится мяч, и невозможно найти характеристики мяча для идентификации.

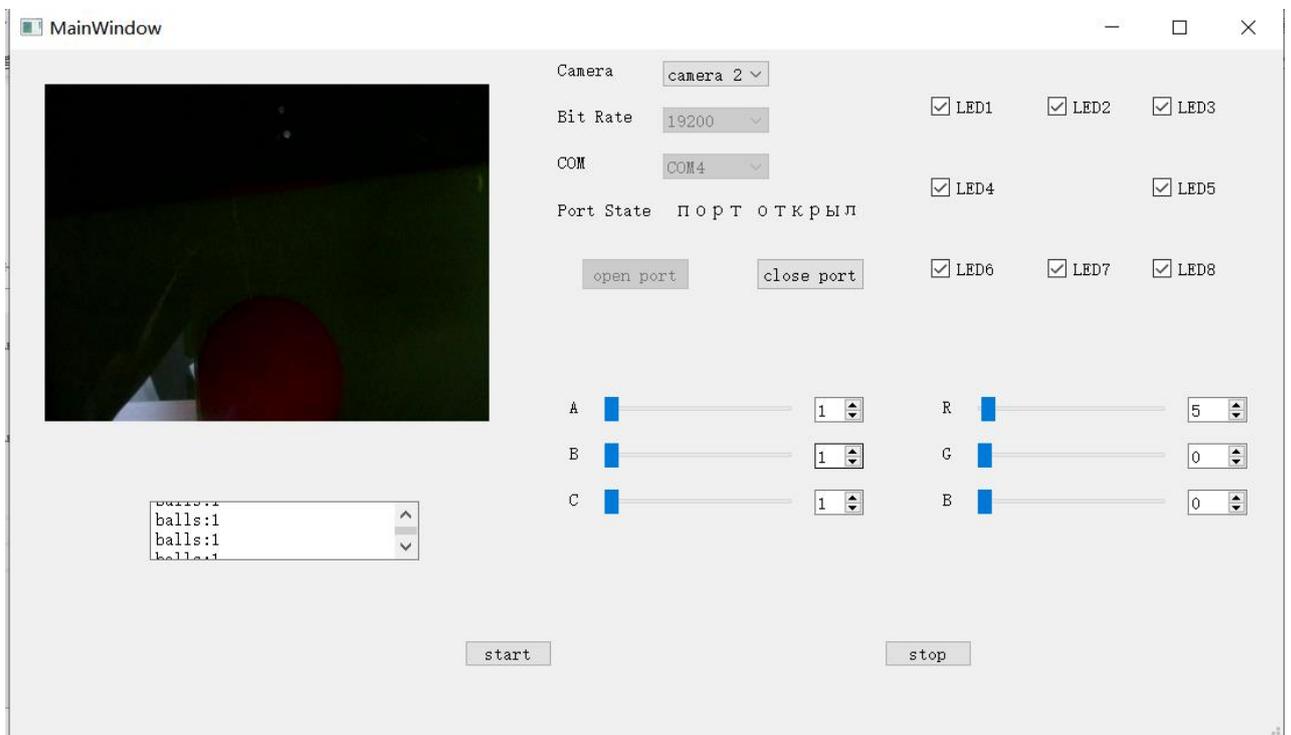


Рисунок 38 – Обнаружение мяча(тёмный, 20CM)

В настоящее время необходимо использовать систему освещения в этом дизайне. В тесте система освещения будет настроена отдельно для отображения трех разных цветов: красного, зеленого и синего. На рисунках 39–41 соответственно показано распознавание при различном цветовом освещении.

### Красный свет:

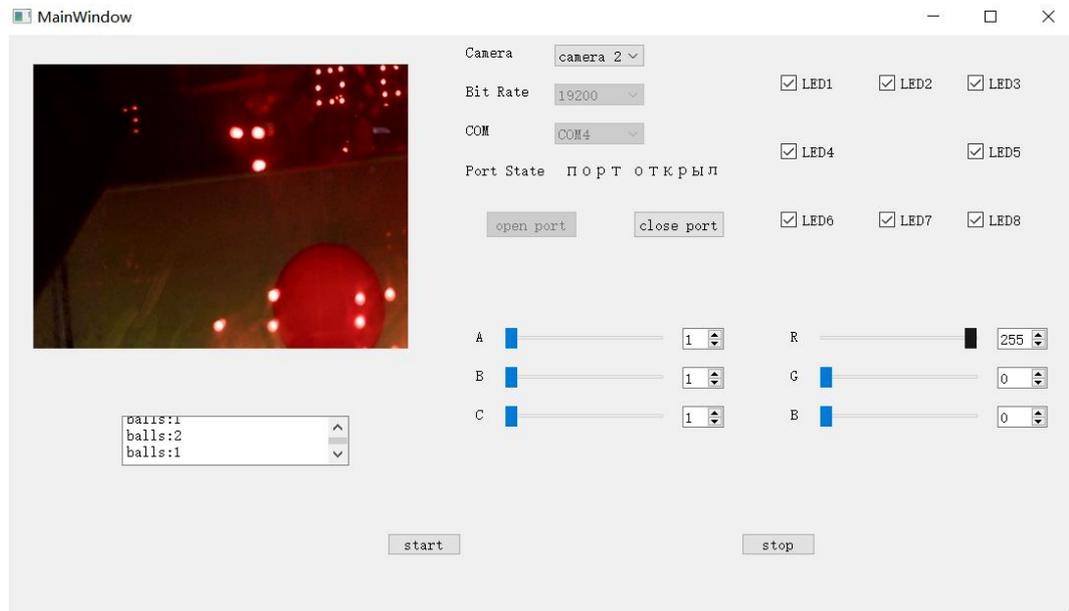


Рисунок 39 – Использовать красный свет

### Зелёный свет:



Рисунок 40 – Использовать зеленый свет

## Синий свет:

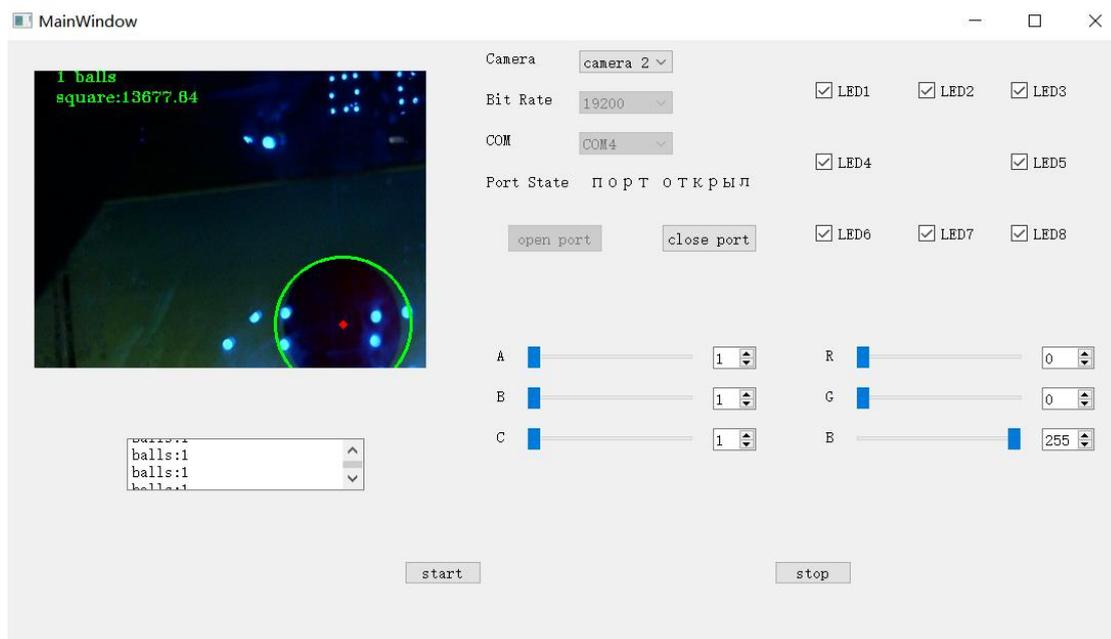


Рисунок 41– Использовать синий свет

Из результатов видно, что, поскольку в эксперименте использовался красный шар, красный источник света не мог выделить положение шара.

Источник синего света может определить положение мяча, но из-за плохой яркости синего света его часто невозможно обнаружить.

Зеленый источник света ярче, но из-за того, что он слишком яркий, на стеклянном контейнере создается большее количество источников света, что приводит к большему количеству ошибок в результатах обнаружения. Поскольку часть оптимизации изображения в этой конструкции может эффективно решить эту проблему, в этой конструкции выбирается более яркий источник зеленого света для последующих экспериментов по обнаружению.

### 3.4.5 Алгоритма оптимизации изображения

Чтобы решить проблему плохого качества изображения, вызванного водой, светом и другими факторами, в этом дизайне предусмотрена полоса перетаскивания в графическом интерфейсе, которая может вручную регулировать степень расширения и коррозии изображения, чтобы выделить характеристики мяча. и повысить точность распознавания мяча.

Чтобы понять расширение и эрозию бинарных изображений просто, эрозия — это удаление некоторых пикселей на границе объекта, то есть

уменьшение белой области, а расширение — это добавление пикселей к границе объекта на изображении. то есть сделать белую область толще последнего круга[20]. Размер этого «круга» задается параметрами. В таблице ниже показаны результаты алгоритмов расширения и эрозии изображения. Видно, что расширение делает белую область больше, и если в белой области есть меньшая черная дыра, то дыра заполняется.

### Коррозия изображений

Коррозия — это процесс устранения граничных точек и сжатия границы внутрь. Может использоваться для устранения мелких и бессмысленных объектов. На рисунке 42 левая часть — это обрабатываемое изображение  $X$  (бинарное изображение), а середина — структурный элемент  $B$ , то есть позиция текущего элемента обработки. Похожая концепция была у нас и при введении операции шаблона. Метод коррозии заключается в сравнении одной за другой центральной точки  $B$  с точками на  $X$ . Если все точки на  $B$  находятся в пределах диапазона  $X$ , точка сохраняется, в противном случае точка удаляется: правая сторона является результатом после коррозии. Можно видеть, что он все еще находится в пределах исходного  $X$  и содержит меньше точек, чем  $X$ , как если бы  $X$  был размыт.

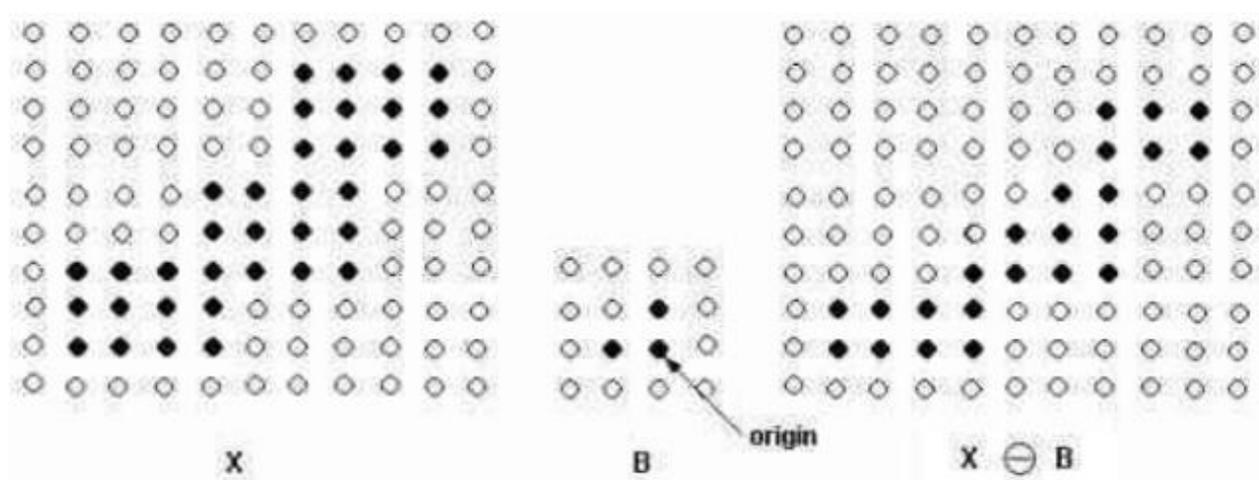


Рисунок 42 – Коррозионная эксплуатация

### Расширение изображения

Расширение можно рассматривать как двойную операцию эрозии, и ее определение таково:  $Ba$  получается путем переноса структурирующего элемента

В на а. Если  $Ba$  попадает в  $X$ , мы записываем точку а. Множество всех точек а, удовлетворяющих вышеуказанным условиям, называется результатом раздувания  $X$  с помощью  $B$ . Формула выражается как:  $D(X)=\{a \mid Ba \uparrow X\}=X+B$ , как показано на рисунке 43. На рисунке  $X$  — это объект, который нужно обработать, а  $B$  — структурный элемент. В любой точке заштрихованной части  $Ba$  попадает в  $X$ , поэтому результатом расширения  $X$  с помощью  $B$  является эта заштрихованная часть. Заштрихованная область включает всю протяженность  $X$ , как если бы  $X$  расширился вокруг.

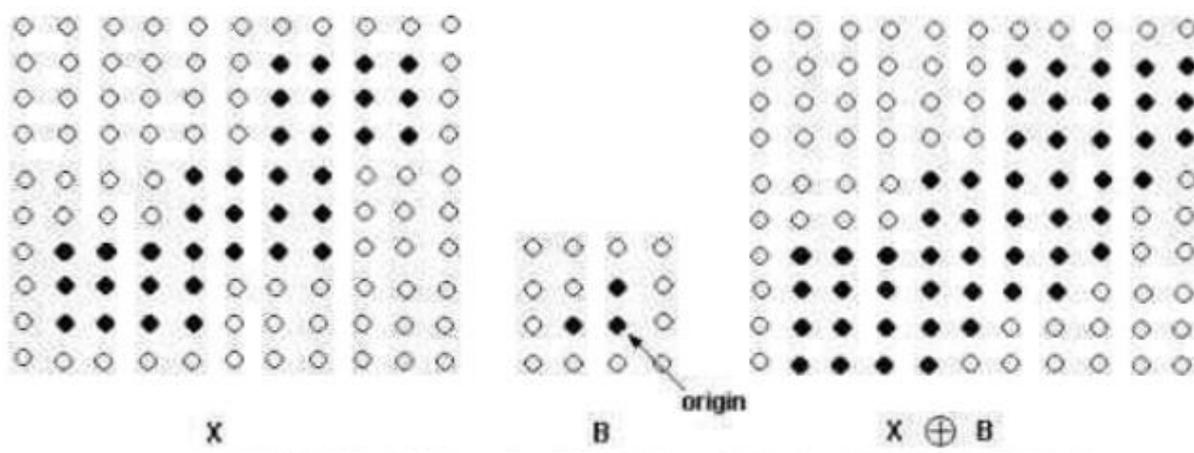


Рисунок43 – Расширенная эксплуатация

В этом проекте путем создания ядра расширения и ядра эрозии и вызова связанных функций реализуются операции расширения и операции эрозии изображения, а операции открытия и закрытия изображения также могут быть реализованы путем регулировки перетаскивания. бар и изображение после эрозии Расширение на основе или эрозия на основе расширенного изображения может лучше устранить чрезмерный шум и выделить характеристики целевого шара, которые не особенно очевидны, чтобы достичь цели точного определения мяча.

На рисунке 44–45 показано, что этот алгоритм оптимизации оптимизирует и исправляет проблему чрезмерного преломления изображения, вызванного поверхностным натяжением воды в предыдущей главе, и завершает задачу точного обнаружения мяча.

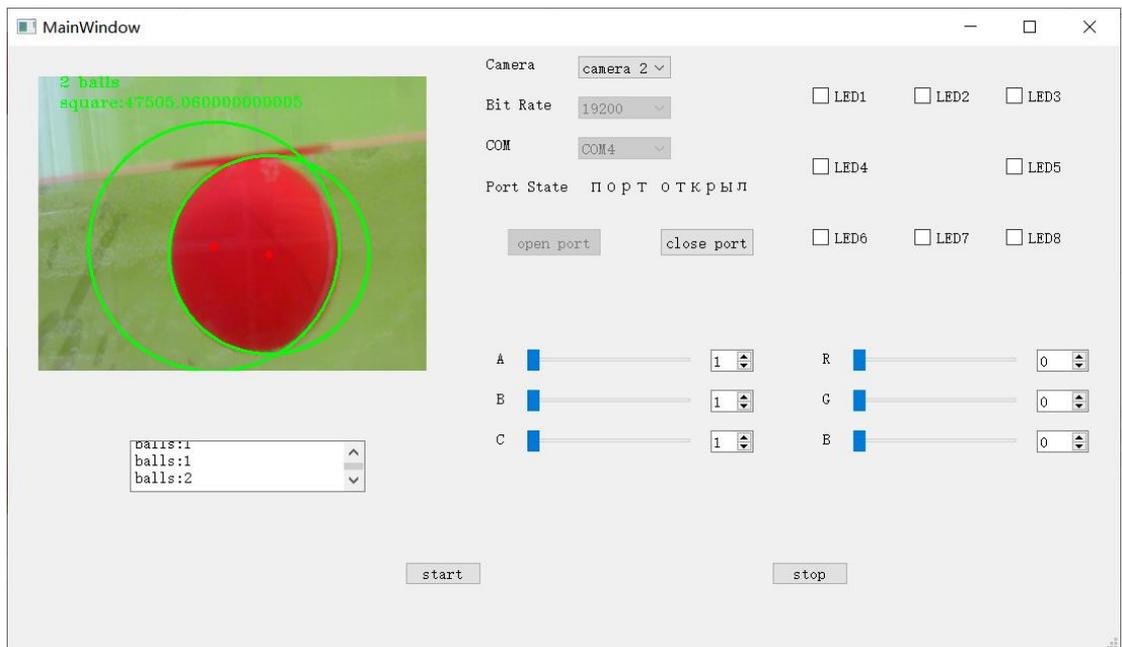


Рисунок 44 – Обнаружение мяча (без оптимизирован, ошибка)

Отрегулируйте степень расширения и коррозии изображения, изменив полосу перетаскивания, и точно определите мяч в видео.

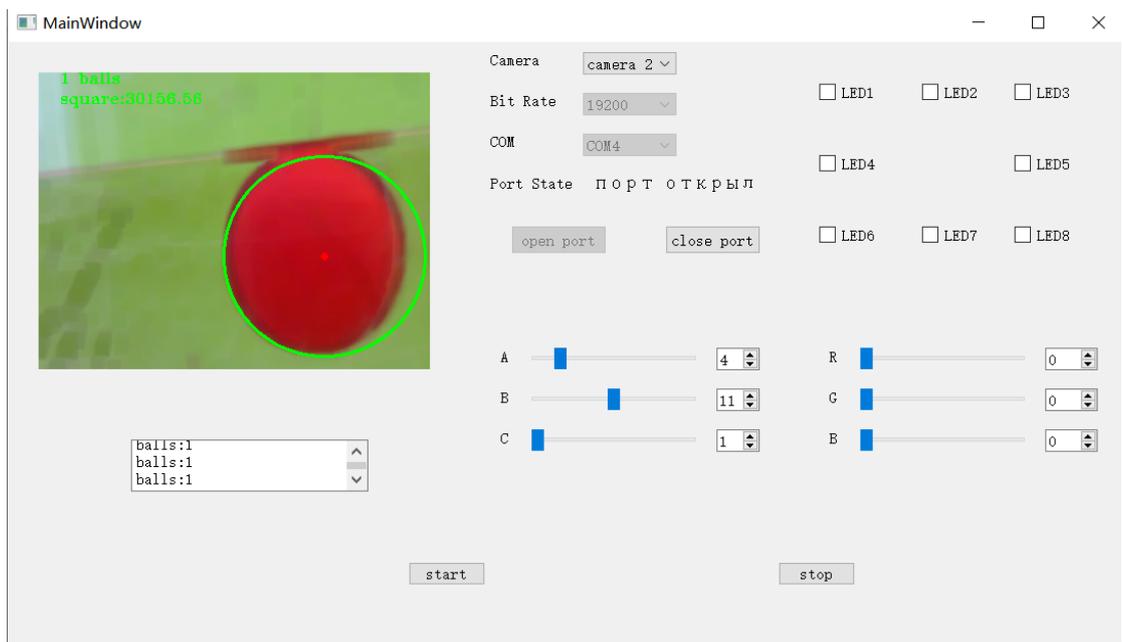


Рисунок 45 – Обнаружение мяча (Оптимизирован, точно)

Кроме того, в предыдущей главе под воздействием света путаница изображения вызывала ошибки обнаружения, которые также могут быть решены этим методом оптимизации. Как показано на рисунок 46–47, путем регулировки степени расширения и коррозии изображения для фильтрации света, отраженного стеклом, мяч на видео точно определяется.



Рисунок 46 – Обнаружение мяча (без оптимизирован, ошибка)

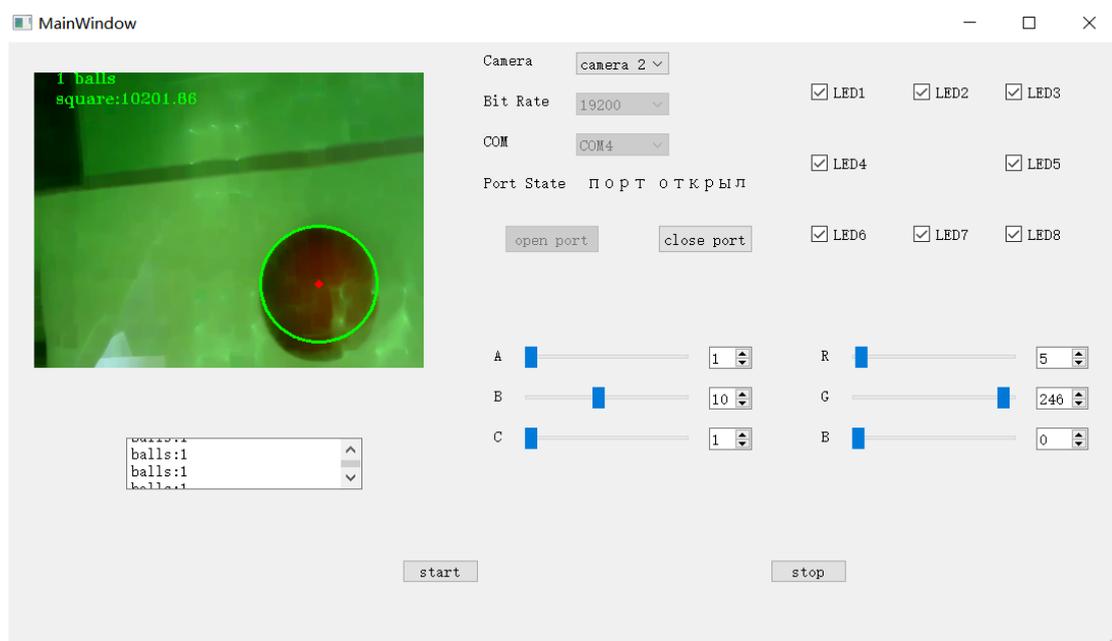


Рисунок 47 – Обнаружение мяча (Оптимизирован, точно,35CM)

После настройки параметров оптимизации конструкция проверила результаты обнаружения на разных расстояниях при зеленом свете, и результаты испытаний показаны на Рисунке 48–50.

20CM:

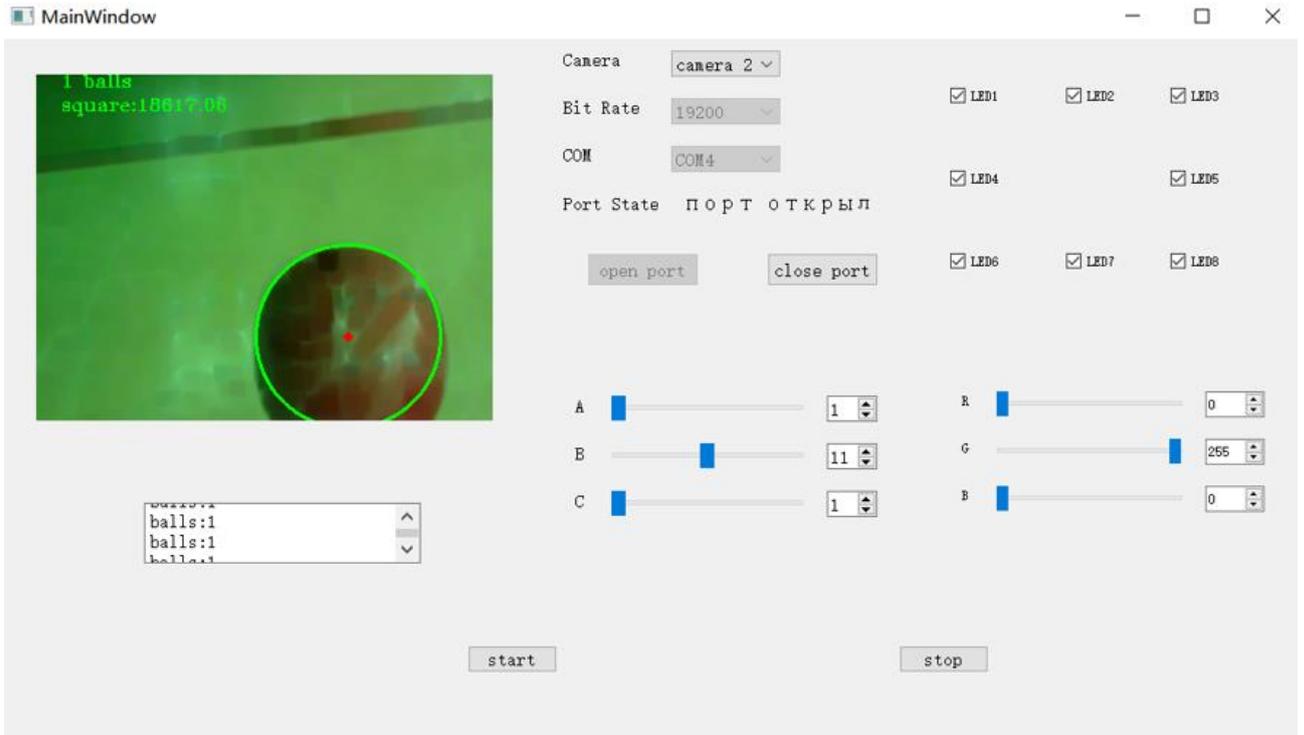


Рисунок 48 – Обнаружение мяча (Оптимизирован, точно,20CM)

25CM:

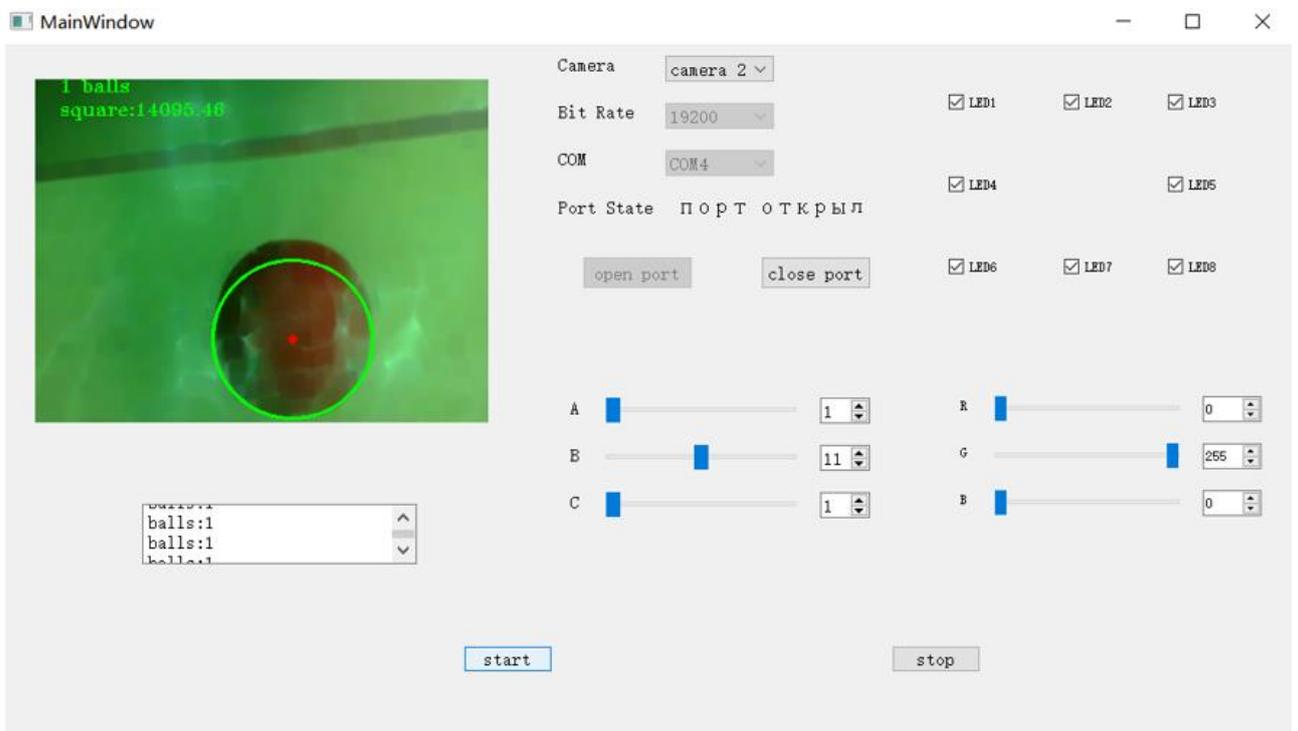


Рисунок 49 – Обнаружение мяча (Оптимизирован, точно,25CM)

30CM:

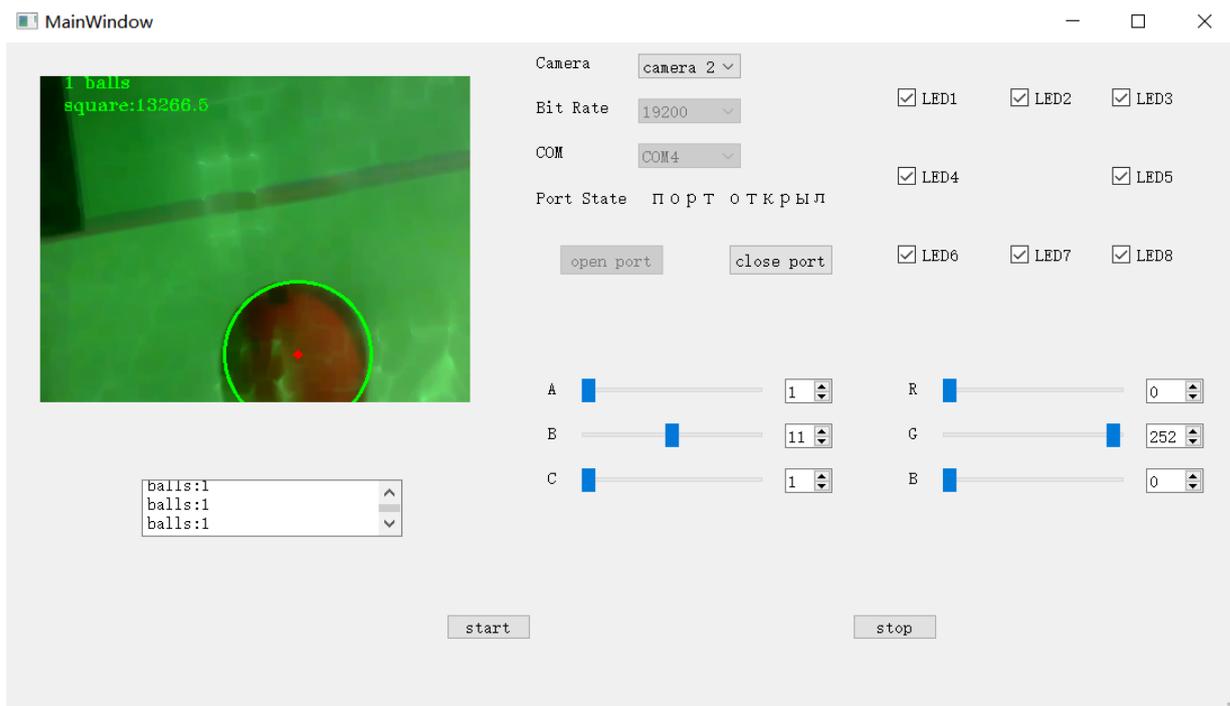


Рисунок 50 – Обнаружение мяча (Оптимизирован, точно,30CM)

Из экспериментальных результатов видно, что после настройки параметров для оптимизации изображения можно полностью отфильтровать влияние таких шумов, как растяжение поверхности воды и отражение света на изображение, и цель точного обнаружения мяча в различные среды, такие как свет и тусклый достигается.

## **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью данного раздела является определение сравнительной эффективности проекта. Задачи раздела: оценить коммерческий потенциал, альтернативы проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также представить план и сформировать бюджет научных исследований, определить ресурсную (ресурсосберегающую), финансовую исследования.

### **4.1 Предпроектный анализ**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследований**

В ходе выполнения данной дипломной работы был разработан стенда для изучения систем технического зрения для подводной среды. Основная задача стенда — точно определить количество и положение подводных шаров в различных подводных средах, таких как яркое и темное, и разработать графический интерфейс для управления параметрами изображения, снятого камерой, и настроить интенсивность и цвет света. Этот стенд позволяет проводить необходимые эксперименты в классе без использования водоема. Алгоритмы также могут использоваться для подводных операций, когда люди могут выполнять определенные опасные поиски вместо людей.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и сегментировать его. Основным рынком сбыта данной разработки является рынок образовательных киосков и подводных роботов, требующих подводной идентификации. Мы сегментируем ключевые рынки на основе следующих критериев: тип и масштаб учебных заведений, и промышленное использование. Анализ рынка основан на следующих компаниях: «*National Instruments*», «*Dobot*», «Учтех-Профи». Результаты представлены в таблице 8 и 9.

Таблица 8 – Карта сегментирования рынка

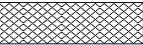
Направление деятельности		Мехатроника и робототехника	Автоматизация технологических процессов	Электроника	Промышленный дизайн
Тип образовательного учреждения	ВУЗ	  	  	 	
	Колледж	 			
	Школа				

Таблица 9 – Карта сегментирования рынка

Направление деятельности	Стенд технологий технического зрения	Стенд системы управления
Тип промышленного использования	 	  

 – «National Instruments»

 – «Dobot»

 – «Учтех-Профи»

Согласно карте сегментирования рынка, самыми занятыми секторами рынка являются направления «Мехатроника и робототехника» и «Автоматизация технологических процессов» для высших учебных заведений. Самыми незанятыми секторами являются стенды для школ, так как направления достаточно сложные и требуют специальных знаний, которые в школе не преподаются.

Для текущего проекта основными сегментами является направление «Мехатроника и робототехника» для высших учебных заведений и колледжей. В дальнейшем возможен переход на сегмент для школ, так как данный сегмент имеет меньшую загруженность.

Кроме того, на промышленном рынке, несмотря на то, что существует много конкурентов в области технологий технического зрения, поскольку это совершенно новое направление, не так много стенды для технологий технического зрения, которые действительно можно использовать в промышленности, поэтому эта конструкция также имеет отличные характеристики. преимущества доступ к этой части рынка.

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 10. В качестве конкурентов выбраны «National Instruments» и «Dobot».

Таблица 10 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Разрабатываемый стенд	«National Instruments»	«Dobot»	Разрабатываемый стенд	«National Instruments»	«Dobot»
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Удобство в эксплуатации	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
Функциональная мощность	0,14	5	4	5	0,7	0,56	0,7
Качество изображений	0,14	4	5	4	0,56	0,7	0,56
Быстродействие	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33
Безопасность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4

Продолжение таблицы 10

Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
Конкурентоспособность	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48
Цена	0,15	5	3	3	0,75	0,45	0,45
Уровень проникновения на рынок	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>4,33</b>	<b>3,84</b>	<b>3,98</b>

По результатам оценочной карты разрабатываемый стенд набрал наибольшее количество баллов. Основными преимуществами стенда перед конкурентами является широкий функционал, удобство в эксплуатации и цена.

#### 4.1.3 SWOT анализ

SWOT-анализ – *Strengths* (сильные стороны), *Weaknesses* (слабые стороны), *Opportunities* (возможности) и *Threats* (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Его применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Первым этапом является описание сильных и слабых сторон проекта, а также в определении возможностей и угроз. Результаты первого этапа приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Матрица SWOT

<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Инновационность разработки.</p> <p>С2. Широкая функциональность.</p> <p>С3. Удобство в эксплуатации.</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Недостаток финансирования.</p> <p>Сл2. Низкий уровень проникновения на рынок.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Переход на другие сегменты рынка.</p> <p>В2. Расширение сферы предоставляемых услуг.</p> <p>В3. Увеличение спроса на данные стенды.</p>	<p>Угрозы:</p> <p>У1. Нестабильная экономическая ситуация в стране.</p> <p>У2. Прекращение финансирования данного проекта.</p>

Вторым этапом является выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивные матрицы проекта представлены в таблицах 12-15.

Таблица 12 – Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта

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

Таблица 13 – Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта

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

Таблица 14 – Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта

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

Таблица 15 – Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта

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

В рамках третьего этапа была составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая, которая представлена в таблице 16.

Таблица 16 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны:</b></p> <p>С1. Инновационность разработки.</p> <p>С2. Широкая функциональность.</p> <p>С3. Удобство в эксплуатации.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b></p> <p>Сл1. Недостаток финансирования.</p> <p>Сл2. Низкий уровень проникновения на рынок.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Переход на другие сегменты рынка.</p> <p>В2. Расширение сферы предоставляемых услуг.</p> <p>В3. Увеличение спроса на данные стенды.</p>	<p>Инновационность разработки может помочь перейти на другие сегменты рынка, а также со временем повысит спрос на данные стенды.</p> <p>Расширение функционала также может увеличить спрос.</p>	<p>Переход на другие сегменты рынка позволит лучше закрепиться на нем. А увеличение спроса позволит привлечь больше средств в данный проект.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Нестабильная экономическая ситуация в стране.</p> <p>У2. Прекращение финансирования данного проекта.</p>	<p>Увеличение конкурентоспособности за счет инновационности разработки позволит избежать прекращения финансирования.</p>	<p>Возможные будущие кризисы могут поспособствовать недостатку финансирования.</p>

## 4.2 Инициация проекта

Устав научного проекта магистерской работы:

1. Цели и результат проекта. Информацию представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Цели и результаты проекта.

Цель проекта:	Исследование стенда с подводным техническим зрением
Ожидаемые результаты проекта:	Разработка стенда для освещения и обнаружения шаров под водой
Критерии приемки результата проекта:	Завершено полное обнаружение подводных шаров при ярком, темном и других условиях.

2. Организационная структура проекта. В таблице 18 представлена информации о рабочей группе, роли и функции каждого участки в трудовом проекте.

Таблица 18 – Рабочая группа проекта.

№	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Фнкции	Трудозатраты, час.
1	Филипас А.А. Заведующий кафедрой. д.т.н ИШИТР ТПУ	Руководитель проекта	Выдача задание на дипломный проектт, помощь в разработке календарного плана работы на весь период дипломного проектирования, проверка выполнение работы.	400

Продолжение таблицы 18

2	Пань Нин, Магистрант гр.8ЕМ01, ИШИТР ТПУ.	Исполнитель проекта	Анализ литературных источников, разрабатывать системы освещения, разрабатывать алгоритмы подводного обнаружения, написание работы	992
Итого:				1392

#### 4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

В данном разделе составляется перечень этапов и работ в рамках поведения научного исследования, проводится распределение исполнителей по видам работ. Структура работ и распределение исполнителей представлено в таблице. В приложении «Б» представлена таблица структура работы и распределения исполнителей.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (1)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка), чел.-дн.;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка), чел.-дн..

Исходя из расчета ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая

параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по следующей формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (2)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства построения графика, необходимо длительность каждого этапа работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Поэтому необходимо воспользоваться данной формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3)$$

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

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

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 52 - 12} = 1,21, \quad (4)$$

где  $T_{кал}$  – календарные дни;

$T_{вых}$  – выходные дни;

$T_{пр}$  – праздничные дни.

Рассчитаем все значения и представим их в таблице 19.

Таблица 19 – Временные показатели проведенных работ

№ работы	Трудоемкость работ			Исполнители, чел.	$T_{pi}$ , раб. дн.	$T_{ki}$ , раб. дн.
	$t_{min}$ , чел.-дн.	$t_{max}$ , чел.-дн.	$t_{ожі}$ , чел.-дн.			
1	1	3	1.8	1	1.8	2
2	3	4	3.8	2	1.9	2
3	10	14	11.6	1	11.6	14

Продолжение таблицы 18

4	3	5	3.8	1	3,8	5
5	3	5	3.8	1	3,8	5
6	10	15	12	2	6	8
7	1	3	1.8	1	1.8	2
8	10	12	10.8	2	5.4	7
9	5	8	6.2	2	3.1	5
10	10	14	11.6	2	5.8	8
11	7	10	8.2	1	8.2	10
12	3	5	3.8	1	3,8	5
13	12	15	13.2	1	13.2	15
14	10	15	12	1	12	14
15	20	25	22	2	11	13
16	1	3	1.8	1	1.8	2
17	7	10	8.2	2	4.1	5
18	5	10	7	1	3.5	4
<b>Итого</b>	<b>126</b>					

Исходя из временных показателей проведенных работ построим диаграмму Ганта, представленный на рисунке 51.

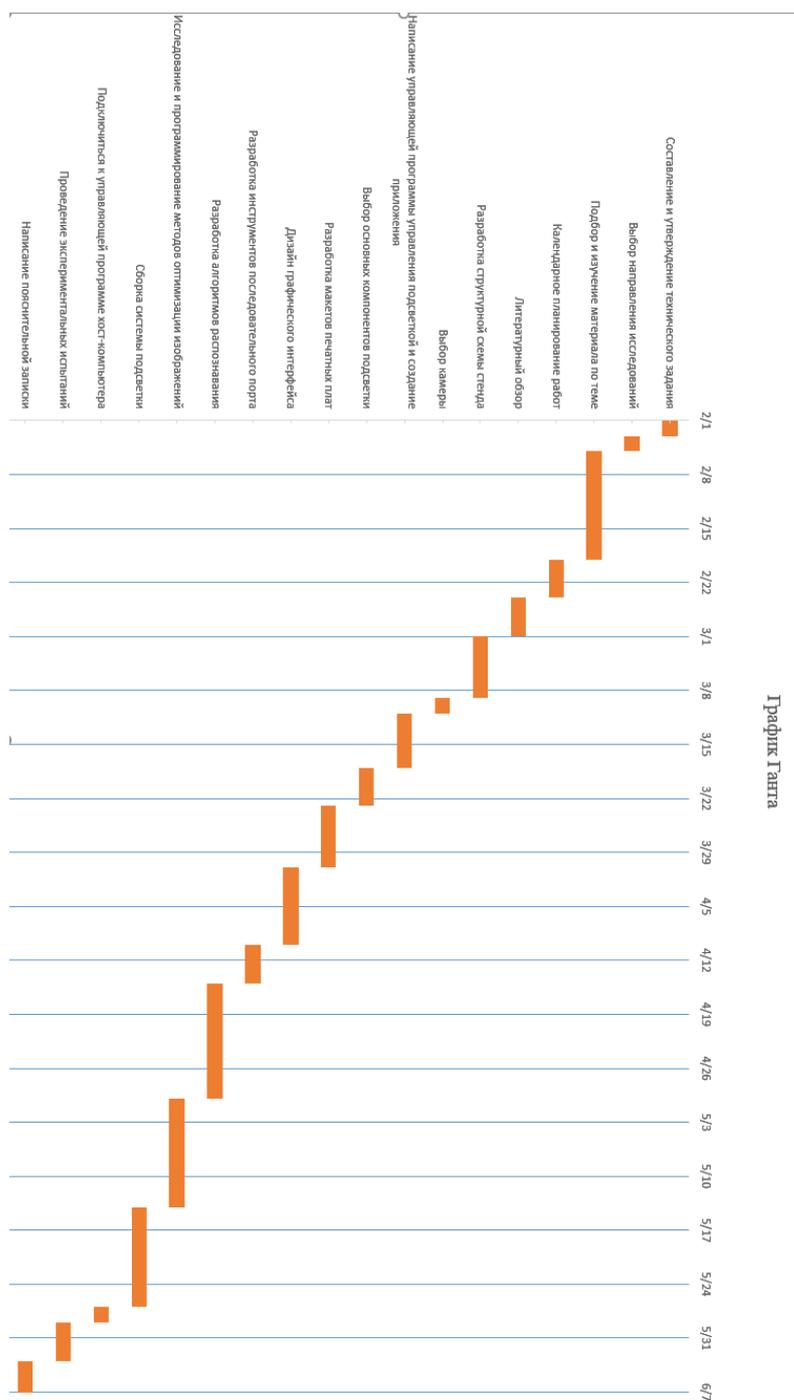


Рисунок 51 – График Ганта

#### 4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_i^m C_i \cdot N_{расч}, \quad (5)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении проекта;

$N_{расх}$  – количество материальных ресурсов одного вида, планируемых к использованию в проекте;

$C_i$  – цена приобретения единицы вида потребляемых ресурсов;

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, примем равным 15%.

Все материальные затраты, необходимые для данной разработки представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Микроконтроллер <i>Atmega 16</i>	шт.	1	500	575
<i>RGB</i> светодиод	шт.	64	2.5	1104
Резистор 510 Ом	шт.	192	260	552
Резистор 130 Ом	шт.	3	1	3.45
Преобразователь <i>UART</i>	шт.	1	530	609.5
Блок питания	шт.	1	2900	3335
Текстолит	шт.	1	300	345
Провод <i>USB-USB</i>	шт.	1	160	184
Клеммник	шт.	16	15	276
Крепеж	шт.	1	400	460
Бруски для рамки	шт.	1	150	172.5
Веб-камера	шт.	1	1500	1725
<b>Итого:</b>				<b>8766.45</b>

В данный раздел включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников. Зарботная плата включает основную заработную плату работников и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зн} = Z_{осн} \cdot Z_{доп}, \quad (6)$$

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

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

Основная заработная плата работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (7)$$

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

$T_{раб}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{(Z_M \cdot M)}{F_D}, \quad (8)$$

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

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

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

Баланс рабочего времени представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	64	64
Потери рабочего времени	48	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	253	277

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_M = Z_{мс} \cdot (1 + k_{нр} + k_D) \cdot k_p, \quad (9)$$

где  $Z_{мс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{np}$  – премиальный коэффициент, возьмем равным 0.3;

$k_D$  – коэффициент доплат и надбавок, возьмем 0.2;

$k_p$  – районный коэффициент, для Томска 1.3.

Тарифная заработная плата  $Z_{mc}$  находится из произведения тарифной ставки работника на тарифный коэффициент  $k_T$  и учитывается по единой для бюджетных организаций тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке предприятия.

Расчет основной заработной платы представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Основная заработная плата

Исполнители	$Z_{mc}$ , руб.	$k_{np}$	$k_D$	$k_p$	$Z_M$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_{раб}$ , дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	21000	0.3	0.2	1.3	40950	1456.72	40	58268.8
Студент	9500	0.3	0.2	1.3	18525	601.9	123	74033.7
<b>Итого:</b>								<b>132301.7</b>

Расчет дополнительной заработной платы производится по формуле 10:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн} \quad (10)$$

где  $k_{дон}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, примем 0.12.

Расчеты дополнительной заработной платы представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Руководитель	Студент
Основная заработная плата, руб.	58268.8	74033.7
Дополнительный коэффициент	0.12	0.12
Дополнительная заработная плата, руб.	6992.26	8884.04
<b>Итого:</b>	<b>15876.3</b>	

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по формуле 11:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (11)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), который для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, равен 27.1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Студент
Основная заработная плата, руб.	58268.8	74033.7
Дополнительная заработная плата, руб.	6992.26	8884.04
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	27,1	27,1
Отчисления во внебюджетные фонды, руб.	17685.75	22470.71
<b>Итого:</b>	<b>40156.46</b>	

Накладные расходы рассчитываются по формуле 12:

$$Z_{накл} = k_{накл} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 4) = 0.1 \cdot 197100.91 = 19710.1 \text{ руб.}, \quad (12)$$

где  $k_{накл}$  - коэффициент, учитывающий накладные расходы, примем равным 0.1.

Специальное оборудование для научной (экспериментальной) работы. Для того, чтобы реализовать дизайн всего стенда требуется специальное оборудование (таблица). Оборудование предоставляется бесплатно, но для учета изменчивости показателей эффективности использования ресурсов мы добавим стоимость оборудования.

Таблица 25 – Специальное оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Цена единицы оборудования, руб.	Сумма, руб.
-------	---------------------------	--------	---------------------------------	-------------

Продолжение таблицы 25

1	Мультиметр цифровой	1	3 500	3 500
2	Паяльная станция	1	6 000	6 000
3	Персональный компьютер	1	100 000	70 000
ИТОГО:				79500

Определение бюджета затрат приведено в таблице 26.

Таблица 26 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Текущий проект	Исполнение 1	Исполнение 2
1. Материальные затраты	8766.45	8766.45	10766.45
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	132301.7	132301.7	132301.7
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей проекта	15876.3	15876.3	15876.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	40156.46	40156.46	40156.46
5. Накладные расходы	19710.1	19710.1	19710.1
Бюджет затрат НТИ	216811.01	296311.01	218811.01

#### 4.5 Оценка сравнительной эффективности исследования

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (13)$$

где  $I_{финр}^{исп.i}$  - интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта, принятая 296.3 тыс. руб.

$$I_{\Phi}^T = \frac{216.8}{296.3} = 0,73,$$

$$I_{\Phi}^{и1} = \frac{296.3}{296.3} = 1$$

$$I_{\Phi}^{и2} = \frac{218.8}{296.3} = 0,74.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения научного исследования представим основываясь на значениях из таблицы 28.

Таблица 28 – Сравнительная оценка характеристик

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исполнение 1	Исполнение 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5	5
2. Удобство в эксплуатации	0,2	4	4	4
3. Быстродействие	0,2	5	5	5
4. Надежность	0,3	5	5	5
5. Материалоемкость	0,2	5	3	4

Продолжение таблицы 28

Итого	1	4.8	4.1	4.6
-------	---	-----	-----	-----

Представим расчет интегральных показателей ресурсоэффективности:

$$I_T = 0.1 \times 5 + 0.2 \times 4 + 0.2 \times 5 + 0.3 \times 5 + 0.2 \times 5 = 4.8;$$

$$I_{u1} = 0.1 \times 5 + 0.2 \times 4 + 0.2 \times 5 + 0.3 \times 5 + 0.2 \times 3 = 4.4;$$

$$I_{u2} = 0.1 \times 5 + 0.2 \times 4 + 0.2 \times 5 + 0.3 \times 5 + 0.2 \times 4 = 4.6.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( исп  $i$  ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле 14:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{p\text{-исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}}; \quad (14)$$

$$I_{\text{исп.}T} = \frac{I_T}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1}} = \frac{4.8}{0.73} = 6.58;$$

$$I_{\text{исп.}2} = \frac{I_{u1}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2}} = \frac{4.4}{1} = 4.4;$$

$$I_{\text{исп.}3} = \frac{I_{u2}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3}} = \frac{4.6}{0.74} = 6.22;$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ ) вычисляется по формуле 15:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.}T}}{I_{\text{исп.}i}}; \quad (15)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}1} = \frac{6.58}{4.4} = 1.48;$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}2} = \frac{6.58}{6.22} = 1.06.$$

Таблица 29 – Сравнительная эффективность проекта.

Показатели	Текущий проект	Исполнение 1	Исполнение 2
Интегральный финансовый показатель разработки	0.73	1	0.74
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4.8	4.4	4.6
Интегральный показатель эффективности	6.58	4.44	6.22
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	-	1.48	1.06

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показывает, что наша разработка наиболее эффективна с позиций технической и финансовой ресурсоэффективности по сравнению с другими вариантами.

## **5 Социальная ответственность**

### **Введение**

В ходе выполнения данной дипломной работы был разработан стенда для изучения систем технического зрения для подводной робототехники. Основная задача стенда — точно определить количество и положение подводных шаров в различных подводных средах, таких как яркое и темное, и разработать графический интерфейс для управления параметрами изображения, снятого камерой, и настроить интенсивность и цвет света. Этот стенд позволяет проводить необходимые эксперименты в классе без использования водоема. Алгоритмы также могут использоваться для подводных операций, когда люди могут выполнять определенные опасные поиски вместо людей.

Пользователи этого проекта — студенты ТПУ или пользователи проекта подводного поиска. Разработка и внедрение данного стенда проходили в 10 корпусе ТПУ. Место работы разработки — 101 Аудитория 10 в корпусе ТПУ.

Данный раздел ВКР посвящен анализу опасных и вредных факторов, возникающих в процессе работы и выработке методов защиты от воздействия этих факторов. Произведен анализ вредных факторов таких как: микроклимат в помещении, шум, освещенность помещения и рабочей зоны. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а также правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

### **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

В данном разделе рассмотрены основные нормативные документы, выполнение которых необходимо для безопасного исполнения рабочих обязанностей диспетчером, который проводит большую часть времени за компьютером.

Согласно Трудовому кодексу [21] в течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Указанный перерыв может не предоставляться работнику, если установленная для него продолжительность ежедневной работы не превышает четырех часов.

Ежегодный основной оплачиваемый отпуск работникам, осуществляющим деятельность в должности инженера, составляет 28 календарных дней. Месячная заработная плата работника, полностью отработавшего за этот период норму рабочего времени и выполнившего трудовые обязанности, не может быть ниже минимального размера оплаты труда.

Так как пользователь взаимодействует со стендом в основном через персональный компьютер, то согласно ГОСТ 12.2.032-78. «Рабочее место при выполнении работ сидя» конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т. д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы [22].

Так как в основном пользователь занимается работой на компьютере и не совершает тонких зрительных работ, то оптимальные значения высоты рабочей поверхности должно быть на уровне, показанном в таблице 30.

Таблица 30 – Значения высоты рабочей поверхности

Высота рабочей поверхности, мм при организации рабочего места		
Для мужчин	Для женщин	Для мужчин и женщин
630	680	655

Согласно ТОИ Р-45-084-01. «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере» регламентирует вопрос работы с компьютером. Согласно данному документу, без перерыва работник может находиться за монитором компьютера не более двух часов[23].

Общие требования безопасности:

- К работе на персональном компьютере допускаются лица, прошедшие обучение безопасным методам труда, вводный инструктаж, первичный инструктаж на рабочем месте.
- При эксплуатации персонального компьютера на работника могут оказывать действие следующие опасные и вредные производственные факторы:

- повышенный уровень электромагнитных излучений;
  - повышенный уровень статического электричества;
  - пониженная ионизация воздуха;
  - статические физические перегрузки;
  - перенапряжение зрительных анализаторов.
- Рабочие места с компьютерами должны размещаться таким образом, чтобы расстояние от экрана одного видеомонитора до тыла другого было не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.
  - Рабочие места с персональными компьютерами по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева.
  - Оконные проемы в помещениях, где используются персональные компьютеры должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

## **5.2 Производственная безопасность**

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» существует огромное множество признаков тех или иных объектов и процессов реальности, которые могут быть взяты в качестве оснований деления.[24] Однако наиболее значимыми для сферы безопасности труда являются такие используемые в качестве основания деления признаки, которые позволяют в дальнейшем наилучшим образом идентифицировать опасные и вредные производственные факторы, оценить риски их воздействия на организм занятого трудом человека, выработать адекватные этим рискам меры защиты и внедрить их в практику, тем самым предотвращая травмы и заболевания, связанные с трудовой деятельностью

Проанализировав текущий проект, был определен перечень опасных и вредных факторов, характерных для производственной среды, а также приведены нормативные документы, позволяющие предотвратить или снизить

воздействия данных факторов на человека. Таблица возможно опасных и вредных факторов в приложении «В».

### 5.2.1 Недостаточная освещенность

Данный стенд разрабатывался и будет эксплуатироваться в аудитории. Согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»[25], отсутствие освещения или его нехватка классифицируется как вредный производственный фактор. Работа при недостаточном освещении может привести к переутомлению, усталости глаз, головным болям, что неизбежно приводит к снижению работоспособности.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, снижает нагрузку на органы зрения, оказывает положительное воздействие на работников, содействует повышению производительности труда.

Для выявления соответствия лабораторной аудитории №101 10 корпуса ТПУ требованиям СП 52.13330.2016 далее будут приведены расчеты искусственного освещения рабочей зоны работника согласно методическим указаниям к выполнению лабораторной работы «Расчет искусственного освещения» для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ.

- Параметры аудитории №101 10 корпус ТПУ:
- площадь  $S = 32,7$  м<sup>2</sup>;
- длина  $A = 6$  м.;
- ширина  $B = 5,45$  м.;
- высота потолка  $H = 2,5$  м.;
- высота рабочей поверхности  $h_{рп} = 0,8$  м.;

Световой поток каждой из ламп определяется по формуле 16:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta} \quad (16)$$

Где:  $E$  – освещённость лк;  $S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;  $k$  – коэффициент запаса, который учитывает загрязнение светильника;  $z$  – коэффициент

неравномерности освещения;  $n$  – число светильников;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент запаса  $k$  учитывает запыленность светильников и их износ. Для помещений с малым выделением пыли  $k = 1.5$ . Поправочный коэффициент  $z$  – это коэффициент неравномерности освещения. Для люминесцентных ламп  $z = 1.1$ .

Приняв  $h_c = 0.1m$  определяем расчетную высоту.

$$h = H - h_c - h_{pn} = 2.5 - 0.1 - 0.8 = 1.4m \quad (17)$$

Находим индекс освещения:

$$i = \frac{S}{(A+B)h} = 2.04 \quad (18)$$

Определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0.54 \quad (19)$$

Расстояние между светильниками  $L$  определяется как:

$$L = \lambda \cdot h = 1.3 \times 1.4 = 1.82m \quad (20)$$

Расстояние от крайних светильников до стены:

$$I = L/3 = 1.82 \div 3 = 0.61m \quad (21)$$

Рассчитаем количество ( $N$ ) светильников типа ОД – 2–40 (мощность одной лампы  $P_{л} = 80$  Вт):

$$n_{ряд} = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 = \frac{(5.45 - \frac{2}{3} \times 1.82)}{1.82} + 1 = 3; \quad (22)$$

$$n_{св} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{св} + 0.5} = \frac{(6 - \frac{2}{3} \times 1.82)}{1.23 + 0.5} = 2 \quad (23)$$

$$N = n_{ряд} \cdot n_{св} \cdot 2 = 3 \times 2 \times 2 = 12. \quad (24)$$

где  $n_{ряд}$  – количество рядов;

$n_{св}$  – количество светильников в ряду;

$l_{св}$  – длина светильника, м.

Выбрать ближайший стандартный светильник и определить электрическую мощность всей системы освещения

$$P = N \cdot P_{л} = 12 \times 40 = 480\text{ВТ}. \quad (25)$$

Определяем потребный световой поток лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 32.7 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{12 \cdot 0.54} = 2498 \text{ лм} \quad (26)$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу: ОД 40Вт с потоком 2700 лм. Делаем проверку выполнения условий:

$$\frac{2700 - 2498}{2700} \cdot 100\% = 7.48\% \quad (27)$$

При расчете сравнения выполняются следующие условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{СТ}} - \Phi_{\text{расч}}}{\Phi_{\text{СТ}}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (28)$$

$$-10\% \leq 7.48\% \leq 20\% \quad (29)$$

### 5.2.2 Повышенный уровень шума

Согласно СН2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы»[26] высокий уровень шума на рабочем месте оказывает негативное влияние на организм работника, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие шума способно привести к потере слуха работника, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др. Невысокий уровень шума может сказываться на работоспособности сотрудника и повлечь за собой ухудшение памяти и проблемы с концентрацией внимания, вызвать головные боли, хроническую усталость и проблемы со сном.

В процессе разработки источниками шума могут быть: ПК, а также другое оборудование, находящееся в помещении и внешние источники. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в дБа с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Предельно допустимые и эквивалентные уровни звука

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени	Тяжелый труд 3 степени

### Продолжение таблицы 31

Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для снижения уровня шума возможно применение как коллективных средств защиты, а именно звукоизоляции и звукопоглотителей, а также индивидуальных средств защиты органов слуха, а именно вкладыши или наушники.

#### **5.2.3 Отклонение показателей микроклимата**

Показателями, определяющими состояние микроклимата, являются: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха и скорость движения воздуха. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»[27], трудовую нагрузку на опорно-двигательный аппарат и другие системы организма. Наиболее эффективные средства предупреждения утомления при работе на производстве это средства, нормализующие активную трудовую деятельность человека. Исключение случайно возникающих перебоев в работе, ритмизация трудовых процессов являются важными условиями поддержания высокого уровня работоспособности. На фоне нормального протекания производственных процессов одним из важных физиологических мероприятий против утомления является правильный режим труда и отдыха.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88. «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»[28], в кабинах, на пультах и постах управления технологическими

процессами, в залах вычислительной техники и других производственных помещениях при выполнении работ операторского типа, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, должны соблюдаться оптимальные величины температуры воздуха 22 - 24 град. С, его относительной влажности 60 - 40% и скорости движения (не более 0,1 м/с). Перечень других производственных помещений, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы микроклимата, определяется отраслевыми документами, согласованными с органами санитарного надзора в установленном порядке.

Коллективная защита в производственном помещении решается путем нормализации метеорологических условий производственной среды. Способы нормализации метеорологических условий производственной среды – это вентиляция, отопление, кондиционирование.

Средствами индивидуальной защиты будут являться: специальная одежда, обувь, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты лица и глаз.

#### **5.2.4 Поражение электрическим током**

Согласно ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»[29] электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок и архитектурно-планировочными решениями;
- организацией технологических процессов;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями при производстве работ;

- электротехническими средствами, средствами защиты от электрических и магнитных полей и другими средствами индивидуальной защиты, применяемыми при эксплуатации электроустановок;
- организацией технического обслуживания электроустановок.

Во избежание электротравм, перед началом работы необходимо производить осмотр состояния оборудования и используемых измерительных приборов. В первую очередь необходимо осмотреть электрические провода на предмет целостности, обратить внимание на отсутствие оголенных проводов, не закрытых клеммных коробок, соединений.

Устройства, используемые при выполнении работы, питаются напряжением до 220 В и имеют рабочую изоляцию и заземление.

#### **5.2.5 Электромагнитное и электростатическое излучения**

Электромагнитное поле оказывает негативное воздействие на наиболее чувствительные системы организма человека: нервную, иммунную, эндокринную и половую. Негативный эффект электромагнитного поля в условиях длительного воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания. При работе с ПК пользователь находится в непосредственной близости к монитору, что вызывает воздействие электромагнитных полей (ЭМП). Вредное влияние переменных магнитных полей должно быть учтено при организации рабочего места с ПК.

Работа ведется на современном ПК, где значения электромагнитного излучения малы и отвечают требованиям, которые приведены в таблице 32 согласно.

Таблица 32 – Временно допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПК на рабочих местах.

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц	2,5 В/м
Напряженность Магнитного потока	в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц	250нТл
	в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц	25нТл

Для обеспечения нормальной деятельности пользователя с учетом норм предельно допустимой напряженности ЭМП экран монитора должен находиться на расстоянии от 0,6 до 0,7 м, но не ближе, чем 0,5 м от глаз.

Согласно ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»[30], источником электромагнитного поля и электромагнитных излучений на рабочем месте является компьютер, в частности экран монитора компьютера. Время работы на персональном компьютере по санитарным нормам не должно превышать 4 часа.

Согласно ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»[31], предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 ч. При напряженности электростатических полей менее 20 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется.

### **5.3. Экологическая безопасность**

Данный стенд имеет в своем составе множество электронных компонентов, которые требуют правильной утилизации. В отходах электроники присутствует большое количество токсинов, которые при попадании во внутренние органы через кожу или дыхательные пути способны вызвать развитие опасных хронических заболеваний. Также при неправильной утилизации электронной техники они могут попадать в воздух, почву или

водоемы, отравляя их и проникая в растения и живые организмы. К подобным элементам относятся тяжелые металлы, такие как: ртуть, мышьяк, свинец, кадмий и другие.

Природная консервация должна соответствовать требованиям ГОСТ 17.4.3.04-85. «Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения»[32], стандарт предназначен для контроля за загрязнением почв выбросами, сбросами, отходами, стоками и осадками сточных вод промышленных предприятий, жилищно-коммунального хозяйства, сельского хозяйства, транспорта и других источников загрязнения почв, а также средствами химизации сельскохозяйственных и лесных угодий.

После окончания срока эксплуатации следует произвести демонтаж радиокомпонентов и получить из них полезные вещества посредством переработки.

Согласно ГОСТ Р 53692-2009. «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов»[33], лаборатория с персональным компьютером относится к пятому классу, размер санитарно-защитной зоны которого равен 50 метров, так как работа на персональном компьютере не является экологически опасной.

К отходам, производимым в помещении можно отнести бытовой мусор. Основным видом мусора – это отходы печати, бытовой мусор (в т. ч. люминисцентные лампы), неисправное электрооборудование, коробки от техники, использованная бумага.

#### **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Находясь на рабочем месте необходимо знать потенциальные источники опасностей, которые могут привести к ЧС в организации (на территории организации). Здание, в котором находится организация, должно быть оборудовано средствами оповещения при угрозе и возникновении ЧС и военных конфликтов.

Так как разрабатываемый стенд включается в сеть 220 В, а также в здании присутствует электропроводка, предназначенная для питания вычислительной

компьютера и освещения, то при коротком замыкании может произойти возгорание.

Для предотвращения короткого замыкания и последующего возгорания необходимо применять предохранители в силовых цепях либо автоматические выключатели.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91. «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности [34]:

- работы за компьютером проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- установить количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов;
- обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

Для тушения пожаров в помещении необходимо установить углекислотный огнетушитель типа ОУ-5. Покидать помещение необходимо согласно плану эвакуации, на рисунке 52.

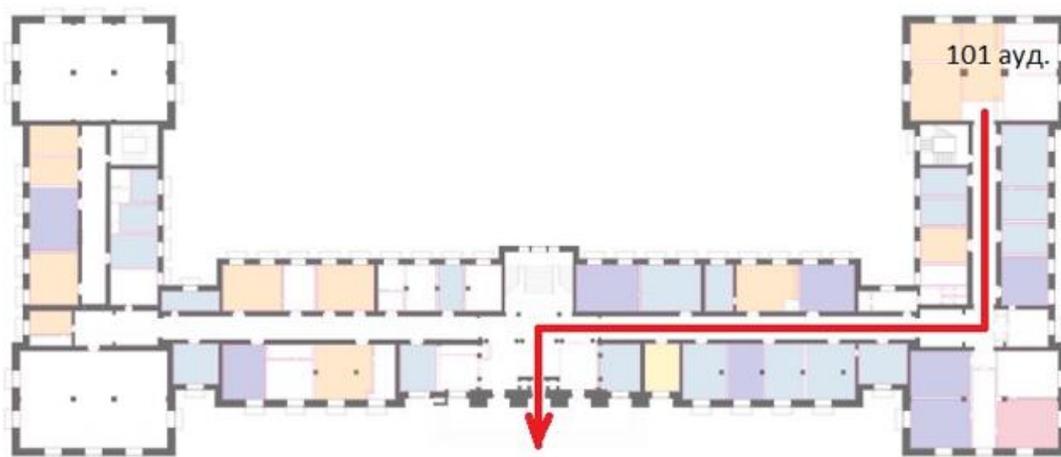


Рисунок 52 – План эвакуации при пожаре и других ЧС

## **5.5 Выводы по разделу**

В ходе выполнения работы по разделу «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, суть которых заключалось в анализе основных нормативных документов регулирующих и регламентирующих производственную деятельность операторов на объекте.

Был выполнен анализ вредных факторов, такие как отклонение показателей микроклимата, производственный шум, отсутствие или недостаток естественного света, повышенный уровень электромагнитных излучений, риск поражения электрическим током. Были рассмотрены такие важные вопросы, как экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях.

## Заключение

В ходе выполнения основной части работы был произведен литературный обзор аналогов, после которого была разработана структурная схема, функционал и требования к стенду физического подобию "Подводное техническое зрение".

Вся работа этой конструкции разделена на две части. Первая часть-это аппаратная часть. В аппаратной части завершен выбор компонентов, исследование и сборка схемы. Эта часть понимает, что сигнал, отправленный хостом компьютер может быть получен и обработан. Такая информация, как яркость и цвет огней в модуле освещения. Вторая часть — это исследование алгоритма распознавания подводного шара и алгоритма оптимизации изображения, который является основной частью этого проекта. В этой части разработана удобная программа с графическим интерфейсом, чтобы пользователь мог точно определить количество и положение мяча в различных подводных ситуациях с помощью графического интерфейса, включая яркое, темное, чрезмерное преломление, вызванное подводным источником света. Цель точной идентификации можно добиться, вызывая путаницу изображения и другие ситуации.

В части финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения была проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности разработки, а также планирование и формирование бюджета исследований и определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

В части социальной ответственности были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, производственная и экологическая безопасность, а также безопасность в чрезвычайных ситуациях.

## Список Литературы

1. C.Wang Research and Experiment of an Underwater Stereo Vision System/ C.Wang, Q.Zhang and S.Lin // Oceans 2019 – Marseilee.-2019. - №5. PP. 3458-3467.
2. L.Meng Underwater-drone with panoramic camera for automatic fish recognition based on deep learning/ L.Meng, T.Hirayama and S.Oyanagi// IEEE Access.-2018. - № 6. – PP. 17880-17886.
3. F.Yuan A biological sensor system using computer vision for water quality monitoring / F.Yuan, Y.Huang, X.Chen and E.Cheng// IEEE Access.-2018. - № 4. – PP. 1-12.
4. Лаборатория технического зрения. URL: [https://adv-techno.ru/robotics/tehnicheskogo\\_zreniya/](https://adv-techno.ru/robotics/tehnicheskogo_zreniya/) (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.
5. Комплект технического зрения. – URL: <https://cn.dobot.cc/dobot-magician/product-overview.html> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.
6. Автоматизированный сборочный стенд с компьютерным управлением и техническим зрением. – URL: [https://labstand.ru/catalog/stendy\\_i\\_trenazhery\\_po\\_robototekhnike/avtomatizirovannyy\\_sborochnyy\\_stend\\_s\\_kompyuternym\\_upravleniem\\_i\\_tekhnicheskim\\_zreniem\\_ars\\_ur\\_tz](https://labstand.ru/catalog/stendy_i_trenazhery_po_robototekhnike/avtomatizirovannyy_sborochnyy_stend_s_kompyuternym_upravleniem_i_tekhnicheskim_zreniem_ars_ur_tz) (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.
7. Nikolay N. Lopatkin Voltage source multilevel inverter voltage quality comparison under multicarrier sinusoidal PWM and space vector PWM of two delta voltages/Nikolay N. Lopatkin//IEEE Access. –2017. - №5. PP. 2-8.
8. Микроконтроллер Atmega 16. – URL: <https://www.chipdip.ru/product/atmega16-16pu> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.
9. RGB светодиод. – URL: <http://elgrad.pro/svetodiod-5-mm-rgb-500-1000-mcd-2-34v> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.
10. Блок питания S-96-12. – URL: <http://www.voltmaster.ru/cgi-bin/qwery.pl/id=460296617> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.

11. UART. СВЯЗЬ МК с ПК. – URL: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/136806005> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.
12. Библиотека Python: Работа с PyQt – URL: <https://storedigital.ru/2019/07/28/biblioteka-python-rabota-s-pyqt/> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.
13. Шпаргалка по OpenCV-Python. – URL: <https://tproger.ru/translations/opencv-python-guide/> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.
14. Leo Abraham, Nikita Sara Mathew, Liza George, Shebin Sam Sajan, VISION- Wearable Speech Based Feedback System for the Visually Impaired using Computer Vision, 2020 4th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)(48184), pp.972-976, 2020.
15. Jun-Juh Yan, Hang-Hong Kuo, Ying-Fan Lin, Teh-Lu Liao, Real-Time Driver Drowsiness Detection System Based on PERCLOS and Grayscale Image Processing, IEEE. 18 August 2016, 10.1109/IS3C.2016.72.
16. Си Шаохуэй, Ху Фуюань, Гу Яцзюнь, Сянь Сюэфэн, Гауссовский алгоритм шумоподавления на основе нерегулярных областей, Информатика, 2014, 41 (11), CNKI, стр. 313–316.
17. Сюй Ву, Чжан Цян, Ван Синда, Гао Хань, Цинь Хаоран, Метод обнаружения краев изображения на основе усовершенствованного оператора Canny, Laser Journal, 2022г., CNKI, 10.14016/j.cnki.jgzz.2022.04.103.
18. Чжоу Сяомин, Ма Цюхэ, Сяо Жун, Ян На, Усовершенствованный алгоритм обнаружения краев оператора Canny, геодезия и картография, 2008 г., (01), CNKI, 10.19349/j.cnki.issn1006-7949.2008.01.008.
19. Су Цзэнди, Разработка интеллектуального робота для выбора тенниса на основе визуального распознавания, Даляньский технологический университет, 2019 г., CNKI, стр. 30–37.
20. Мяо Цзяоцзяо, Сюй Ванмин, Метод локализации номерного знака, сочетающий пространственную и морфологическую обработку HSV, TV Technology, 2015, 39(05), CNKI, 10.16280/j.videoe.2015.05.035.

21. Трудовой кодекс Российской Федерации: Свод законов: [принят Государственной думой 21 декабря 2001 года].

22. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя: дата введения 1979-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

23. ТОИ Р-45-084-01. Типовая Инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере: Дата введения 2001-07-01 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030047> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

24. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: дата введения 2017-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

25. СП52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*: дата введения 2017-05-08. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

26. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Физические факторы производственной среды: дата введения 1996-10-31. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901703278> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

27. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: дата введения 2021-01-28. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

28. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: дата введения 1989-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

29. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: дата введения 2019-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

30. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля: дата введения 1986-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200272> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

31. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля: дата введения 1985-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051575> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

32. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения: дата введения 1986-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200020658> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

33. ГОСТ Р 53692-2009. «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов»: дата введения 2011-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200081740> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

34. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 14.05.2022). – Текст: электронный.

## Приложение А

(справочное)

### Development of the stand of physical similarity "Underwater technical vision"

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8EM01	Пань Нин		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОАР, Заведующий кафедрой	Филипас А.А.	к.т.н		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОИЯ, Старший преподаватель	Пичугова И.Л.			

## **Introduction**

With the continuous enhancement of human's awareness of exploring the ocean and the advancement of science and technology, the underwater robot as the most important tool for human exploration of the ocean has received extensive attention and rapid development. Just as the human eyes provide a large amount of information to the human brain, underwater robots also need information collection systems to provide them with useful information. Moreover, the underwater robot operates underwater, and the working environment is harsh and complex. Therefore, equipping the underwater robot with a machine vision system with recognition ability has become an important symbol of the intelligence of the underwater robot.

For underwater operations, especially for underwater robot operations and other scenarios, facing the harsh underwater environment, the processing of images obtained by underwater robots has become a key issue. Underwater image enhancement and image feature extraction are important parts of underwater robot vision. Image enhancement refers to the processing method of emphasizing certain information in an image according to specific needs according to the problems existing in the image, and at the same time weakening or removing some redundant information. Its main purpose is to make the processed image more effective for a given application than the original image while effectively improving the image quality.

Therefore, in order to deal with the underwater environment, the purpose of this final qualification work is to develop a stand "underwater technology vision" of physical similarity.

This stand will have a graphical interface that can connect serial ports, control lighting systems, detect underwater balls, and optimize underwater image functions.

## 1. Research on the part of hardware

As part of the hardware research, the lighting control system is studied, it can be used as a backlight source, and the system should adjust the functions of light color, switch, brightness, etc. and has the ability to communicate with the host computer to integrate with the underwater visual inspection program

In this study, it was decided to use an RGB LED as a backlight because it can change the color of the emitted light. The LEDs are designed as separate modules for easy installation and control.

Each module should contain the optimal number of LEDs that will illuminate the desired parts of the scene and separate those parts from each other. The schematic diagram of the lighting module is shown in Figure 1.

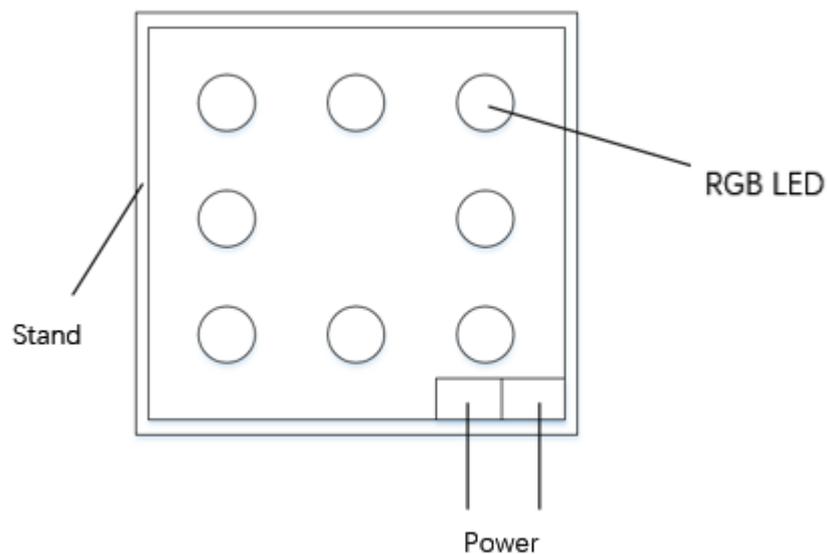


Figure1. Lighting module

In order to develop a light control system, it is necessary to choose the transistors that the microcontroller will control, as well as the power supply and current limiting resistors. First, it is necessary to determine the location and number of backlight modules, as well as the number of LEDs in each module. In order to provide lighting from as many locations as possible, it was decided to arrange the modules as it is shown in Figure 2.

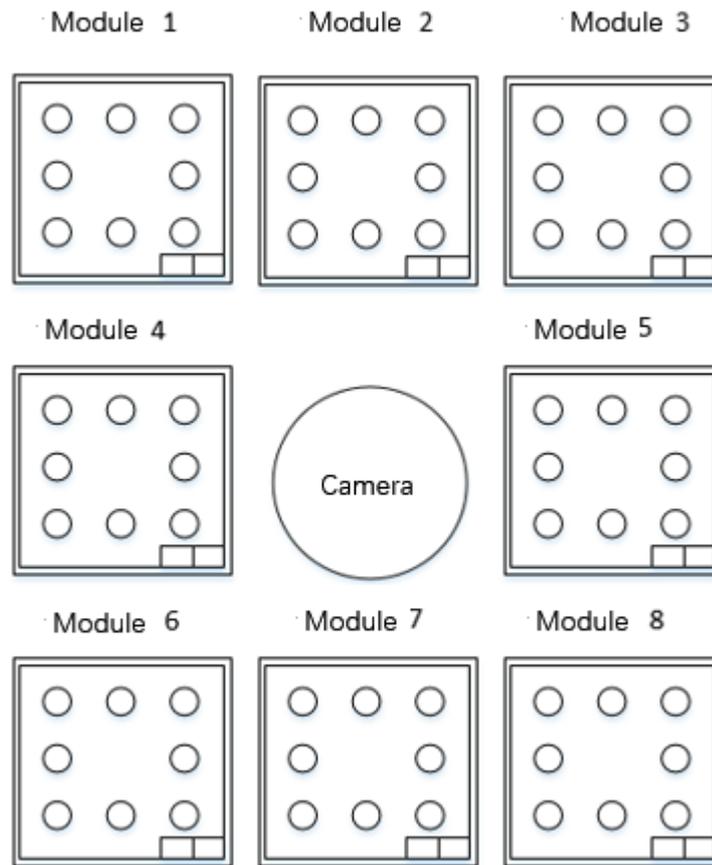


Figure 2. Lighting module

Arrange the light modules around the camera and form a kind of frame. The triggering of each module must be independent of the other modules, so each module will be powered independently. In addition, a PWM signal needs to be generated. There is one PWM channel for each RGB LED color. The brightness of each color will be controllable through the PWM channel, which will allow the device to form the desired lighting color.

Each module has 8 RGB LEDs, there are 8 such modules in total, so the total number of LEDs is 64. To control these LEDs, 8 channels are required to control each individual section separately, and 3 channels to generate the PWM signal.

To control LED lights that adjust RGB tri-color light, a microcontroller with at least 3 independent PWM channels is required. This design selects ATmega16 as the microcontroller.

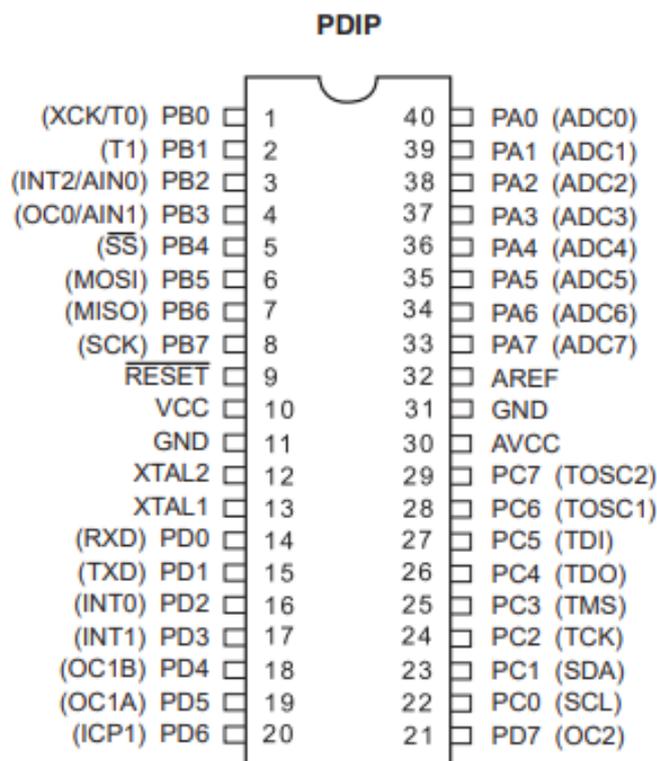


Figure 3. Atmega16

In order to realize the functions of controlling the light on and off, brightness, etc., this design completes the control by letting the microcontroller receive a set of decimal numbers from the computer as a signal.

## 2. Research on the part of underwater vision

This part of the design needs to study the detection of underwater balls. In order to complete the detection, it is first necessary to read the image captured by the camera, process the image and identify the features, and to study a method to solve the problem of the underwater image captured by the camera. Harsh environments cause interference problems.

In order to complete this part of the design, this design uses the Python language, uses the PyQt5 tool to develop the GUI, and uses the OpenCV tool to complete tasks such as ball detection and image optimization.

The ball detection algorithm in this design will be experimentally verified in the environment shown in Figure 4. During the experiment, the container needs to be filled with water, and the ball should be placed in the water. The GUI control hardware

circuit is designed to control the light when the light is needed. The module emits lights of different intensities and colors.



Figure 4. Laboratory equipment

## 2.1 GUI

In order to allow users to have a better interactive experience, it is necessary to develop a GUI, so that users can select the camera on the GUI, connect and close the serial port, adjust the color of the light, on and off, brightness, etc., and can see the detection results intuitively. When the detection result is abnormal, you can also manually change the parameters to adjust the image, so that the image highlights more features that need to be detected, so as to achieve the purpose of accurately detecting the ball. The complete GUI is shown in Figure 5.

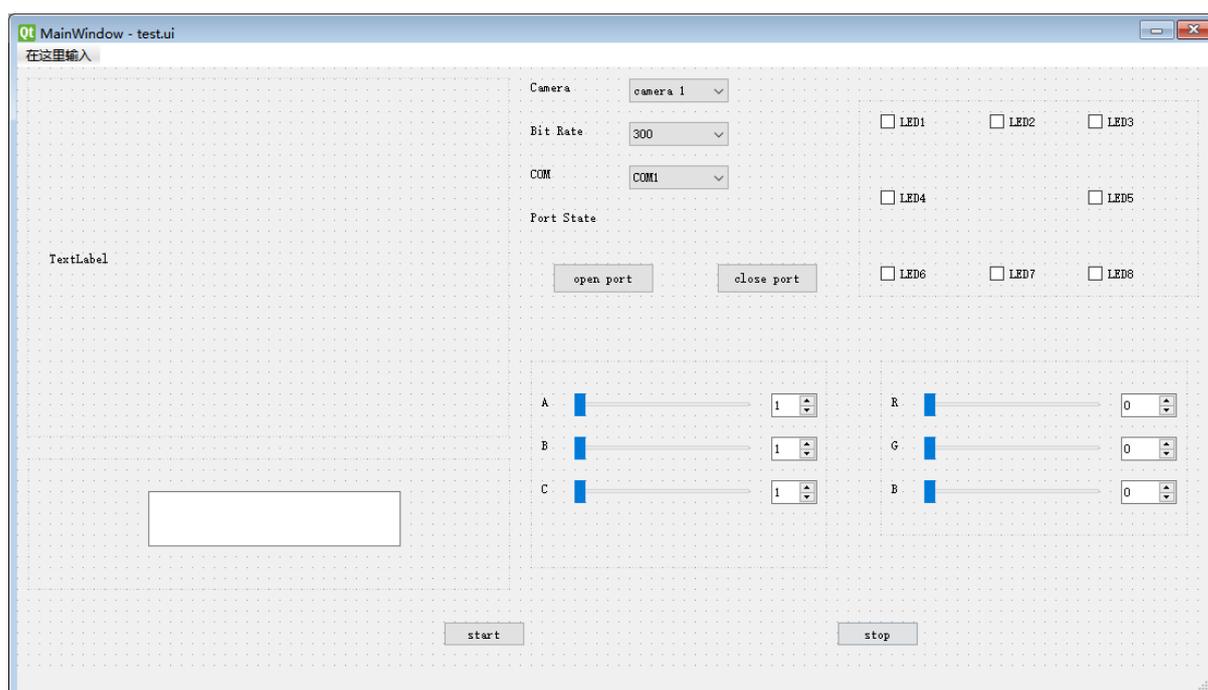


Figure 5. GUI

## 2.2 Serial port

In this design, a total of 9 serial ports "COM1-9" are designed in the serial port selection list. In the bit rate drop-down list, set "300", "1200", "2400", "9600", "14400", "19200", "38400", "115200", a total of 8 commonly used bit rates. When the user selects the serial port number and bit rate in the GUI, click the "Open Serial Port" button, the program will call the function to open the serial port, and call the serial port number and bit rate selected by the user. If the serial port and the computer are connected, the serial port connection is successful. If you click the "close serial port" button, the close serial port function will be called to clear the connection status.

After connecting, you can adjust the light module's on/off, or color through the checkboxes and drag bars on the GUI. As it is shown in Figure 6, all light modules are lit in red.

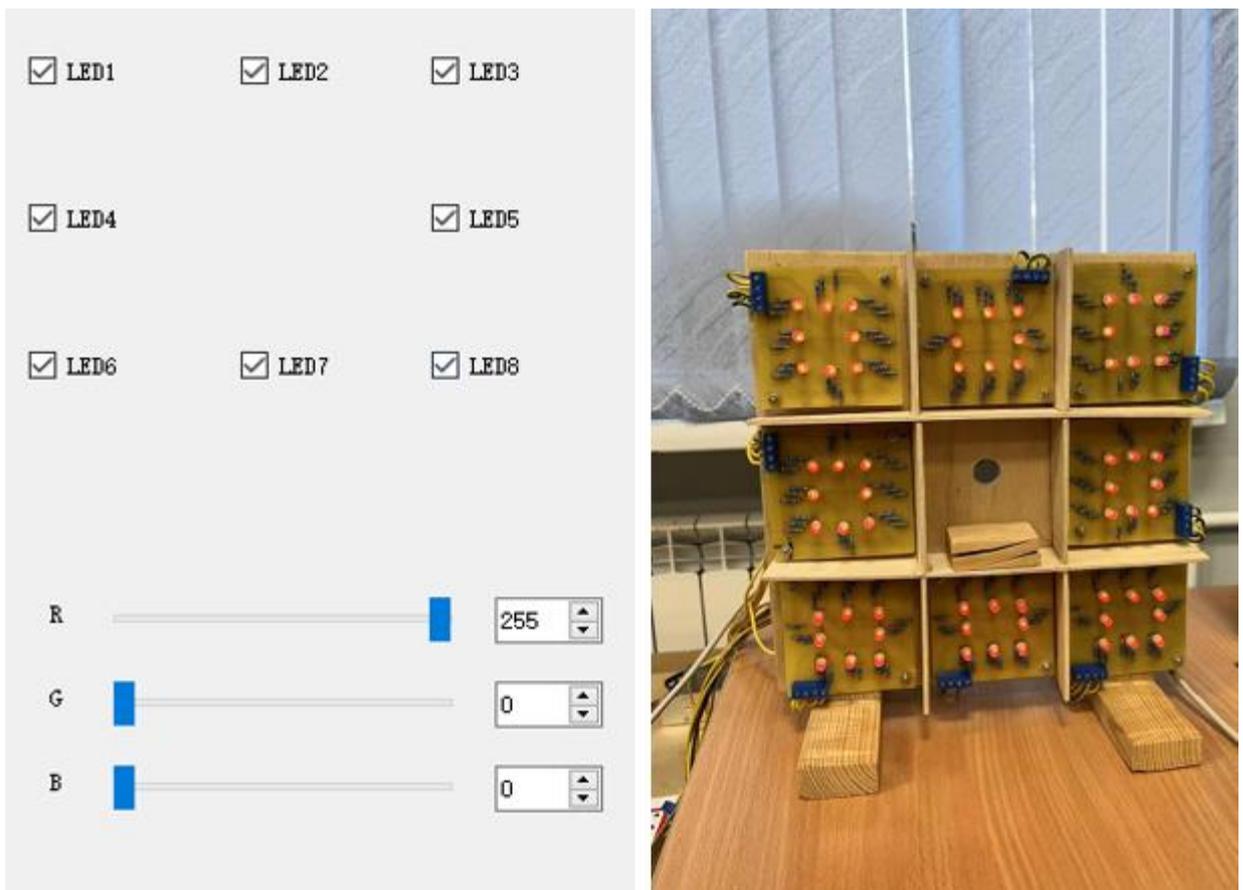


Figure 6. All modules are lit in red

## **2.3 Research of underwater ball detection algorithm and image optimization algorithm**

The purpose of the image recognition part of this design is to let the computer capture the image through the camera, identify the balls in the video, measure the number of the balls and find the position of the balls.

In order to complete the task, this design uses the Python programming language to write programs. The program uses Gaussian filtering, edge detection and other technologies to complete the image processing part. It also uses the Hough detection method to determine whether there are small balls in the generated video and designed a way to output different videos when the ball is found or not. In order to cope with the stretching deformation of the ball by the refraction of water, or the poor image quality caused by factors such as light pollution, this design uses the method of image expansion and corrosion to highlight the characteristics of the ball to improve the recognition accuracy.

### **2.3.1 Make a gray scale image**

In order to complete the detection, the multi-channel image needs to be converted to a single-channel image, which requires the use of grayscale conversion.

Since the color of a pixel usually contains three R, G, and B components, which display three colors of red, green, and blue, respectively, and each pixel in a single-channel grayscale image has only onecolor sample, and its grayscale is between Layered colors between black and white. Pixels with higher grayscale values are brighter, and vice versa. The maximum pixel value is 255 (representing white) and the minimum pixel value is 0 (representing black). Convert a three-channel RGB image to a single-channel grayscale image, as it is shown in Figures 7–8.



Figure 7. RGB color image



Figure 8. Single channel grayscale image

### 2.3.2 Gaussian filter

Gaussian filtering is to perform a weighted average of the image according to certain parameter rules according to the gray value of the pixel to be filtered and its adjacent pixels. It can effectively filter out the high frequency noise superimposed on the perfect image.

Generally speaking, although other filters can suppress noise, they will blur the edges of the image, thereby increasing the uncertainty of edge localization. If the edge detection sensitivity needs to be improved, the noise sensitivity will also be improved. Practical engineering experience shows that a Gaussian-defined kernel can provide the best compromise between noise immunity and fine localization through edge detection. This is called Gaussian image filtering.

### 2.3.3 “Canny” edge detection

After completing the grayscale conversion and filtering of the image, the edge detection can be performed on the image.

The basic idea of the Canny algorithm used in this design is to find the position with the strongest gray intensity change in an image. The so-called strongest change refers to the gradient direction. The first derivative of the horizontal and vertical directions is calculated using the Sobel operator on the smoothed image. Let us find the gradient and direction of the boundary according to the two gradient maps obtained by the following formula. The direction of the gradient is generally always perpendicular to the boundary. Gradient directions are grouped into four categories: vertical, horizontal, and two diagonals.

$$\text{Edge\_Gradient } (G) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$\text{Angle}(\theta) = \tan^{-1} \left( \frac{G_x}{G_y} \right)$$

After obtaining the direction and magnitude of the gradient, a scan of the entire image should be done to remove those points that are not on the boundary. Check for each pixel to see if the gradient at that point is the largest among the surrounding points with the same gradient direction. It is presented in Figure 9.

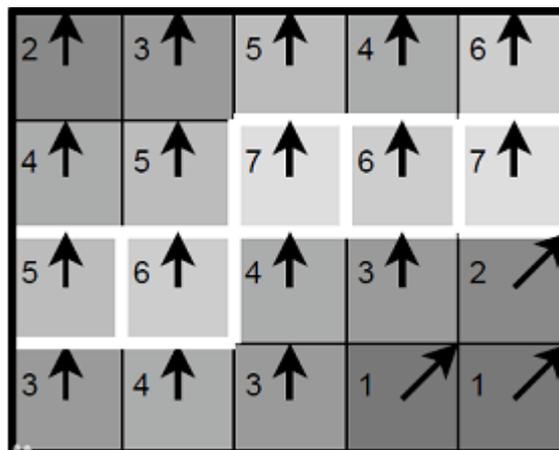


Figure 9. Edge extraction

The numbers in the figure represent the gradient strength of the pixel, and the direction of the arrow represents the direction of the gradient. Taking the third pixel in

the second row as an example, since the gradient direction is upward, the intensity of this point (7) is compared with the intensities of the two upper and lower pixels (5 and 4). Since this point has the highest intensity, it is retained.

At this time, two thresholds need to be set: minVal and maxVal. When the gray gradient of the image is higher than maxVal, it is considered to be a true boundary, and those boundaries below minVal are discarded. If it is between the two, it depends on whether this point is connected to a certain boundary point that is determined to be a real boundary point. If it is, it is considered as a boundary point, and if not, it is discarded.

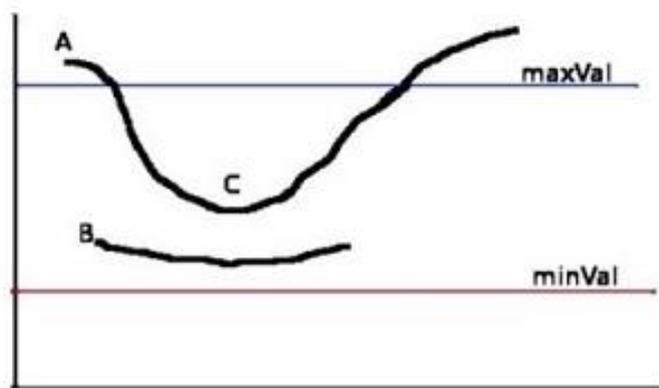


Figure 10. Dual Threshold

The plot of edge detection results is shown in Figure 11.



Figure 11. Graph of edge detection results

### 2.3.4 Ball detection

To complete the ball detection, this project uses the Hough circle transform in the Hough transform method.

The Hough transform is a feature extraction technique in image processing, and a set corresponding to a certain shape can be obtained from the Hough transform. To identify circles and lines in video data quickly, the Hough transform is a very effective technique.

After the edge information in the image is obtained through edge detection and the binary image is obtained, the HoughCircles function in OpenCV is used to detect the circles in the image. As it is shown in Figure 12, the position and number of underwater balls are detected.

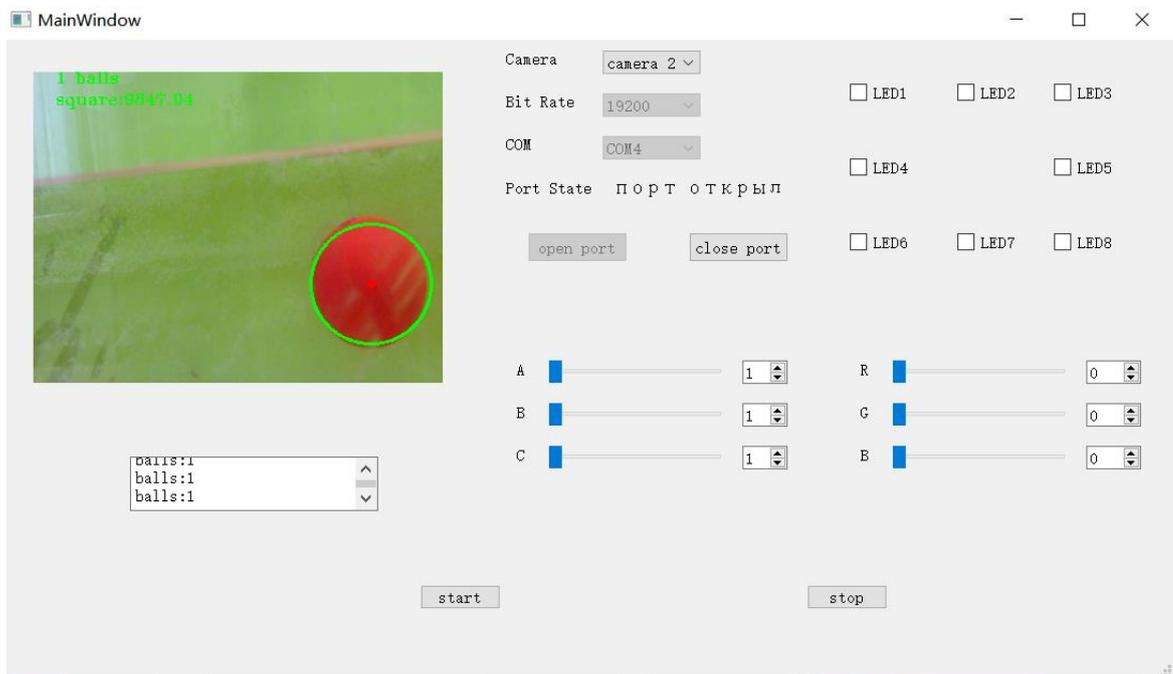


Figure 12. Underwater balls detection

### 2.3.5 Image optimization algorithm

In order to solve the problem that the image quality is too poor due to factors such as water body and light, which leads to the inability to accurately identify the underwater ball, a drag bar is designed on the GUI in this design, and the degree of image expansion and corrosion can be manually adjusted to highlight the characteristics of the ball. Improve the accuracy of ball recognition.

Dilation and erosion of an image is an operation that alters the shape of an image

by using convolution kernels (also called structuring elements).

The operation object of the dilation and erosion algorithm is a binary image, and the detection sphere in this design is a binary image obtained based on "canny" edge detection, so the dilation and erosion algorithm of the image is very suitable for use in this design.

In this design, by creating the expansion kernel and the erosion kernel, and calling the related functions, the expansion operation and erosion operation of the image are realized, and the opening operation and closing operation of the image can also be realized by adjusting the drag bar, and the image after the erosion. Expansion on the basis, or erosion on the basis of the expanded image, can better eliminate excessive noise, and highlight the characteristics of the target ball that are not particularly obvious, so as to achieve the purpose of accurately identifying the ball.

Figures 13–14 shows that the optimization algorithm optimizes and corrects the inaccurate identification caused by the excessive refraction of the image caused by the water surface tension, and completes the task of accurately detecting the ball.

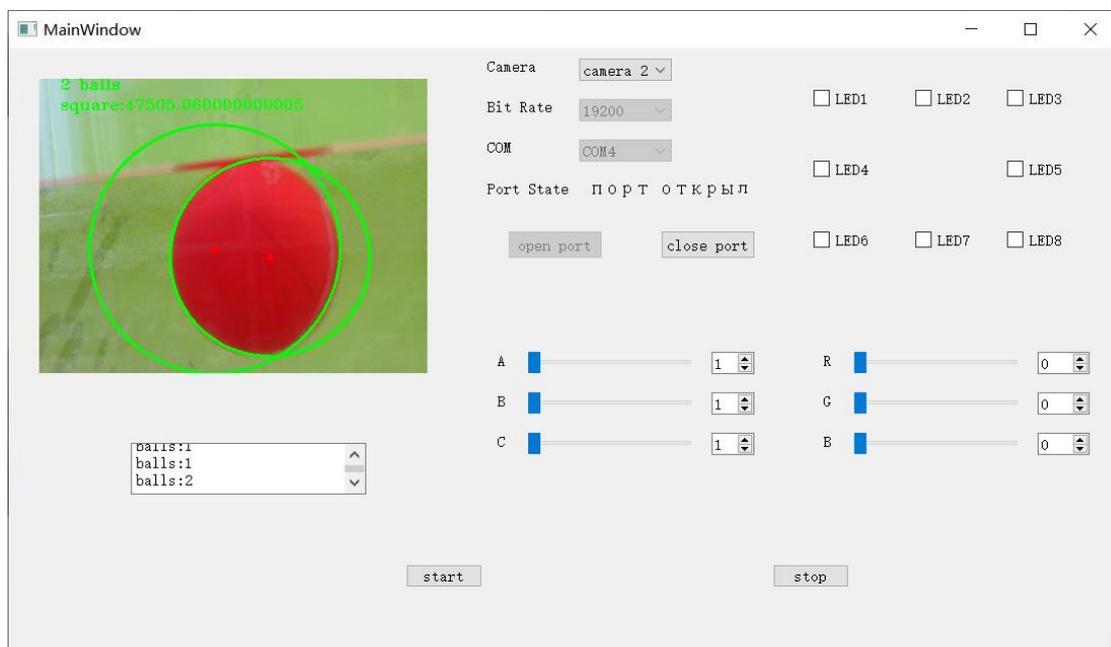


Figure 13. Ball detection (no optimization, error)

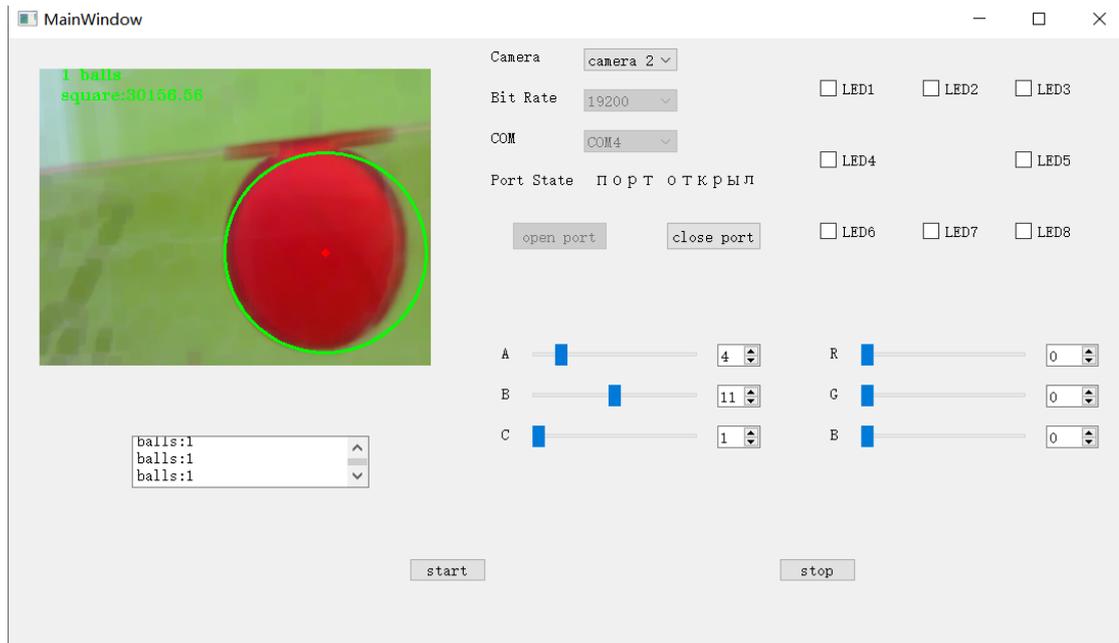


Figure 14. Ball Detection (Optimized, Accurate)

Under the influence of light, the image is cluttered and the detection error is caused, which can also be solved by this optimization method. As it is shown in Figures 15–16, by adjusting the degree of expansion and corrosion of the image to filter out the light reflected by the glass, the ball in the video is accurately detected.



Figure 15. Ball detection (no optimization, error)

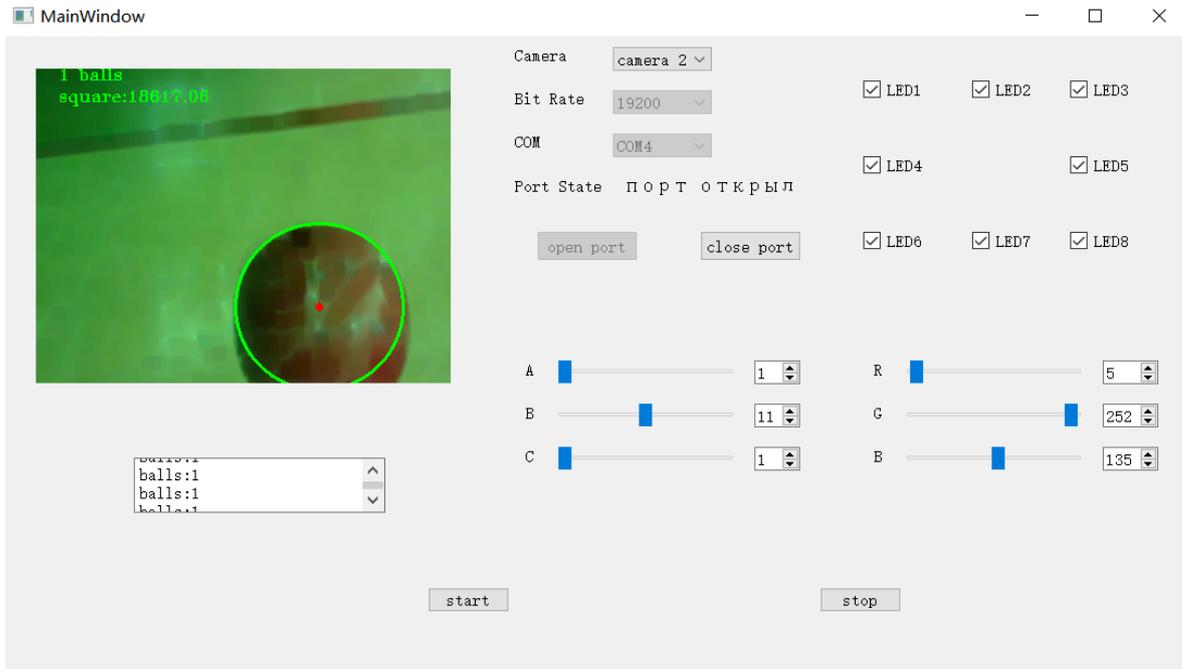


Figure 16. Ball Detection (Optimized, Accurate)

It can be seen from the experimental results that after adjusting the parameters to optimize the image, the influence of noise such as water surface stretching and light reflection on the image can be completely filtered out, and the purpose of accurately detecting the ball in various environments such as light and dim is achieved.

### Conclusion

The whole work of this design is divided into two parts. The first part is the hardware part. In the hardware part, the selection of components, the research and assembly of the circuit are completed. This part realizes that the signal sent by the host computer can be received and processed. Information such as the brightness and color of the lights in the lighting module. The second part is the research of underwater ball recognition algorithm and image optimization algorithm, which is the core part of this design. In this part, a user-friendly GUI program is designed, so that the user can accurately detect the number and position of the ball in various underwater situations through the GUI, including bright, dark, excessive refraction caused by underwater, light source. The purpose of accurate identification can be achieved by causing image confusion and other situations.

## Приложение Б

(справочное)

Таблица - Структура работы и распределения исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Выбор направления исследований	Руководитель Студент
	3	Подбор и изучение материала по теме	Студент
	4	Календарное планирование работа	Студент
Разработка технической документации и проектирование	5	Литературный обзор	Студент
	6	Разработка структурной схемы стенда	Студент Руководитель
	7	Выбор камеры	Студент
	8	Написание управляющей программы управления подсветкой и создание приложения	Руководитель, Студент
	9	Выбор основных компонентов подсветки	Руководитель, Студент
	10	Разработка макетов печатных плат	Руководитель, Студент

Продолжение таблицы

Разработка технической документации и проектирование	11	Дизайн графического интерфейса	Студент
	12	Разработка инструментов последовательного порта	Студент
	13	Разработка алгоритмов распознавания	Студент
	14	Исследование и программирование методов оптимизации изображений	Студент
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	15	Сборка системы подсветки	Студент Руководитель
	16	Подключиться к управляющей программе хост-компьютера	Студент
	17	Проведение экспериментальных испытаний	Студент Руководитель
Оформление отчета по НИР	18	Написание пояснительной записки	Студент

## Приложение В

(справочное)

Таблица – возможно опасных и вредных факторов

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документа
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Недостаточная освещенность	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.[25]
Повышенный уровень шума	-	+	-	СН2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.[26]
Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания[27]; ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны[28]
Поражение электрическим током	-	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие

				требования и номенклатура видов защиты[29].
--	--	--	--	---

Продолжение таблицы

Электромагнитное и электростатическое излучения	+	+	+	<p>ТОИ Р-45-084-01. «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере»[23];</p> <p>ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»[30];</p> <p>ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»[31];</p>
---	---	---	---	---