



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 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
ООП/ОПОП Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой
отрасли

Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Автоматизированная система управления установкой плазмохимической конверсии парниковых газов

УДК 681.51:661.971.088

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Чжан Юйсинь		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Киселев А. В.	К.Т.Н.		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Леонов С. В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Т. В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Сечин А. И.	Д.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман А. В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М.В.	К.Т.Н.		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)–1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)–2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)–3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)–4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(–ых) языке(–ах)
УК(У)–6	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально–историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)–7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)–8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)–9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно–технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)–1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)–2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно–коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)–3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)–4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)–5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
Профессиональные компетенции	
ПК(У)–1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции,

Код компетенции	Наименование компетенции
	средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)–2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико–механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)–3	готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)–4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)–5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)–6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)–7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и

Код компетенции	Наименование компетенции
	систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)–8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)–9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)–10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)–11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)–18	Способен аккумулировать научно–техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством,
ПК(У)–19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации,

Код компетенции	Наименование компетенции
	контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)–20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
ПК(У)–21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)–22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно–методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения



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 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
ООП/ОПОП Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Громаков Е.И.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
158Т92	Чжан Юйсинь

Тема работы:

Автоматизированная система управления установкой плазмохимической конверсии парниковых газов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 33–43/с от 02.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	09.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является идентификация короны в процессах газоплазменного разделения. Предметом разработки является программа автоматической идентификации короны.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	Получение экспериментальных данных; Обзор имеющихся изображений; Разработка алгоритмов и их программная реализация; Анализ полученных результатов.
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Татьяна Васильевна, доцент ОСГН ШБИП, к.э.н.
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович, профессор ООД ШБИП, д.т.н.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.02.2023
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		02.02.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Чжан Юйсинь		02.02.2023

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 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Уровень образования Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ–ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
158Т92	Чжан Юйсинь

Тема работы:

Автоматизированная система управления установкой плазмохимической конверсии парниковых газов
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	09.06.2023г
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2023 г.	Основная часть ВКР	60
30.05.2023 г.	Раздел «Социальная ответственность»	20
30.05.2023 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Киселев Александр Викторович	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Леонов Сергей Владимирович	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	К.Т.Н.		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Чжан Юйсинь		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 76 страниц, 23 рисунка, 15 таблиц, 12 источников литературы, 2 приложения.

Ключевые слова: корона, плазма, RGB, длина волны, спектр, HD–камера, OpenCV, Python, Pycharm.

Объектом исследования являются идентификация короны в процессах газоплазменного разделения.

Цель работы – разработка аппаратной части системы управления и разработка алгоритмов функционирования системы для автоматической идентификации короны, образующейся в процессе ионизации газовой плазмы.

В результате была разработана программа, способная идентифицировать корону и реализовано использование Python в сочетании с OpenCV. Реализовано распознавание короны

При выполнении выпускной квалификационной работы были использованы программные продукты Pycharm.

Результаты работы могут быть использованы для распознавания изображений короны и для распознавания других изображений, например, огонь.

Экономическая эффективность/значимость работы – около 200 000 рублей.

В будущем этот комплекс распознавания образов станет более точным и сможет использоваться в более тонкой работе.

Задачи выпускной квалификационной работы были выполнены в полном объеме, разработка соответствовала техническому заданию.

Содержание

Введение	12
1. Основной раздел.....	14
1.1 Описание технического процесса	14
1.2 Техническое обеспечение.....	15
1.2.1 Учебно–исследовательский стенд.....	15
1.2.2 Датчики расхода газа	16
1.2.3 Оборудование для очистки газа	20
1.2.4 Редукторы давления.....	22
1.2.5 Регулирующие клапаны.....	24
1.3 Методы реализации системы технического зрения	27
1.3.1 Цветовые пространства RGB	27
1.3.2 Световой поток.....	29
1.4 Применение средств программирования.....	32
1.4.1 Python.....	32
1.4.2 OpenCV	33
1.5 Программное обеспечение и оборудование для реализации системы технического зрения.....	37
1.5.1. PyCharm	37
1.5.2. Компьютер и камера	38
1.6 Практическая реализация систем технического зрения	40
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	44
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	44
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	44

3.1.2	Анализ конкурентных технических решений	45
3.1.3	SWOT– анализ.....	46
3.2	Планирование управления научно–техническим проектом	47
3.2.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	47
3.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	48
3.3	Бюджет научно–технического исследования (НТИ).....	51
3.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	54
4	Социальная ответственность	59
4.1	Введение	59
4.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	60
4.3	Производственная безопасность.....	60
4.3.1	Превышение уровня шума и вибрации	62
4.3.2	Недостаточная освещенность рабочей зоны	63
4.3.3	Отклонения показателей микроклимата.....	64
4.3.4	Нервно–психологические перегрузки	64
4.3.5	Риск поражения током, вызываемый разницей потенциалов	65
4.4	Экологическая безопасность.....	65
4.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	66
4.6	Выводы.....	67
	Заключение	68
	Список использованных источников	70
	Приложение А (Обязательное) Программный код	72
	Приложение Б (Обязательное) Программный код	74

Введение

Технология газовой плазмы – это широко используемая физическая технология, которая позволяет выполнять различные задачи путем возбуждения газа до состояния плазмы. Технология газовой плазмы – это широко используемая физическая технология, которая позволяет применять различные технологии путем возбуждения газа до состояния плазмы.

Газовая плазма – это смесь заряженных частиц и свободных электронов, образующаяся в результате ионизации некоторых или всех атомов и молекул газа. Технология газовой плазмы использует свойства плазмы, включая электропроводность, разрядные свойства и реактивность, в широком спектре приложений.

Корона – это явление электрического разряда в плазме, тесно связанное с плазменной технологией. Корона может стать причиной повреждения электрооборудования, электромагнитных помех и потери энергии не только для самого оборудования, но и для окружающей среды и людей. Поэтому точная идентификация наличия и характеристик короны имеет важное значение для эксплуатации и обслуживания оборудования.

В современном мире обработка изображений широко используется в автоматизированных системах управления и измерений. Она позволяет автоматизированным системам видеть и анализировать окружающую среду. В этом контексте системы машинного зрения становятся полезными инструментами. Машинное зрение предполагает анализ визуальной информации для принятия дальнейших решений и предпринятия определенных действий по отношению к объекту, на котором сфокусировано внимание.

Примером может служить автоматическая система пожаротушения с детектированием пламени. Алгоритм управления устройством в такой системе основывается на распознавании пламени, после чего происходит тушение пожара [1].

Исторически алгоритмы машинного зрения применялись в небольших производственных отраслях из-за высокой стоимости. Однако снижение

стоимости, повышение производительности и уменьшение энергопотребления электронных систем открыли путь к широкому использованию машинного зрения в различных промышленных отраслях. Внедрение их всё еще сложно, но оно стало гораздо проще и доступнее по сравнению с прошлым.

В данной статье технология машинного зрения применяется в автоматизированных системах управления газовой плазмой. С помощью USB-камеры происходит захват света и короны. Затем изображение обрабатывается и анализируется на компьютере. Объект определяется как принадлежащий к определенному классу на основе заданных критериев, таких как форма, геометрия, размер, текстура и цвет.

Если объект имеет простую форму, то его единственной характеристикой может быть контур, записанный на изображении вместе с его центральной точкой. Для оценки параметров и распознавания объекта в данном случае применяется контурный анализ изображения. Наиболее популярными на рынке остаются классические решения для камер, так как они предлагают небольшие затраты, легкую настройку системы координат и надежную классификацию объектов с простотой установки.

Процедурное распознавание короны – это очень актуальная технология, которая использует компьютерные алгоритмы и методы обработки данных для автоматического обнаружения и идентификации коронирующих явлений. Процедурное распознавание обеспечивает более быстрые, точные и надежные результаты, чем традиционное ручное наблюдение и суждение.

1. Основной раздел

1.1 Описание технического процесса

Технология газовой плазмы – это технология, использующая ионизацию газов для образования плазмы и применяемая в различных областях. Ниже приводится обзор общего процесса газоплазменной технологии.

1. Подача газа: во-первых, необходимо обеспечить подачу газа соответствующего типа и чистоты. Обычно используются такие газы, как аргон, азот и кислород, выбор которых зависит от требований конкретного применения.

2. Ввод газа в плазменную камеру: газ очищается (Отобранные газы очищаются для удаления возможных примесей и загрязнений. Это может быть достигнуто с помощью различного очистительного оборудования и методов, таких как фильтры, осушители, адсорбенты и т.д. Процесс очистки помогает обеспечить чистоту и качество газа) и кондиционируется из источника газа, а затем поступает в плазменную камеру. Это может быть достигнуто с помощью газовых клапанов и регуляторов потока, обеспечивающих стабильную и контролируемую подачу газа.

3. Возбуждение плазмы: газ возбуждается внешним источником возбуждения (например, высоким напряжением, радиочастотным полем, микроволнами и т.д.), который ионизирует или возбуждает атомы или молекулы в газе. Возбужденный газ образует плазму, т.е. смесь, содержащую заряженные частицы (ионы, электроны и т.д.) и нейтральные частицы.

4. Реакция плазмы и управление: сформированной плазмой можно управлять, регулируя параметры источника возбуждения (например, напряжение, частоту, мощность и т.д.) для управления природой и поведением плазмы. Это включает плотность плазмы, температуру, химическую реактивность и т.д.

5. Области применения: В зависимости от требований конкретного применения, сформированная плазма используется для соответствующей

обработки и применения. Это может включать плазменные дисплеи, плазменное травление, плазменное покрытие, плазменные медицинские применения и т.д.

6. Мониторинг и контроль: на протяжении всего процесса плазменной технологии необходимо отслеживать и контролировать свойства и поведение плазмы в режиме реального времени. Этому можно достичь с помощью датчиков, детекторов и систем мониторинга для обеспечения точности и стабильности плазменной обработки.

Важно отметить, что конкретные технологические процессы газоплазменной обработки зависят от области применения и оборудования. Например, технические процессы для плазменных дисплеев и плазменного травления будут иметь конкретные этапы и параметры для контроля. Поэтому для конкретного применения необходимо управлять и оптимизировать процесс в соответствии с конкретными техническими требованиями и характеристиками оборудования.

1.2 Техническое обеспечение

1.2.1 Учебно–исследовательский стенд

Для исследования процесса декарбонизации воздушной смеси был создан учебно–исследовательский стенд, выполненный с использованием: ионизатора, инфракрасных датчиков CO₂, ряда конструктивных элементов, а также средств автоматизации [2]. Функциональная схема стенда представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Функциональная схема устройства

1.2.2 Датчики расхода газа

Для контроля расхода подаваемого газа часто необходимо использовать устройства управления потоком, такие как расходомеры или клапаны управления потоком, которые помогают обеспечить стабильность и регулируемость потока газа. В технологии газовой плазмы расходомер – это устройство, используемое для измерения и контроля потока газа. Он предоставляет данные о расходе в режиме реального времени для обеспечения точного контроля и регулирования подачи газа. Ниже перечислены несколько распространенных типов расходомеров, используемых в технологии газовой плазмы.

1. Поплавковые расходомеры: поплавковый расходомер — это механический расходомер, определяющий расход путем измерения скорости, с которой газ толкает поплавков вверх. Поплавков уравнивается силами в текущем газе для достижения стабильного положения. Положение поплавка может быть считано по шкале или индикатору для определения расхода газа. Этот тип расходомера подходит для небольших диапазонов расхода и обычных газов.



Рисунок 2 – Ротаметр LZM–6T–O2

Как показано на рисунке 2. Ротаметр LZM–6T–O2 — акриловый поплавковый показывающий расходомер кислорода панельного типа, с

регулирующим вентилем, среда — газообразный кислород; расход от 0,1 до 25 л/мин, класс точности 5%, присоединение штуцер под шланг 8 мм и нар. резьба 1/8".

2. Тепловые расходомеры: тепловые расходомеры используют термисторы или термопары для измерения изменения температуры, вызванного потоком газа через датчик. Когда газ проходит через датчик, жидкость нагревается и вызывает изменение температуры, что приводит к изменению сопротивления или напряжения датчика. Измеряя это изменение, можно определить расход газа. Тепловые расходомеры подходят для широкого спектра измерений расхода газа, имеют быстрый отклик и высокую точность.

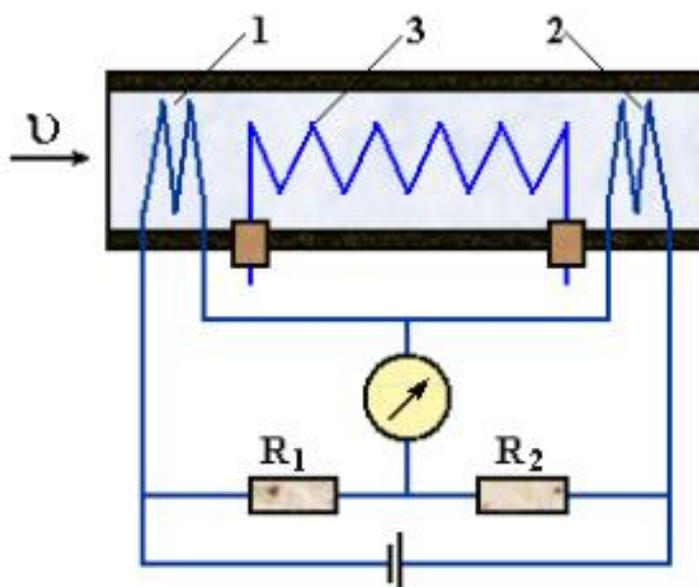


Рисунок 3 – Схема калориметрического расходомера.

Наибольшее распространение получили калориметрические расходомеры, особенно бесконтактные.

На рисунке 3 показана принципиальная схема калориметрического расходомера. В корпус трубопровода вмонтированы два термометра сопротивления 1 и 2 и нагреватель 3. Термометры сопротивления включены в плечи моста. При движении жидкости ее температура до нагревателя и после изменяется, что приводит к рассогласованию моста. При изменении расхода среды изменяется разность температур, которую измеряет автоматический измерительный мост [3].

3. Массовые расходомеры: Массовый расходомер – это устройство, которое непосредственно измеряет массовый расход газа. Как показано на рисунке 4. Он использует физические эффекты (такие как тепловое расширение или теплопроводность) или датчики для измерения изменения массы в потоке газа. Этот тип расходомера обеспечивает точные данные о массовом расходе, не зависящие от изменений давления и температуры газа. Массовые расходомеры подходят для приложений, где требуется точное измерение массового расхода, например, для плазменных реакторов и газоаналитических приборов.



Рисунок 4 – Схема массового расходомера типа Кориолиса

Для применения погружных расходомеров для измерения различных газов существуют специальные исполнения: на кислород, CO₂, метан. Особенное внимание следует уделить измерению расхода водорода (которое в ближайшем будущем может стать востребованным). Эта задача также решается с помощью специального исполнения SS 20.600. Для использования в потенциально взрывоопасной среде погружной расходомер может быть изготовлен во взрывозащищенном исполнении (ATEX).

4. Ультразвуковые расходомеры: Ультразвуковые расходомеры используют ультразвуковой преобразователь для измерения разницы во времени при прохождении газа через трубу. Ультразвуковой преобразователь излучает

ультразвуковой импульс, который распространяется в направлении потока газа и принимается другим преобразователем. Измеряя разницу во времени распространения, можно рассчитать скорость потока и расход газа. Ультразвуковые расходомеры подходят для больших диапазонов расхода и для измерения различных типов газов.

Эти расходомеры играют важную роль в технологии газовой плазмы, и важно выбрать правильный расходомер, чтобы обеспечить точные, стабильные и надежные измерения расхода газа. Для этого необходимо выбрать расходомер, основанный на специфических требованиях плазменной технологии и характеристиках газа, который может контролировать поток газа в режиме реального времени и предоставлять необходимые данные для обеспечения точного управления плазменным процессом.



Рисунок 5 – Ультразвуковые датчики расхода газа

Для того чтобы контролировать расход газа во всей системе, чтобы газ проходил через устройство равномерно, а также для повышения точности анализа программного обеспечения системы. В систему автоматического управления добавлен ультразвуковой датчик потока газа для управления скоростью вентилятора.

Ультразвуковой датчик использует скорость распространения ультразвуковых волн для измерения скорости потока газа. Как показано на рисунке 5. Он состоит из передатчика и приемника, которые измеряют скорость потока газа путем излучения ультразвуковых волн и приема их эхо-сигналов.

Скорость потока можно определить, вычислив разницу во времени между распространением ультразвуковых волн и расстоянием между датчиками.

1.2.3 Оборудование для очистки газа

В плазменной технологии фильтры, сушилки и адсорбенты обычно используются в качестве вспомогательного оборудования для обработки и очистки газа, а также для обеспечения стабильности и чистоты плазменного процесса. Ниже перечислены их функции и области применения.

1. Фильтры: Фильтры используются для удаления твердых частиц, капель жидкости и других примесей из газа. Как показано на рисунке 6. Эти примеси могут поступать из источника газа, из системы трубопроводов или из окружающей среды и, если их не удалять, могут оказывать негативное воздействие на плазму, например, оседая на рабочей поверхности или вызывая нестабильные газовые разряды. Фильтры могут эффективно удалять частицы и примеси и обеспечивать подачу чистого газа, если правильно подобрать фильтрующий материал и конструкцию. К распространенным типам фильтров относятся сажевые фильтры, гранулированные фильтры и фильтры с активированным углем.



Рисунок 6 – Компактный электростатический преципитатор

2. Сушители: осушители используются для удаления влаги и влажности из газов. Влага и влажность могут вызвать такие проблемы, как нестабильность плазмы, коронный эффект и коррозия. Как показано на рисунке 7. Осушители удаляют или уменьшают влагу в газе до необходимого уровня на основе

принципов адсорбции, конденсации или мембранного разделения. К распространенным типам десикаторов относятся адсорбционные, конденсационные и мембранные десикаторы.



Рисунок 7 –осушитель Пневмосистемы Wabco арт. 4324101027

3. Адсорбенты: адсорбенты используются для удаления примесей и вредных компонентов из газов. Как показано на рисунке 8. Они часто используются для специальных применений, таких как удаление органических веществ, масел и жиров, токсичных веществ из газов и т.д. Адсорбенты могут избирательно адсорбировать определенные компоненты для улучшения чистоты и очистки газа. К распространенным адсорбентам относятся активированный уголь, молекулярные сита и катализаторы.



Рисунок 8 – Адсорбционный осушитель воздуха OZEN OCD–H 3200
горячей регенерации

Эти вспомогательные устройства играют важную роль в технологии газовой плазмы, и их применение может быть выбрано и настроено в соответствии с конкретными требованиями плазменного процесса и требованиями к качеству газа. С помощью подходящей фильтрации, сушки и адсорбционной обработки можно уменьшить влияние примесей и повысить стабильность и надежность плазменного процесса.

1.2.4 Редукторы давления

Регулятор давления обычно используется в процессе подачи плазменного газа для контроля давления газа. Он регулирует давление газа, поступающего в плазменную систему, для обеспечения стабильной и контролируемой подачи газа. Ниже представлены два распространенных типа регуляторов давления.

1. Одноступенчатый регулятор давления газа: это самый распространенный и основной тип регулятора давления. Он состоит из регулируемой комбинации пружины и клапана. Газ поступает в регулятор давления со стороны высокого давления и регулируется клапаном и пружиной для снижения давления газа до требуемого рабочего давления. Когда давление газа превышает установленное значение, клапан автоматически закрывается, предотвращая дальнейшее повышение давления. Этот тип регуляторов давления подходит для относительно низких диапазонов давления и простых применений.



Рисунок 9 – Регулятор давления газа Reflux 819

Как показано на рисунке 9. Reflux 819 представляет собой пилотный регулятор выходного давления газа автоматического действия. Применяется на среднем и высоком давлении.

2. Многоступенчатые регуляторы давления для газов: для приложений, требующих более точного и стабильного регулирования давления, часто используются многоступенчатые регуляторы давления. Многоступенчатый регулятор давления состоит из нескольких ступеней давления, каждая из которых имеет отдельный регулятор. Газ проходит через ряд ступеней, каждая из которых снижает давление до достижения желаемого рабочего давления. Многоступенчатые регуляторы давления могут обеспечить большую точность и стабильность для плазменных установок с более высокими требованиями к давлению.

Такие регуляторы давления обычно имеют следующие характеристики и функции:

- диапазон регулировки: регулятор давления позволяет регулировать диапазон давления газа в соответствии с потребностями конкретного применения;

- точность и стабильность: регуляторы давления должны обладать высокой степенью точности и стабильности для обеспечения точного и стабильного выходного давления;

- защита от избыточного давления: регуляторы давления часто имеют защиту от избыточного давления, при которой клапан автоматически закрывается для предотвращения чрезмерного давления, когда входное давление газа превышает установленное значение;

- индикация выходного давления: некоторые регуляторы давления оснащены индикатором выходного давления, который позволяет контролировать и регулировать выходное давление в режиме реального времени;

- возможность регулировки: регуляторы давления часто имеют регулируемые настройки давления, которые могут быть точно настроены и оптимизированы по мере необходимости.

Для конкретного применения плазмы и требований системы необходимо выбрать регулятор давления соответствующего типа и размера. Важно обеспечить качество, надежность и совместимость регулятора давления с другими компонентами системы для достижения стабильной и контролируемой подачи плазмообразующего газа.

1.2.5 Регулирующие клапаны

В плазменной технологии регулирующие клапаны широко используются для управления потоком газа, давлением и направлением потока. Они играют ключевую роль в обеспечении точности, стабильности и управляемости плазменного процесса. Ниже перечислены несколько распространенных типов регулирующих клапанов:

1. Пневматические регулирующие клапаны: Пневматические регулирующие клапаны – это устройства, использующие пневматическую энергию или сжатый воздух для управления открытием, закрытием и потоком клапана. Как показано на рисунке 10. Они регулируют открытие клапана путем регулирования пневматического сигнала для управления потоком и давлением газа. Пневматические регулирующие клапаны обычно имеют быстрый отклик и высокую надежность и подходят для быстро меняющихся плазменных процессов.



Рисунок 10 – Пневматические регулирующие клапаны

Принцип действия таких клапанов основывается на возможности перекрытия воздушного потока при появлении обратного хода. Механизм, который организует эту работу изготавливается либо в виде шара, либо в виде золотника. Клапан открывается под давлением рабочей среды. А закрытие пневмоклапана в случае с золотниковым механизмом происходит под давлением собственной массы. У сферического клапана – благодаря действию обратного хода воздушной смеси. Принято считать, что шарообразный клапан работает более эффективно и позволяет минимизировать гидравлическое сопротивление воздушного потока. Пневмоклапаны такого типа бывают с пружиной или без неё.

2. Электрические регулирующие клапаны: Электрические регулирующие клапаны – это устройства, которые используют электродвигатель или электромагнитное устройство для управления открытием и закрытием и потоком клапана. Как показано на рисунке 11. Они регулируют открытие клапана путем получения электрического сигнала и преобразования его в механическую энергию. Электрические регулирующие клапаны обычно имеют возможность точного управления и диапазон регулировки для применения в плазме, где требуется точное управление.



Рисунок 11 – Регулирующий клапан с электрическим приводом

Клапаны с электроприводом преобразуют электрическую энергию в механическое усилие, которое приводит в действие запорный узел. Различают несколько типов приводных механизмов.

- Регулирующие клапаны с электроприводом. Такие устройства состоят из электрического привода, передаточного механизма и системы управления. В зависимости от диаметра клапана, они могут комплектоваться однофазным или трехфазными силовыми элементами постоянного, переменного тока. Например, аппаратуре большой мощности соответствует асинхронный трехфазный привод. Все клапаны с электроприводом имеют пульт ДУ, позволяющий дистанционно регулировать параметры среды.

- Устройства с электромагнитным приводом (блочным, встроенным), комплектуемые соленоидным механизмом или изделием с электромагнитной муфтой. Клапаны с соленоидным приводом предназначены для контроля систем двухпозиционной регулировки. Электромагнитные муфты трения или скольжения позволяют автоматически регулировать исполнительные элементы.

3. электромагнитные клапаны: электромагнитные клапаны – это устройства, которые управляют открытием и закрытием клапана с помощью электромагнитной силы. Как показано на рисунке 12. Обычно они используются для управления переключением и контролем потока газа. Соленоидные клапаны управляют потоком газа, контролируя ток в катушке соленоида, чтобы открыть или закрыть клапан. Соленоидные клапаны обычно используются для переключения и управления потоком газа в плазменных процессах.



Рисунок 12 – Клапан Электромагнитный Латунный Armatel LA–1010 Pro

4. Пропорциональные клапаны: Пропорциональные клапаны – это особый тип регулирующих клапанов, которые могут точно регулировать поток

газа в зависимости от изменения входного сигнала. Как показано на рисунке 13. Они регулируют открытие клапана с помощью пропорционального электромагнитного клапана или серводвигателя для достижения точного управления потоком. Пропорциональные клапаны широко используются в плазменных процессах, требующих точного регулирования и контроля.



Рисунок 13 –Пропорциональные клапаны

Эти регулирующие клапаны могут быть выбраны и сконфигурированы в соответствии с конкретным применением плазмы и требованиями системы. Важно обеспечить качество, надежность и совместимость регулирующего клапана с другими компонентами системы для достижения стабильного и точного управления плазмой.

1.3 Методы реализации системы технического зрения

1.3.1 Цветовые пространства RGB

Цветовое пространство – это модель, которая используется для представления цвета на основе цветовых координат. Оно создается таким образом, чтобы каждый цвет можно было представить в виде точки с определенными координатами.

Самым распространенным цветовым пространством для хранения цифровых изображений является RGB. В нем каждая из трех осей (каналов) соответствует определенному цвету: красному, зеленому и синему. Каждому каналу выделяется 8 бит информации, что позволяет интенсивности цвета на

каждой оси принимать значения в диапазоне от 0 до 255. Все цвета в цифровом пространстве RGB получаются путем смешивания трех основных цветов.

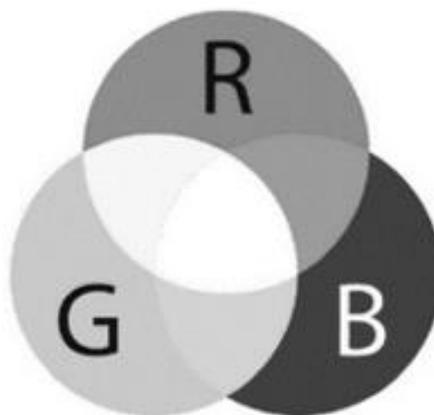


Рисунок 14 – Цветовая модель RGB

Цветовая модель RGB, представленной на рис. 14 (Red, Green, Blue: красный, зеленый, синий), имеются другие цветовые пространства, использование которых может оказаться более предпочтительным или удобным [4].

Цветовая модель RGB также известна как модель аддитивного смешения цветов. В соответствии с принципом трех основных цветов количество света выражается в единицах света основного цвета. В цветовой модели RGB любой цветовой свет F может быть образован путем добавления и смешивания различных компонентов R , G и B , и выражение выглядит так: $F=r[R]+g[G]+b[B]$. Когда все три компонента основного цвета равны 0, F — это черный свет; когда все три компонента основного цвета равны 1, F — это белый свет. Цветовая модель RGB включает в себя практически все цвета, воспринимаемые человеческим зрением. Цветовое пространство RGB можно описать кубом, как показано на рисунке 15. F — точка в координатах этого куба, которая представляет любой цвет. Настройка любого из трехцветных коэффициентов r , g и b изменит значение координаты F , тем самым изменив значение его цвета.

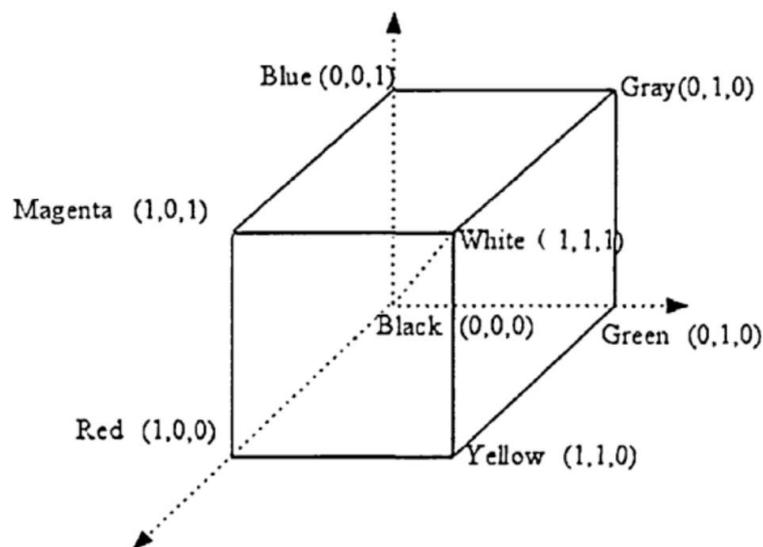


Рисунок 15 – Цветовая модель RGB

В целом, цветовой диапазон короны, идентифицированный методом RGB, может быть определен в соответствии с цветовыми характеристиками короны. Вот несколько примеров распространенных настроек цветового диапазона короны:

1. Красный:

- нижний предел: [150, 0, 0];
- лимит: [255, 100, 100].

2. Синий:

- нижний предел: [0, 0, 100];
- максимум: [100, 100, 255].

3. Зеленый:

- нижний предел: [0, 100, 0];
- максимум: [100, 255, 100].

1.3.2 Световой поток

Световой поток – это производная величина потока излучения, оцененная в соответствии с международным стандартом визуальных свойств человека, выраженная символом Φ (или Φ_r). Связь между световым потоком и потоком излучения определяется следующим образом:

$$\Phi = k_m \int V(\lambda) \Phi_{e\lambda} d\lambda \quad (1)$$

где K_m – максимальное значение спектральной световой визуальной эффективности, равное 683 лм/Вт;

$V(\lambda)$ – стандартная функция спектральной световой эффективности, определенная Международной комиссией по освещению (CIE);

$\Phi_{e\lambda}$ – спектральная плотность потока излучения. Единицей измерения светового потока является лм (люмен);

λ – спектральная световая эффективность.

1 лм равен световому потоку, излучаемому точечным источником с равномерной силой света 1 кд (кандела) при единичном стереоугле 1 sr (сферичность), т.е. 1 лм = 1 кд·sr. Обычная лампа накаливания мощностью 40 Вт имеет номинальный световой поток 360 лм, люминесцентная лампа дневного света мощностью 40 Вт имеет номинальный световой поток 2100 лм. лм, в то время как стандартная натриевая лампа высокого давления мощностью 400 Вт может иметь световой поток до 48 000 лм.

λ : Длины волн, на самом деле человеческий глаз реагирует только на видимый свет с длиной волны от 380 до 780 нм, и принято называть световые волны ниже 380 нм ультрафиолетовыми (УФ), а выше 780 нм – инфракрасными (ИК), что также отражено в зрительной функции $V(\lambda)$.

$V(\lambda)$: кривая относительной спектральной чувствительности человеческого глаза, также известная как кривая зрительной функции, является результатом многочисленных испытаний человеческого глаза и описывает силу реакции человеческого глаза на различные длины волн света.

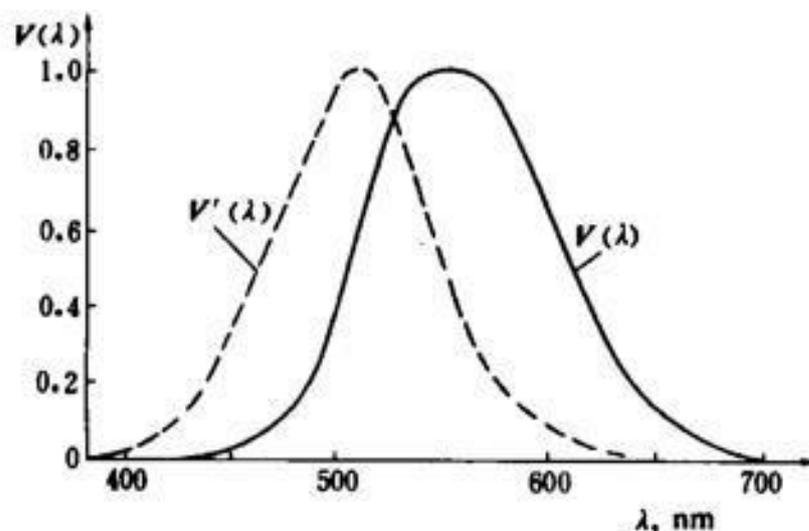


Рисунок 16 – Кривая $v(\lambda)$

Как показано на рисунке 16. Сплошная линия – светлое зрение; пунктирная линия – темное зрение

1.3.2.1 Спектр

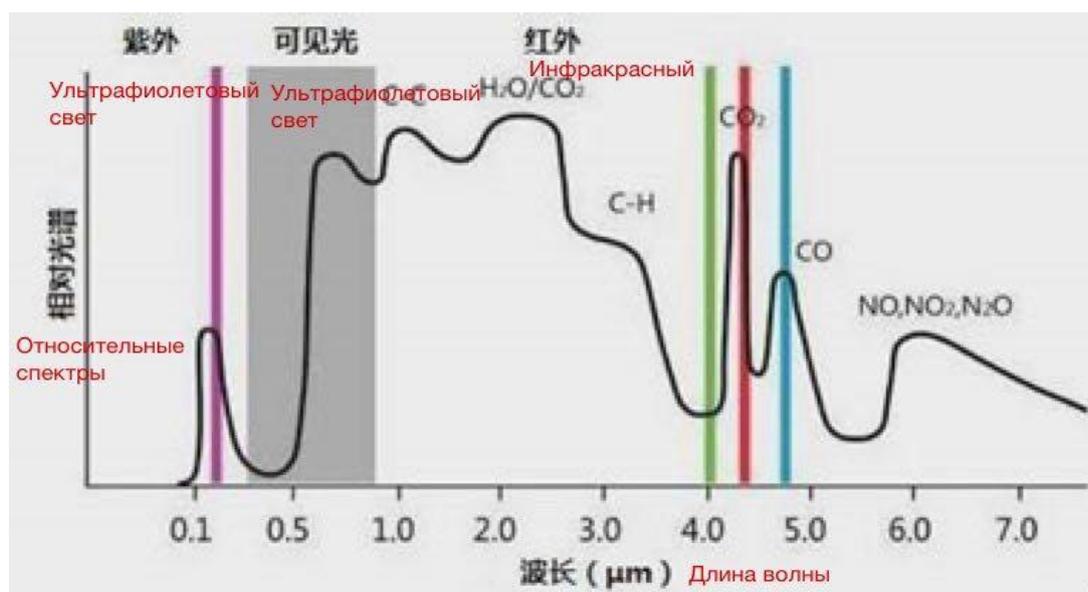


Рисунок 17 – Типичная диаграмма спектра излучения

Красный и ультрафиолетовый спектры, излучаемые при горении различных веществ, отличаются, но из зарисовки спектра пламени видно, как показано на рисунке 17, что поднимаются три кривые излучения пламени, одна из которых находится ниже $0,28\mu\text{m}$ в ультрафиолетовом диапазоне, а две другие – вблизи $4,3\mu\text{m}$ и $4,6\mu\text{m}$ в инфракрасном диапазоне, где кривая излучения дневного света на поверхности находится точно на впадине.

Корона – это явление плазменного разряда с диапазоном длин волн обычно в ультрафиолетовой и видимой областях. Диапазон составляет: от 100 нм до примерно 750 нм. Это означает, что спектр, создаваемый коронными разрядами, включает ультрафиолетовые, видимые и, возможно, некоторые инфракрасные компоненты.

Однако важно отметить, что на спектральный диапазон коронных разрядов может влиять множество факторов, включая состав газа, напряжение разряда, ток разряда и материал электрода. Различные условия разряда и экспериментальные установки могут привести к различным спектральным характеристикам и диапазонам длин волн.

В настоящей работе мне необходимо определить коронный разряд в общих условиях.

1.4 Применение средств программирования

1.4.1 Python

Python (по-русски иногда называют "питон") – это высокоуровневый язык программирования общего назначения, который стремится улучшить производительность разработчика и читаемость кода [5]. Синтаксис ядра Python прост и минималистичен, но стандартная библиотека включает большое количество полезных функций.

Разработка Python началась в конце 1980-х годов Гвидо ван Россумом, сотрудником голландского института. Он создал язык Python как расширяемый скриптовый язык для распределенной операционной системы Amoeba. В феврале 1991 года Гвидо опубликовал исходный код Python в группе новостей alt.sources. С самого начала Python был разработан как объектно-ориентированный язык.

В декабре 2008 года была выпущена первая версия Python 3000 (или Python 3.0), которая внесла значительные изменения в архитектуру языка с сохранением совместимости со старыми версиями Python. В настоящее время существуют две ветви развития языка: Python 3.x и Python 2.x.

Python поддерживает несколько парадигм программирования, включая структурное, объектно–ориентированное, функциональное, императивное и аспектно–ориентированное программирование. Он имеет динамическую типизацию, автоматическое управление памятью, полную интроспекцию, механизм обработки исключений, поддержку многопоточности и удобные высокоуровневые структуры данных. Код на Python организуется в функции и классы, которые могут быть объединены в модули и пакеты.

PyCharm является одной из наиболее популярных и полнофункциональных сред разработки для Python. Разработана компанией JetBrains на основе IntelliJ IDEA, PyCharm предоставляет широкий набор инструментов для написания кода и визуального отладчика. Существуют две версии: бесплатная PyCharm Community Edition, лицензированная под Apache License, и платная PyCharm Professional Edition с дополнительной функциональностью.

Выбор Python в качестве языка программирования обусловлен его простотой, низким порогом вхождения, обширной документацией и большим количеством обучающих материалов, доступных в Интернете. Кроме того, Python предоставляет возможность работать с библиотекой OpenCV для обработки изображений.

1.4.2 OpenCV

OpenCV – это одно из наиболее популярных программных обеспечений для реализации компьютерного зрения. Как показано на рисунке 18. Это библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым исходным кодом. Она была разработана с 1998 года, сначала в компании Intel, а затем в Itseez с активным участием сообщества разработчиков [6]. OpenCV реализована на языках C/C++, и также существуют версии для других языков, таких как Python, Java, Ruby, Matlab, Lua и других.



Рисунок 18 – OpenCV

OpenCV распространяется под открытой лицензией, что позволяет свободно и бесплатно использовать библиотеку как в открытых проектах с открытым исходным кодом, так и в коммерческих проектах. Её можно использовать целиком или выбирать только необходимые компоненты для интеграции в собственный проект. Единственное требование лицензии – включение копии лицензии OpenCV в сопровождающие материалы проекта.

Благодаря свободной лицензии OpenCV широко применяется компаниями, организациями и университетами, включая NVidia, Willow Garage, Intel, Google и Stanford University. Некоторые из этих организаций, включая NVidia и WillowGarage, частично спонсируют разработку библиотеки.

OpenCV имеет многомерную архитектуру, состоящую из 16 модулей, и включает около 1000 алгоритмов. Библиотека поддерживает основные операционные системы, включая MS Windows, Linux, Mac, Android и iOS. Она также предоставляет возможность использования сторонних библиотек, таких как OpenNI для работы с устройством Kinect и TBB для разработки параллельных программ [6].

OpenCV Architecture and Development

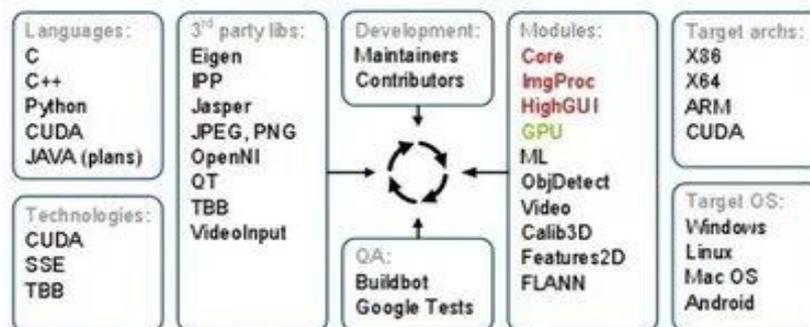


Рисунок 19 – Архитектура OpenCV

Библиотеку OpenCV можно разделить на четыре основных раздела, включающих следующие модули. Как показано на рисунке 19.

1. Модули Core и HighGUI: они реализуют базовую функциональность библиотеки. В модуле Core представлены базовые структуры данных, математические функции, генераторы случайных чисел, линейная алгебра, быстрое преобразование Фурье и другие основные операции. Модуль HighGUI отвечает за ввод и вывод изображений и видео, а также работу с форматами XML, YAML и другими.

2. Модули ImgProc и Features2D: они предоставляют функциональность для обработки изображений. Модуль ImgProc включает фильтрацию, геометрические преобразования, преобразование цветовых пространств, сегментацию, обнаружение особых точек и ребер, анализ контуров и другие операции. Модуль Features2D используется для работы с особыми точками и их дескрипторами, а также для выполнения операций по сопоставлению и поиску объектов на изображениях.

3. Модули Video, ObjDetect и Calib3D: они связаны с обработкой видео и трехмерного анализа. Модуль Video включает алгоритмы для анализа движения, отслеживания объектов и оптического потока. Модуль ObjDetect предоставляет средства для детектирования объектов на изображениях. Модуль Calib3D

отвечает за калибровку камеры, вычисление положения объектов в пространстве, построение карт глубины и другие задачи трехмерного анализа.

4. Модуль ML: он реализует алгоритмы машинного обучения. В этом модуле доступны методы ближайших соседей, наивный байесовский классификатор, деревья решений, бустинг, градиентный бустинг деревьев решений, случайный лес, машина опорных векторов, нейронные сети и другие алгоритмы.

Общая схема типичного приложения, использующего OpenCV для решения задач компьютерного зрения, представлена на рисунке 20. Это демонстрирует, как модули и функции библиотеки могут быть комбинированы для достижения конкретных целей в области компьютерного зрения.

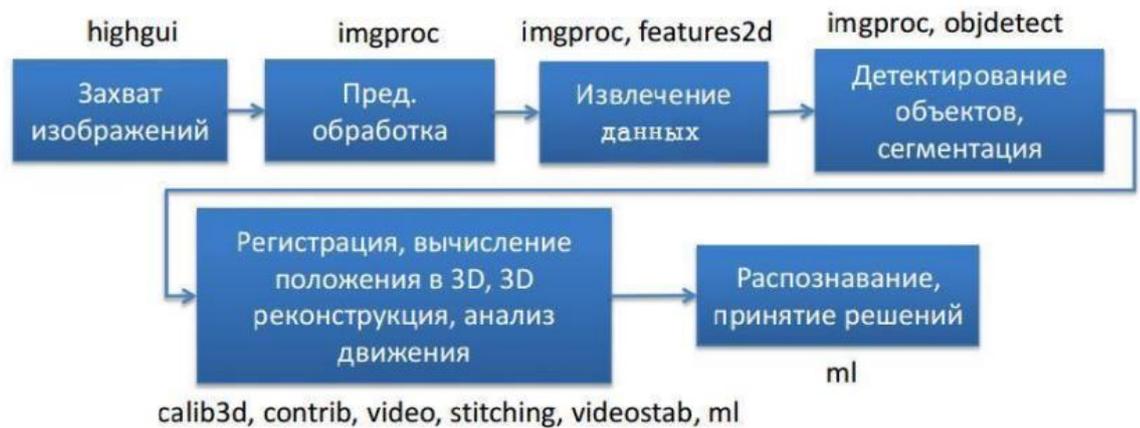


Рисунок 20 – Общая структурная схема приложения на OpenCV

Процесс начинается с захвата изображений с помощью модуля HighGUI. Этот модуль позволяет считывать изображения из файлов или видео, а также получать данные сетевой камеры через соответствующий сетевой протокол.

1.5 Программное обеспечение и оборудование для реализации системы технического зрения

1.5.1. PyCharm

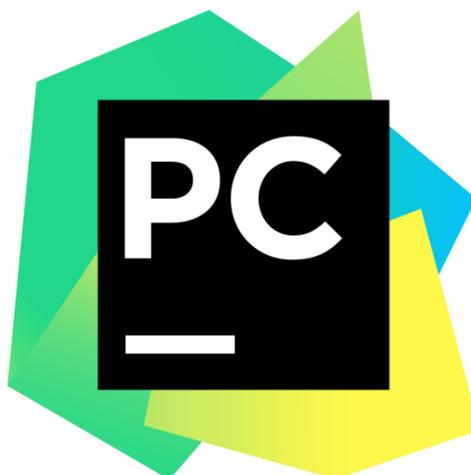


Рисунок 21 – PyCharm

PyCharm – это широко используемая интегрированная среда разработки (IDE) для разработки и отладки языка программирования Python. Как показано на рисунке 21. В области компьютерного зрения PyCharm служит для следующих целей.

1. Разработка и отладка кода: PyCharm предоставляет мощные возможности редактирования кода, включая подсветку синтаксиса, автодополнение кода, рефакторинг кода и другие функции, что делает разработку алгоритмов компьютерного зрения более эффективной и удобной. PyCharm также поддерживает отладку и установку точек останова кода, что может помочь разработчикам быстро находить и решать проблемы.

2. Управление библиотеками и пакетами: компьютерное зрение часто требует использования различных библиотек и пакетов с открытым исходным кодом, таких как OpenCV, TensorFlow, PyTorch и т.д. PyCharm предоставляет удобный инструмент управления библиотеками и пакетами для легкой установки, управления и обновления необходимых библиотек и пакетов, упрощая процесс управления зависимостями в проектах компьютерного зрения.

3. Контроль версий: PyCharm интегрируется с популярными системами контроля версий, такими как Git, чтобы легко управлять и отслеживать историю

версий вашего кода. В проектах компьютерного зрения контроль версий важен для совместной разработки и отслеживания изменений кода, а функция контроля версий PyCharm помогает членам команды лучше сотрудничать и управлять кодом.

4. **Интерактивная разработка и отладка:** PyCharm предоставляет интерактивный интерпретатор Python, который позволяет быстро проводить эксперименты и отладку в процессе разработки. Для разработки и отладки алгоритмов компьютерного зрения эта функция очень полезна и может помочь в просмотре результатов обработки изображений в реальном времени, отладке логики алгоритма и т.д.

5. **Инструменты визуализации и поддержка плагинов:** PyCharm поддерживает множество инструментов визуализации и плагинов, которые могут помочь разработчикам понять и представить результаты алгоритмов компьютерного зрения более интуитивно. Например, PyCharm может быть интегрирован с Jupyter Notebook для облегчения визуализации данных и экспериментов с использованием интерактивной среды Notebook.

В Целом, роль PyCharm в компьютерном зрении заключается в предоставлении мощной среды разработки, которая поддерживает разработку кода, отладку, управление библиотеками, контроль версий и другие функции, которые делают разработку алгоритмов компьютерного зрения более эффективной, надежной и наглядной.

1.5.2. Компьютер и камера

В процессе анализа реакции были выбраны недорогие HD-камеры для съемки видео и изображений, позволяющих применять и анализировать систему технического зрения.



Рисунок 22 – HD–камеры

Роль компьютерного распознавания HD–камер может быть многогранной, и ниже перечислены несколько основных функций.

1. Видеонаблюдение и безопасность: HD–камеры захватывают богатые деталями изображения и видео, которые компьютеры могут анализировать и распознавать для обеспечения наблюдения и управления безопасностью в режиме реального времени. Как показано на рисунке 22. Например, компьютеры могут обнаруживать и предупреждать об аномальном поведении, распознавать лица или транспортные средства и т.д. для улучшения безопасности и наблюдения.

2. Распознавание и анализ изображений: компьютеры могут использовать высококачественные изображения, полученные с помощью камер высокой четкости, для распознавания и анализа изображений. С помощью алгоритмов компьютерного зрения и методов искусственного интеллекта можно распознавать и анализировать объекты, сцены, текст и другое содержимое изображений. Эта технология может применяться в таких областях, как автономное вождение, интеллектуальное дорожное движение, поиск изображений, распознавание объектов и т.д.

3. Видеоконференции и удаленное сотрудничество: HD–камеры могут обеспечить четкое, детальное видеоизображение, делая удаленные конференции и сотрудничество более яркими и реалистичными. Распознавая и обрабатывая

видео с камеры, компьютер может распознавать лица, жесты, фоновое боке и другие функции для улучшения опыта и эффекта удаленного сотрудничества.

4. Виртуальная реальность и дополненная реальность: HD–камеры могут использоваться для захвата движений пользователя и окружающей среды, а компьютеры могут реализовать взаимодействие и опыт виртуальной и дополненной реальности посредством распознавания и анализа данных камеры. Например, камера может быть использована для распознавания позы и движений пользователя, чтобы обеспечить игры с датчиком тела или взаимодействие с виртуальной реальностью; или камера может быть использована для съемки окружающей среды и вписывания виртуальных элементов в реальный мир, чтобы обеспечить приложения дополненной реальности.

В целом, роль HD–камер с компьютерным распознаванием включает такие области, как безопасность наблюдения, распознавание и анализ изображений, удаленное сотрудничество и виртуальная реальность для обеспечения более интеллектуального, эффективного и захватывающего опыта и услуг.

1.6 Практическая реализация систем технического зрения

Из-за ограниченного оборудования и HD–камеры, используемой для идентификации цели, я использовал метод RGB для ее идентификации.

Используя метод RGB, я разработала программы распознавания пламени. Изменив соответствующие параметры и модернизировав программу соответствующим образом, поверх программы распознавания пламени я успешно разработала программу распознавания короны, образующейся при ионизации газовой плазмы. Основная программа приведена в Приложении Б.

В коде я определяю цветовой диапазон: он определяется как от 50 до 255 для синего канала, от 50 до 255 для зеленого канала и от 50 до 255 для красного канала. Вся программа использует библиотеку OpenCV2, а также библиотеку массивов numpy, которые обеспечивают эффективное решение. В начале программы определены несколько параметров для облегчения отладки. Программа является модульной в терминах функций и модульной в терминах

функций, что имеет то преимущество, что облегчает разукрупнение функций и упрощает модификацию и обновление.

Результатом работы данной программы представлен на рисунке 23.

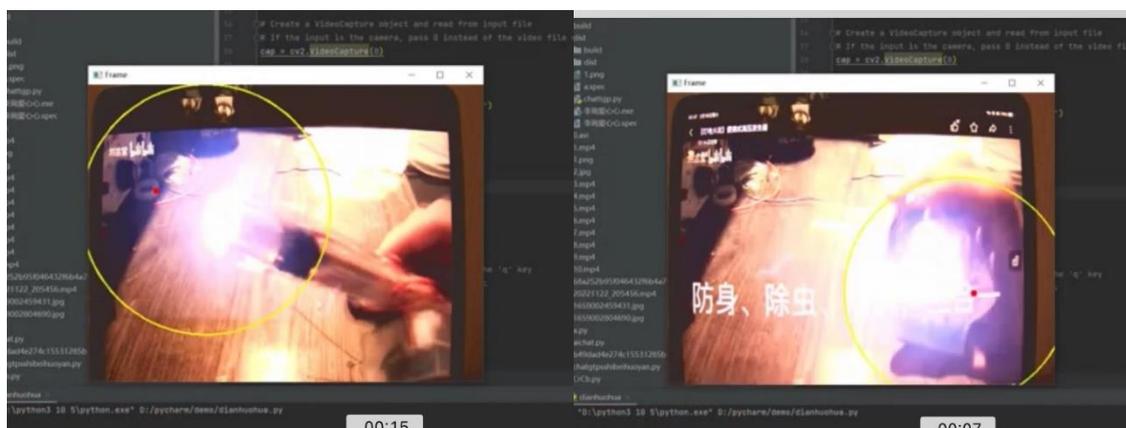


Рисунок 23 – Изображение результатов распознавания

Его программная реализация представлена на листинге 1.

Листинг 1 – Код процедуры идентификации короны

```
1. import cv2
2. import numpy as np
3. # Define the lower and upper boundaries for a color to be considered "blue"
4. lower_blue = np.array([50, 50, 50])
5. upper_blue = np.array([255, 255, 255])
6.
7. def detect_spark(frame):
8.     # Convert the frame from BGR to HSV color space
9.     hsv_frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)
10.
11.     # Threshold the HSV image to get only blue colors
12.     mask = cv2.inRange(hsv_frame, lower_blue, upper_blue)
13.
14.     # Apply a series of erosions and dilations to the mask using an elliptical kernel
15.     kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (5, 5))
16.     mask = cv2.erode(mask, kernel, iterations=2)
17.     mask = cv2.dilate(mask, kernel, iterations=2)
18.
19.     # Find contours in the mask and calculate the center of the largest one
20.     contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL,
21. cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
22.     if len(contours) > 0:
23.         c = max(contours, key=cv2.contourArea)
24.         ((x, y), radius) = cv2.minEnclosingCircle(c)
25.         M = cv2.moments(c)
26.         center = (int(M["m10"] / M["m00"]), int(M["m01"] / M["m00"]))
27.         # Draw a circle around the largest contour and mark the center
28.         if radius > 10:
29.             cv2.circle(frame, (int(x), int(y)), int(radius), (0, 255, 255), 2)
30.             cv2.circle(frame, center, 5, (0, 0, 255), -1)
```

Продолжение листинга 1

```
26.     return True
27.     return False

28.     # Create a VideoCapture object and read from input file
29.     # If the input is the camera, pass 0 instead of the video file name
30.     cap = cv2.VideoCapture(0)

31.     # Check if camera opened successfully
32.     if (cap.isOpened() == False):
33.         print("Error opening video stream or file")

34.     # Read until video is completed
35.     while (cap.isOpened()):
36.         # Capture frame-by-frame
37.         ret, frame = cap.read()
38.         if ret == True:
39.             # Detect sparks in the current frame
40.             spark_detected = detect_spark(frame)
41.             # Display the resulting frame
42.             cv2.imshow('Frame', frame)

43.             # Exit the loop if the user presses the 'q' key
44.             if cv2.waitKey(25) & 0xFF == ord('q'):
45.                 a. break

45.     # Break the loop if the video has ended
46.     else:
47.         break

48.     # Release the VideoCapture object and close all windows
49.     cap.release()
50.     cv2.destroyAllWindows()
```

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Т92	Чжан Юйсинь

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально–технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Среднерыночные цены РФ для определения стоимости материальных ресурсов. Нормативные документы НИ ТПУ, ФЗ «О минимальном размере оплаты труда» для определения оплата труда исполнителей проекта
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент 30%Тариф на электричество – 3,16 руб./кВт·ч Накладные расходы 20%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные внебюджетные фонды 30%;

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Представить оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Разработать план научно–исследовательских работ, определить трудоёмкость и рассчитать затраты.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определить интегральные показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности разработки. Рассчитать сравнительную эффективность проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений. 2. Матрица SWOT–анализа 3. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей 4. Временные показатели проведения НИ 5. Бюджет НИ 6. Оценка характеристик вариантов исполнения 7. Сравнительная эффективность разработки.
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2023
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН, ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	канд.экон.наук		01.03.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Чжан Юйсинь		01.03.2023

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Целевой рынок – это университеты, проводящие исследования в области интеллектуального компьютерного зрения и распознавания образов, а также различные исследовательские центры, разрабатывающие и эксплуатирующие оборудование для автоматического управления.

Для того чтобы проанализировать потребителей, необходимо рассмотреть целевой рынок и сегментировать его. Рынок подразделяется по двум основным критериям: сфера деятельности и размер организации. Карта сегментации показана на таблице 1.

Таблица 1– Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности		
		Научные исследования	Проектирование оборудования	Образовательная деятельность
Размер	Мелкие			
	Средние			
	Крупные			

Таким образом, на основе анализа карты сегментирования, можно сделать вывод, что для реализации разработки подходят образовательные учреждения, а также крупные организации, проводящие научные исследования и проектирование оборудования в сфере автоматического управления, так как стенд необходим для исследований, которые подразумевают в дальнейшем обширную модернизацию оборудования и внедрение новых технологий.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Как показано на таблице 2

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто – способность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк2	Кк2
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,10	5	1	5	0,50	0,10	0,50
2. Удобство в эксплуатации	0,14	4	4	5	0,56	0,56	0,70
3. Надежность	0,12	5	4	3	0,60	0,48	0,36
4. Безопасность	0,09	4	5	5	0,36	0,45	0,45
5. Минимизация ошибок учета	0,06	4	4	3	0,24	0,24	0,18
6. Ремонтпригодность	0,09	5	4	4	0,45	0,36	0,36
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Послепроектное сопровождение	0,12	4	5	4	0,48	0,60	0,48
2. Срок эксплуатации	0,10	4	5	3	0,40	0,50	0,30
3. Конкуренто способность	0,08	3	4	4	0,24	0,32	0,32
4. Уровень проникновения на рынок	0,10	2	4	5	0,20	0,40	0,50
Итого	<i>1</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>41</i>	<i>4,03</i>	<i>4,01</i>	<i>4,15</i>

Из полученных расчетов можно сделать вывод, что разработанный стенд не уступает конкурентам в технических критериях – превосходит в улучшении производительности и уровне автоматизации, а также составляет конкуренцию в экономических критериях, а именно в цене, но проигрывает в уровне проникновения и сроках выхода на рынок, однако техническое превосходство разработанного стенда позволит ускорить его внедрение на рынок

3.1.3 SWOT– анализ

Для того чтобы получить четкую оценку проекта и его перспектив, был проведен SWOT–анализ. Как показано в таблице 3

Таблица 3 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно–исследовательского проекта(S):</p> <p>С1. Возможность использования стенда в учебных целях.</p> <p>С2. Экологичность технологии.</p> <p>С3. Низкая стоимость.</p> <p>С4. Доступная для перепланировки.</p> <p>С5. Актуальность разработки.</p>	<p>Слабые стороны научно–исследовательского проекта (W) :</p> <p>Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой.</p> <p>Сл2. Опытно–наладочных работ.</p> <p>Сл3. Дефектный алгоритм управления.</p>
<p>Возможности (O) :</p> <p>Б1. Исследовать более эффективный алгоритм.</p> <p>Б2. Получить гранты на исследования.</p> <p>Б3. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>Б4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, <i>используемые при научных исследованиях</i></p> <p>Б5. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Снижение человеческого фактора возможность проведения исследований в автоматизированном режиме, отсутствие задействовать специалистов знающих лабораторное оборудование повышают спрос.</p> <p>Изучение технологического процесса даст возможность использования полученной информации для написания статей и привлечения интереса фондов поддержки проектов.</p>	<p>Алгоритм недостаточно точен и нуждается в усовершенствовании</p>

Продолжение таблицы 3

<p>Угрозы (Т) :</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p> <p>У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>	<p>Актуальность разработки и отсутствие труднодоступного оборудования устранит отсутствие спроса на проект. Полученные из исследований технологического процесса данные позволят усовершенствовать стенд и выделить проект среди конкурентов, а также увеличить объем рынка сбыта. Использование стенда в учебных целях может увеличить рынок сбыта.</p>	<p>Медленный вывод на рынок разработанного стенда могут способствовать значительному отставанию от конкурентов. Конструктивные и технические недостатки могут быть весомой причиной отсутствия спроса на стенд.</p>
--	--	---

Разработанный SWOT–анализ позволил дать оценку внутренней и внешней среды проекта, выявить сильные и слабые стороны, а также определить дальнейшие пути развития. Для уменьшения угроз и борьбы со слабыми сторонами необходимо:

- совершенствовать степень безопасности стенда и разработать систему аварийной защиты;
- производить анализ деятельности конкурентов на рынке и действовать на опережение, расширяя функционал системы и повышая качество элементной базы;
- повысить эффективность программы и уменьшить количество арифметической мощности, необходимой для работы программы.

3.2 Планирование управления научно–техническим проектом

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, студент
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка модели объекта	студент
	6	Разработка функциональной схемы автоматизации	студент
	7	Разработка структурной схемы и схемы информационных потоков	студент
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, студент
Проведение ОКР			
Разработка технической документации и проектирование	10	Основы программирования	студент
	11	Реализация функций распределения	студент
	12	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	студент
	13	Ввод в эксплуатацию с датчиками	студент
Проверка результатов	14	Проверка работы руководителем	Руководитель, студент
Оформление отчета по НИР	15	Составление пояснительной записки	студент

По итогам определения структуры работ в рамках реализации проекта, было определено 7 основных этапов, состоящих из 15 работ, при этом исполнителем большей части работ является студент.

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Как правило, затраты на оплату труда составляют большую часть стоимости разработки, поэтому неотъемлемым действием определения

ресурсоэффективности является определение трудоемкости работ участников проектирования.

Среднее значение трудоемкости $T_{ожі}$ рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ожі} = \frac{3 \cdot T_{mini} + 2 \cdot T_{maxi}}{5} \quad (2)$$

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

T_{mini} – минимальная трудоемкость i -ой работы, чел/дн.;

T_{maxi} – максимальная трудоемкость i -ой работы, чел/дн.

С помощью рассчитанной ожидаемой трудоемкости работ можно вычислить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} с учетом параллельности выполнения работ несколькими исполнителями.

Продолжительность одной работы рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{pi} = \frac{T_{ожі}}{Ч_i} \quad (3)$$

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

$T_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.–дн.;

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

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней необходимо перевести в календарные дни согласно следующей формуле:

$$T_{ki} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (4)$$

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

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

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

Таким образом, коэффициент календарности равен:

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

Расчеты по трудоемкости выполнения работ представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел–дни		t_{max} , чел–дни		$t_{ожі}$, чел–дни		Руководитель	студент	Руководитель	студент
	Руководитель	студент	Руководитель	студент	Руководитель	студент				
1	1	–	2	–	1,4	–	1,4	–	1	–
2	1	2	3	4	1,8	2,8	0,9	1,4	1	2
3	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
4	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
5	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
6	–	2	–	3	–	2,4	–	2,4	–	3
7	–	6	–	12	–	8,4	–	8,4	–	10
8	–	2	–	3	–	2,4	–	2,4	–	3
9	–	6	–	9	–	7,2	–	7,2	–	9
10	–	6	–	10	–	7,6	–	7,6	–	9
11	2	6	5	10	3,2	7,6	1,6	3,8	2	5
12							5,6	42,1	6	44
13	1	–	2	–	1,4	–	1,4	–	1	–
14	1	2	3	4	1,8	2,8	0,9	1,4	1	2
15	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
Итого	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1

3.3 Бюджет научно–технического исследования (НТИ)

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблице 6.

Таблица 6 – Материальные затраты и комплектующие

Наименование	Количество, шт.	Цена за ед., руб.	Затраты, руб.
электроэнергия		3,16	84,94
интернет			1200
Камера	1	13400	13400
Итого			14684,94

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблице 7 .

Таблица 7 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Затраты, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Микроскоп	21800	21800	27130
Pycharm (IDE для профессиональной разработки на Python) подписка на месяц	5901,3		
Pycharm All Products Pack (включает 10 IDE, 3 расширения, 2 профилировщика и сервис для совместной разработки.) подписка на месяц	–	18462,3	
Wing Python IDE (бесплатно по подписке)	–	–	–
Персональный компьютер	40000	40000	40000
Итого	67701,3	80262,3	67130

3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Показатели рабочего времени для студента и руководителя представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих (выходных и праздничных) дней	118	118
Потери рабочего времени – отпуск – невыходы по болезни	48	72
Количество месяцев без отпуска	10,6	9,8
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	175

Таким образом, действительный годовой фонд рабочего времени составляет 199 и 175 дней для руководителя и студента соответственно.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 9.

Таблица 9 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад, Руб.	к _р	З _м , руб	З _{дн} , руб.	Т _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.	Отчисления в социальные внебюджетные фонды 30%
Руководитель	39300	1,3	51090	2482,105	5,6	13899,79	4169,94
студент	16242	1,3	21114,6	1025,811	42,1	43186,62	12955,99
Итого						57086,41	17125,92

По результатам расчётов можно заключить, что основная заработная плата за реализацию проекта составит 12955,99 рубля для студента и 4169,94 для руководителя

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{зп}} \quad (5)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды. Размер страховых взносов равен 30 % от заработной платы. Сюда включены взносы на пенсионное страхование – 22 %, на медицинское страхование – 5,1 %, а также на соцстрахование – 2,9 %. Отчисления во внебюджетные фонды представлены ниже в таблице 9.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 10).

Таблица 10 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, %	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель	75 151,6	30	22 545,5
студент	152 635,4	30	45 790,6
Итого			68 336,1

В итоге, сумма отчислений во внебюджетные фонды для двух работников составила 68 336,1 рублей.

3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя затраты на управление, хозяйственное обслуживание, эксплуатацию и ремонт оборудования и составляют 20% от суммы заработной платы и отчислений:

$$C_n = k_n \cdot (Ззпр + ЗзпИ) \quad (6)$$

где C_n – накладные расходы, руб.;

k_n – коэффициент накладных расходов;

ЗзпИ – заработная плата инженера, руб.;

Ззпр – заработная плата руководителя, руб.

3.3.5 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно– исследовательскую деятельность представлено таблице 11.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Материалы и комплектующие	14684,9	14684,9	14684,9
Затраты на специальное оборудование для научных работ	67701,3	80262,3	67130
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	57086,4	57086,4	57086,4
Отчисления во внебюджетные фонды	17125,9	17125,9	17125,9
Накладные расходы	31320	33832	31205
Итого	187918	202991	187233

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

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 12).

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда	0,3	5	5	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,05	4	5	4
4. Энергосбережение	0,05	5	5	4
5. Надежность	0,2	4	4	4
6. Материалоемкость	0,1	4	4	4
ИТОГО	1			

$$I_{p\text{-студент}} = 5*0,3+5*0,3+4*0,05+5*0,05+4*0,2+4*0,1=4,7;$$

$$I_{p\text{-исп1}} = 5*0,3+4*0,3+5*0,05+5*0,05+4*0,2+5*0,1=4,4;$$

$$I_{p\text{-исп2}} = 5*0,3+4*0,3+4*0,05+4*0,05+4*0,2+4*0,1=4,3;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{Исп.1}} = \frac{I_{p\text{-Исп.1}}}{I_{\text{финр}}} I_{\text{Исп.2}} = \frac{I_{p\text{-Исп.2}}}{I_{\text{финр}}} \quad (7)$$

Сравнительная эффективность вариантов исполнения рассчитывается по формуле, представленной ниже:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{Исп.1}}}{I_{\text{Исп.2}}} \quad (8)$$

Расчет сравнительной эффективности разработки представлен в таблице 13. Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,93	1,00	0,92
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	4,4	4,3
3	Интегральный показатель эффективности	5,05	4,4	4,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,15	1,07	

Сравнивая значения общих показателей эффективности, мы пришли к выводу, что общие показатели эффективности исполнения 1 выше, чем у исполнения 2 и 3 на 15% и 7%.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
158Т92		Чжан Юйсинь	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Автоматизированная система управления установкой плазмохимической конверсии парниковых газов	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение	<p>Объектом исследования является газообразная плазма.</p> <p>Области применения – компьютерное зрение и распознавание образов</p> <p>Рабочая зона – офис и лаборатория</p> <p>Размеры помещения – не менее 20м*20м*5м</p> <p>Экспериментальное оборудование: компьютер, камера</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ. 2. ГОСТ 12.0.003–2015«Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». 3. ГОСТ21889–76 Система «Человек–машина». Кресло человека–оператора – Трудовой кодекс Р
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации:	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень общей вибрации; 2. Повышенный уровень шума; 3. Недостаточная освещенность; 4. Отклонение показателей микроклимата; 5. Нервно–психологические перегрузки, связанные с активным наблюдением за технологическим процессом. <p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Движущиеся части системы станда; 2. Короткое замыкание; 3. Статическое электричество; 4. Поражение электрическим током <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: беруши, защитные ограждения, огнетушитель, устройства защитного отключения.</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации	<p>Воздействие на селитебную зону: санитарная зона 100 м.</p> <p>Воздействие на литосферу: утилизация компьютерной техники, люминесцентных ламп, макулатуры, утилизация рабочего мусора;</p> <p>Воздействие на гидросферу: продукты</p>

	жизнедеятельности персонала; Воздействие на атмосферу: двуокись углерода, образующийся при дыхании персонала.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации	Возможные ЧС: пожар, взрыв. Наиболее типичная ЧС: возникновение пожара
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		01.03.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Чжан Юйсинь		01.03.2023

4 Социальная ответственность

4.1 Введение

С развитием научного прогресса безопасность жизнедеятельности человека играет огромную роль на производстве. В соответствии с требованиями безопасности была создана наука, которая помогает обеспечить БЖД. БЖД – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасности человека в окружающей его среде обитания, сохранение его здоровья, разработку методов и средств защиты путём снижения влияния вредных и опасных факторов до допустимых значений, выработку мер по ограничению ущерба в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.

Социальная ответственность [7] – это ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества; учитывает ожидания заинтересованных сторон; соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения; интегрировано в деятельность всей организации и применяется в ее взаимоотношениях.

С каждым годом возрастает интенсивность применения компьютерной техники в сферах жизнедеятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей, радиочастотному (высоких, ультравысоких и средних частот), инфракрасному излучению, шуму и вибрации, статическому электричеству. Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением, высокой напряженностью зрительной работы и большой нагрузкой на кисти рук при работе с периферийными устройствами ЭВМ.

4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Исследовательская работа включает в себя использование персональных компьютеров. Поэтому, в соответствии с ГОСТ 12.2.032–78 [8], при планировании рабочего места необходимо учитывать следующие моменты:

- Рекомендуется, чтобы проход справа и спереди от стола составлял 500 мм, а для левого прохода оставалось 300 мм;
- При выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется отделять рабочие места друг от друга перегородками (высотой 1,5–2,0 м). Расстояние между экраном видеомонитора и глазами пользователя быть (600–700) мм, но не ближе 500 мм, с учетом размера буквенно–цифровых знаков и символов. Рабочий стол должен иметь эргономичный дизайн;
- Стул должен быть сконструирован таким образом, чтобы поддерживать разумную рабочую позу при работе с компьютером и позволять изменять позу для снижения статической нагрузки на мышцы шеи, плеч и спины и предотвращения возникновения усталости. Тип рабочего кресла следует выбирать с учетом роста пользователя, а также характера и продолжительности работы на компьютере;
- Стул не должен располагаться непосредственно на краю рабочей зоны. Рекомендуется, чтобы расстояние от спинки стула до границы было не менее 300 мм [12].

4.3 Производственная безопасность

Анализ опасных и вредных производственных факторов
Производственная безопасность включает в себя вопросы, связанные с организацией рабочего места разработчика системы стабилизации в соответствии с нормами промышленной санитарии, техники безопасности, эргономики и пожарной безопасности.

Выпускная квалификационная работа имеет физико–техническую тематику, поэтому будут проанализированы микроклимат помещения,

освещённость рабочей зоны, шум, электробезопасность, вибрации, загазованность воздуха, безопасная эксплуатация объекта исследования. Так как работа ведётся в закрытом помещении с использованием персонального компьютера, требуется изучение и создание оптимальных условий труда, а также следует учесть организацию пожарной безопасности на предприятии. Так же необходимо учесть то, что никакого контакта с какими-либо вредными веществами (радиоактивные препараты) нет, следовательно, данный производственный фактор не будет рассматриваться. Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003–15. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте системы факельного сепаратор

Факторы (ГОСТ 12.0.003–2015)	Факторы (ГОСТ 12.0.003–2015)
Опасные факторы	
1 . Повышенный уровень общей вибрации	СанПиН 1.2.3685–21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"Файл
2. Превышение уровня шума	СП 51.13330.2011 Защита от шума
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
4. Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 1.2.3685–21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
5. Нервно–психологические перегрузки, связанные с активным наблюдением за технологическим процессом	МР 2.2.9.2311–07 Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности

Продолжение таблицы 14

Опасные факторы:	
6. Движущиеся части системы стенда	ГОСТ 12.2.061–81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам
7. Риск поражения током, вызываемый разницей потенциалов, короткое замыкание, статическое электричество	ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

4.3.1 Превышение уровня шума и вибрации

Воздействие шума на организм человека негативно сказывается на нервной системе, оказывая значительное психологическое воздействие. Длительное воздействие шумов уровня (70–90) дБ может привести к заболеваниям нервной системы. Кроме того, воздействие шума способствует развитию сердечно–сосудистых заболеваний [8].

Основными источниками шума в проектируемом стенде являются:

- двигатели;
- охлаждающие вентиляторы для компьютеров.

В работе стенда двигатели обладают 40 – дБ(А), ПК – 40 дБ(А). Допустимые показатели звукового давления в помещениях для данного типа работ до 50 дБ. Основными источникам шума стенда являются двигатели и ПК. Другие источники хорошо изолированы от внешней среды. На человека данный шум не представляет опасности, однако можно снизить воздействие уровня шума при помощи средств индивидуальной защиты.

Для снижения уровня шума, производимого ПК и лабораторным стендом, рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы.

Местная вибрация малой интенсивности может благоприятно воздействовать на организм человека, восстанавливать трофические изменения, улучшать функциональное состояние центральной нервной системы, ускорять заживление ран и т. п. При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии — вибрационной болезни. Основная вибрация происходит от вращения двигателя,

Нормируемые параметры вибрации, создаваемые внутренними и внешними источниками в жилых и общественных зданиях:

а) для постоянной вибрации (текущее скорректированное ускорение изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения) — среднеквадратичные значения ускорения, скорректированные ускорения и их логарифмические уровни в дБ в октавных полосах частот;

б) для непостоянной вибрации (текущее скорректированное ускорение изменяется не менее чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения не менее 5 мин при измерении с постоянной времени 1

с) — эквивалентные скорректированные ускорения, приведенные к нормируемому периоду контроля вибрации и их логарифмические уровни в дБ.

4.3.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

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. Управление оператором лабораторного стенда процессами с помощью ПК оценивается как зрительная работа очень высокой точности, при этом наименьший размер объекта различения ограничивается (0,15–0,3) мм. Что является II–м разрядом зрительной работы. В помещениях, предназначенных для работы с ПЭВМ, освещенность рабочей поверхности от систем общего освещения должна быть не менее 300 лк. Для соблюдения требований освещенности необходимо, чтобы рабочее место оператора располагалось в помещении с наличием источника

естественного освещения. Отсутствие естественного освещения, как и его нехватка, классифицируется как вредный производственный фактор.

4.3.3 Отклонения показателей микроклимата

Для оператора станда она является лёгкой (1а), так как работа проводится сидя, без систематических физических нагрузок. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно, предоставлены в таблице 15.

Таблица 15 – Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	25) ^{(23 –}	25) ^{(21 –}	(40 – 60)	0.1
Холодный	22) ^{(20 –}	26) ^{(22 –}	(40 – 60)	0.1

Поддержание оптимальных показателей микроклимата обеспечивает создание благоприятных условий труда и повышению его производительности. Для этого должны быть предусмотрены следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование.

4.3.4 Нервно–психологические перегрузки

Нервно–психологические перегрузки, связанные с активным наблюдением за ходом производственного процесса, возникают при длительном контроле важных технологических параметров объекта. Такие перегрузки могут способствовать повышению утомляемости и раздражительности.

Во избежание последствий для нервной системы, в соответствии с МР 2.2.9.2311–07, для операторов должен соблюдаться рациональный режим труда и отдыха [9]. Рекомендуется предусмотреть два обеденных перерыва, общей

продолжительностью 1,5 ч. При работе в дневную 12-часовую смену рекомендуется предоставлять четыре регламентированных перерыва по 10 минут. Во время регламентированных перерывов следует проводить гимнастику общего воздействия, а также гимнастику для глаз.

4.3.5 Риск поражения током, вызываемый разницей потенциалов

Согласно ГОСТ 12.0.003–2015 поражение электрическим током относится к опасным производственным факторам. Электрический ток способен привести к острому поражению или мгновенному воздействию относительно высокоинтенсивного воздействия, приводящий к летальному исходу [10].

Главной причиной поражения электрическим током в данной системе может быть прямой контакт с электрическими приборами. Именно питание от промышленной сети вызывает наибольшую опасность для персонала. Оборудование стенда питается как переменного напряжения в 220 В.

Согласно ГОСТ Р 12.1.019–2017 все что питается от промышленной сети необходимо сопроводить предупреждающими знаками, чтобы персонал не делал ошибочных действий и движений.

4.4 Экологическая безопасность

1. Защита селитебной зоны. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно–защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» учебно–исследовательский стенд «Роботбабочка», который относится к IV классу санитарной классификации [11]. На стенде ведется разработка и работа, поэтому для такого устанавливается ориентировочный размер санитарно–защитной зоны в 100 м.

2. Защита атмосферы. Воздействие на атмосферу: двуокись углерода, образующийся при дыхании персонала.

3. Защита гидросферы. Воздействие на гидросферу: продукты жизнедеятельности персонала.

4. Защита литосферы. будут образовываться твердые бытовые отходы. Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу

опасности и подлежит специальной утилизации. Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, Сбор отходов будет производиться в контейнеры в специально отведенных местах и в дальнейшем вывозиться коммунальными службами. Этот процесс регламентируется ГОСТ 17.4.3.04–85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения [12].

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее характерной ЧС при разработке ВКР является пожар, это обусловлено использованием оборудования, подключенного к промышленной сети, а именно ПК.

Для ослабления последствий пожара в здании должны находиться углекислотный огнетушитель, сухой песок и внутренние пожарные водопроводы находиться. Они предназначаются для своевременного тушения небольших локальных возгораний.

Действия, которые можно предпринять для предотвращения пожара:

организация обучения персонала правилам пожарной безопасности;

разработка мероприятий по действиям персонала на случай возникновения пожара и организация эвакуации людей;

назначение лица, ответственного за эвакуацию, которое должно следить за исправностью дверных проемов, окон, проходов и лестниц.

Действия при пожаре на производстве регламентируются правилами обеспечения пожарной безопасности предприятия. Основой для подготовки инструкции по эвакуации служат Противопожарные правила, утвержденные Постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 №1979 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации». Общие правила же правила поведения при обнаружении пожара персоналом остаются неизменными:

- немедленно сообщить в пожарную службу;

- сообщить руководству предприятия;
- включить сигнализацию, систему пожаротушения;
- оказать помощь в эвакуации людей и тушении пожара.

4.6 Выводы

При выполнении данного раздела рассматриваются организационные и правовые аспекты безопасности и анализируются нормативные документы, относящиеся к разработке выпускной квалификационной работы.

Важность всех производственных факторов на исследуемых рабочих местах соответствует нормам, которые также демонстрируются в данном разделе. Согласно ПУЭ, категория электробезопасности помещений соответствует первой категории – "помещения без повышенной опасности".

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен иметь допуск с I группой по электробезопасности. Согласно СанПиН 1.2.3685–21 "Санитарные нормы и требования к обеспечению населения безопасными и (или) экологически чистыми факторами", категория труда для лабораторий относится к группе Tab (работа, выполняемая сидя, стоя или при ходьбе и связанная с физической нагрузкой).

Пожары считаются наиболее характерными ЭП. соблюдение правил и мер, предложенных в данном разделе, поможет избежать чрезвычайных ситуаций и обеспечить здоровье людей и окружающей среды.

Заключение

Программное распознавание короны – это технология, обладающая потенциалом и важностью для повышения эффективности и точности идентификации короны, а также для обеспечения мощной поддержки при эксплуатации и обслуживании оборудования. По мере дальнейшего развития и совершенствования технологии ожидается, что программируемая идентификация короны будет играть еще большую роль в энергосистемах и других областях.

Программное распознавание короны – это очень интересная технология, которая использует компьютерные алгоритмы и методы обработки данных для автоматического обнаружения и идентификации явлений короны. Процедурное распознавание может обеспечить более быстрые, точные и надежные результаты, чем традиционные ручные наблюдения и суждения. Преимуществом данной технологии является ее способность обрабатывать большие объемы данных и алгоритмически анализировать их для определения наличия и характеристик короны. Программа может отслеживать и анализировать данные, связанные с короной, в режиме реального времени, тем самым заблаговременно выявляя потенциальные проблемы, связанные с короной, и снижая риск выхода из строя и повреждения оборудования. Кроме того, программа идентифицирует корону с преимуществом повторяемости и стандартизации. Она позволяет проводить идентификацию короны в соответствии с заранее определенными алгоритмами и правилами, избегая изменчивости субъективного человеческого суждения и улучшая последовательность и сопоставимость результатов идентификации.

Однако эта процедура также сталкивается с некоторыми проблемами при идентификации короны. Во-первых, сложность и разнообразие явлений короны затрудняют разработку точных алгоритмов распознавания. Во-вторых, качество данных и выбор датчика также влияют на результаты идентификации. Поэтому разработка процедурных методов распознавания короны требует постоянных исследований и усовершенствований для повышения точности и применимости

алгоритмов.

С развитием информатики и искусственного интеллекта, прогресс в алгоритмах и методах машинного обучения предоставит больше возможностей для распознавания короны. Используя более сложные модели и алгоритмы, программы смогут более точно определять и классифицировать различные типы коронных явлений.

Используя данные в реальном времени и передовые методы обработки данных, программы могут обеспечить мониторинг и прогнозирование коронных явлений в реальном времени. Это поможет своевременно принять меры по предотвращению отказов оборудования и проблем, вызванных короной, повышая надежность и безопасность системы.

В целом, будущие разработки будут способствовать большему прорыву в точности, реальном времени, мультимодальном слиянии и автоматизации в технологии программируемой идентификации короны. Это обеспечит более комплексную и надежную поддержку при эксплуатации и обслуживании оборудования, что еще больше повысит стабильность и безопасность системы.

Список использованных источников

1. Борисов О.И., Громов В.С., Пыркин А.А., Методы управления робототехническими приложениями. Учебное пособие. — СПб.: Университет ИТМО, 2016. — 108 с. (дата обращения 5.05.23)
2. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ВОЗДУХА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОГО ПИРОЛИЗА [Электронный ресурс] . – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru//view/1504767323/> (дата обращения 5.04.23)
3. Тепловые расходомеры [Электронный ресурс] . – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/4402178/page:11/>(дата обращения 16.04.23)
4. РАСПОЗНАВАНИЕ ПЛАМЕНИ С ПОМОЩЬЮ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ В СУДОСТРОЕНИИ [Электронный ресурс] . – Режим доступа: <https://transactions-ksrc.ru/upload/pdf/spec20192/277-281.pdf> (дата обращения 20.04.23)
5. Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Python> (дата обращения 5.05.23)
6. OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenCV> (дата обращения 6.05.23)
- 7 . ГОСТ Р iso 26000— 2012 Руководство по социальной ответственности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://expert-2014.ru/docs/gost-r-iso-26000-2012.pdf?ysclid=lio8gg57zp344789701>, свободный (дата обращения 09.05.2023).
- 8 . ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913>, свободный (дата обращения 10.05.2023).
- 9 . 4. ГОСТ 12.1.019–2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

[Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238>, свободный (дата обращения 10.05.2023).

10 . ГОСТ 12.0.003–2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>, свободный (дата обращения 16.05.2023).

11 . СанПиН 1.2.3685–21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>, свободный (дата обращения 11.05.2023).

12 . ГОСТ 17.4.3.04–85 Общие требования к контролю и охране от загрязнения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200020658>, свободный (дата обращения 12.05.2023)

Приложение А
(Обязательное)
Программный код

Листинг А.1 – Код процедуры идентификации короны

```
1. import cv2
2. import numpy as np
3. # Define the lower and upper boundaries for a color to be
   considered "blue"
4. lower_blue = np.array([50, 50, 50])
5. upper_blue = np.array([255, 255, 255])

6. def detect_spark(frame):
7.     # Convert the frame from BGR to HSV color space
       hsv_frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)

8.     # Threshold the HSV image to get only blue colors
9.     mask = cv2.inRange(hsv_frame, lower_blue, upper_blue)

10.    # Apply a series of erosions and dilations to the mask
       using an elliptical kernel
11.    kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (5,
5))
12.    mask = cv2.erode(mask, kernel, iterations=2)
13.    mask = cv2.dilate(mask, kernel, iterations=2)
14. # Find contours in the mask and calculate the center of the largest one
15. contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
16. if len(contours) > 0:
17.     c = max(contours, key=cv2.contourArea)
18.     ((x, y), radius) = cv2.minEnclosingCircle(c)
19.     M = cv2.moments(c)
20. center = (int(M["m10"] / M["m00"]), int(M["m01"] / M["m00"]))
21. # Draw a circle around the largest contour and mark the center
22. if radius > 10:
23.     cv2.circle(frame, (int(x), int(y)), int(radius), (0, 255, 255), 2)
24.     cv2.circle(frame, center, 5, (0, 0, 255), -1)
25.     return True
26. return False
27. # Create a VideoCapture object and read from input file
28. # If the input is the camera, pass 0 instead of the video
   file name
29. cap = cv2.VideoCapture(0)

30. # Check if camera opened successfully
31. if (cap.isOpened() == False):
32.     print("Error opening video stream or file")

33. # Read until video is completed
34. while (cap.isOpened()):
35.     # Capture frame-by-frame
```

Продолжение листинга А.1

```
36.     ret, frame = cap.read()
37.     if ret == True:
38.         # Detect sparks in the current frame
39.         spark_detected = detect_spark(frame)
40.         # Display the resulting frame
41.         cv2.imshow('Frame', frame)

42.         # Exit the loop if the user presses the 'q' key
43.         if cv2.waitKey(25) & 0xFF == ord('q'):
44.             break

45.         # Break the loop if the video has ended
46.     else:
47.         break

48. # Release the VideoCapture object and close all windows
49. cap.release()
50. cv2.destroyAllWindows()
```

Приложение Б
(Обязательное)
Программный код

Листинг Б.1 – Код процедуры распознавания пламени

```
1. #!/usr/bin/env python
2. # -*- coding:utf-8 -*-
3. import cv2 as cv
4. import numpy as np
5. from PIL import Image
6. w_thre=50; #Минимальный порог длины и ширины
7. h_thre=50;
8. centers=10

9. def find_countours_center(frame,countours):
10.     global x
11.     global y
12.     C=[]#Поместите центральную точку
13.     for i in range(np.array(countours, dtype=object).shape[0]):
14.         # print(countours[i])
15.         x_list = []
16.         y_list = []
17.         for j in range(np.array(countours[i]).shape[0]):#Занесите все координаты
            x,y замкнутой кривой в два списка
18.             x_list.append(countours[i][j][0][0])
19.             y_list.append(countours[i][j][0][1])
20.             if (max(x_list)-min(x_list))>w_thre or (max(y_list)-min(y_list))>h_thre:
x=min(x_list);y=min(y_list);h=max(y_list)-min(y_list);w=-
min(x_list)+max(x_list);
21.             cv.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (0, 100, 255), 2);
22.             C.append([(min(x_list)+max(x_list))/2,(max(y_list)+min(y_list))/2]);
            #Найдите положение средней точки замкнутой кривой
23.             X=(min(x_list)+max(x_list))/2
24.             Y=(max(y_list)+min(y_list))/2
25.         return x,y

26.def contrast_brightness_demo(image, c, b): #где c – контрастность, а b –
значение, добавляемое к каждому пикселю (для регулировки яркости).
27.     blank = np.zeros(image.shape, image.dtype) #Создайте черное изображение
того же размера и с тем же количеством каналов, что и исходное
изображение
28.     dst = cv.addWeighted(image, c, blank, 1-c, b) #c – взвешенное значение, а b
– значение пикселя, добавленное к каждому пикселю
29.     ret, dst = cv.threshold(dst, 25, 255, cv.THRESH_BINARY)
```

Продолжение листинга Б.1

```
return dst
30.#"D:\\pycharm\\demo\\b49dad4e274c15531285b1701ea65951.mp4"
31.capture=cv.VideoCapture(0) #Адрес видеозаписи пожара (может быть
    изменен, формат видео должен быть изменен на avi) Изменение видеовхода
    на вход камеры для распознавания в реальном времени ! ! ! !
32.redThre = 130
33.saturationTh = 50 #Настройки насыщенности
34.a=0#Сроки

35.while(True):
36.    ret, frame = capture.read()
37.    if frame is None:
38.        print("Вытяжка пламени заканчивается")
39.        break
40.    B = frame[:, :, 0]
41.    G = frame[:, :, 1]
42.    R = frame[:, :, 2]
43.    minValue = np.array(np.where(R <= G, np.where(G <= B, R, np.where(R <=
        B, R, B)), np.where(G <= B, G, B)))
44.    S = 1 - 3.0 * minValue / (R + G + B + 1e-5) #10 - несколько раз,
    используется для того, чтобы знаменатель не был равен 0
45.    fireImg = np.array(np.where(R > redThre, np.where(R >= G, np.where(G >=
        B, np.where(S >= 0.2, np.where(S >= (255 - R) * saturationTh / redThre, 255, 0),
        0), 0), 0), 0))
46.    gray_fireImg = np.zeros([fireImg.shape[0], fireImg.shape[1], 1], np.uint8)
47.    gray_fireImg[:, :, 0] = fireImg
48.    gray_fireImg = cv.GaussianBlur(gray_fireImg, (7, 7), 0) #Функция
    использует фильтр GaussianFilter для сглаживания изображения.
49.    gray_fireImg = contrast_brightness_demo(gray_fireImg, 5.0, 25)
50.    kernel = cv.getStructuringElement(cv.MORPH_ELLIPSE, (5,
        5))#Расширение - расширение выделенной части изображения, "поле
    расширяется" и эффект имеет большую выделенную область, чем оригинал;
    эрозия - эрозия выделенной части исходного изображения, "поле
    съезживается" и эффект имеет меньшую выделенную область, чем оригинал.
51.    gray_fireImg = cv.morphologyEx(gray_fireImg, cv.MORPH_CLOSE, kernel)
    #Закрытый режим работы, расширение с последующей коррозией
52.    white_array=np.where(gray_fireImg==1);
53.dst = cv.bitwise_or(frame, frame, mask=gray_fireImg);

54. #####Найди температуру центральной точки
    пламени#####
55. while (a>1000):
```

Продолжение листинга Б.1

```

56. cv.imwrite('1.png',frame,[int(cv.IMWRITE_PNG_COMPRESSION),9])#
    Оптимизация a=a+1
57. im = Image.open('1.png')

58. m,n=find_countours_center(frame,contours)
59. RGB=list(im.getpixel((m,n)))
60. T=str(RGB[0]*5)
61. # print(T)
62. # print(m,n)
    #
63.dst1=cv.putText(dst,T,(x,y),cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,1,(155,155,155),
    2)
64. if centers==0:
65.     m=0
66.     n=0
67.     m1=0
68.     n1=0
69.     centers=centers+1
70.     m = 0
71.     n = 0
72.     m1 = 0
73.     n1 = 0
74.     cha=abs(m1+n1-m-n)**6
75.     m1=m
76.     n1=n
77.     # print(cha)
78.     if cha<1000:
79.         dst1 = cv.putText(dst, T+"stable", (m, n),
            cv.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 1, (155, 155, 155), 2)
80.     else:
81.         dst1 = cv.putText(dst, T+"instable", (m, n),
            cv.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 1, (155, 155, 155), 2)
82.     #####Показать фотографии#####
83. cv.imshow("frame", frame)
84. cv.imshow("fire", dst)
85. cv.imshow("gray_fireImg", gray_fireImg)
86. c = cv.waitKey(40)
87.
88. #####Найди расстояние до центра пламени#####
89.if c == 27: # ESC Выход
90.     break

```