



Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

ООП – Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Автоматизация определения вещества по цветовым характеристикам объекта
УДК <u>004.415.2:543.42</u>

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Бузмаков Илья Дмитриевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Спиридонова А.С.	к.т.н.		

Со-руководитель ВКР (по разделу «Концепция стартап-проекта»)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Шамина О.Б.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева И.Л.			

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	Цавнин А.В.	к.т.н.		

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, 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 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, 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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (ООП) – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли)

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Цавнин А.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т92	Бузмаков Илья Дмитриевич

Тема работы:

Автоматизация определения вещества по цветовым характеристикам объекта	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №34-90/с от 03.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	05.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: виртуальная установка и необходимое программное обеспечение. Цель работы: разработка виртуальной установки и ее программного обеспечения для определения концентрации вещества по цветовым характеристикам объекта.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	Проведение литературного обзора по теме исследования; выбор средств и инструментов для разработки; разработка виртуальной установки для определения концентрации вещества по цвету объекта; написание программного обеспечения по определению концентрации вещества по цветовым характеристикам объекта.
Перечень графического материала	

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Концепция стартап-проекта	Шамина Ольга Борисовна, доцент ШИП, к.т.н.
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель ООД
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском языке:	
Все	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Спиридонова А.С.	к.т.н.		03.02.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Бузмаков Илья Дмитриевич		03.02.2023 г.

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (ООП) – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли)

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
8Т92	Бузмаков Илья Дмитриевич

Тема работы:

Автоматизация определения вещества по цветовым характеристикам объекта

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

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 «Концепция стартап-проекта»	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Спиридонова А.С.	К.Т.Н.		03.02.2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин А.В.	К.Т.Н.		03.02.2023 г.

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Бузмаков И.Д.		03.02.2023 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 97 с., 29 рис., 12 табл., 42 источника.

Ключевые слова: цветометрический анализ, оптод, цветовые характеристики, виртуальная установка, программное обеспечение.

Объектом исследования является определение концентрации вещества по цветовым характеристикам объекта.

Цель работы – создание виртуальной установки по определению концентрации вещества и написание специального программного обеспечения.

В результате выполнения работы были изучены функциональные особенности программного обеспечения, которые используются для 3D моделирования и эмуляции процессов. Был проведён сравнительный анализ программного обеспечения для 3D моделирования, а также был произведён выбор игрового движка для создания виртуального лабораторного стенда. После выбора программного обеспечения было произведено моделирование установки, а также было написано программное обеспечение по определению концентрации вещества.

Далее была рассчитана экономическая выгода разрабатываемого продукта, а также проведён анализ рынка, определён его объём и ёмкость, а также был проведён анализ современного состояния и перспектив развития отрасли.

В будущем планируется доработать программное обеспечение для проведения многокомпонентного анализа, а также создание реальной установки с использованием отечественного оборудования.

Содержание

Введение	13
Определения, обозначения, сокращения	16
1 Цифровой цветометрический анализ	17
2 Методы, применяемые при определении состава веществ	21
2.1 Метод определения по среднему значению молярного коэффициента светопоглощения	21
2.2 Метод градуировочного графика	22
2.3 Метод проекции на латентные структуры	24
3 Анализ имеющихся установок (приборов) по определению цветовых характеристик	26
3.1 Фотометр Фотоэлектрический КФК-3	27
3.2 Спектрофотометр СФ-56	30
4 Разработка виртуальной установки	32
4.1 Обзор программного обеспечения для 3D моделирования установки ..	32
4.1.1 Blender	32
4.1.2 Autodesk 3ds Max	32
4.1.3 SketchUp	32
4.2 Разработка 3D модели установки	33
4.3 Выбор камеры для фотометрического анализа	34
4.3.1 Basler da720-520uc	34
4.3.2 Basler ace 2 a2A1920-51gcBAS	35
4.4 Поддержание постоянного освещения в установке	36
4.4.1 Структурная схема автоматизации	37
4.4.2 Описание ПЛК	38
4.4.2.1 ОВЕН ПЛК63	38
4.4.3 Регулирующее устройство	39
4.4.3.1 Метод фазового регулирования	39
4.4.3.2 БУСТ 2 ОВЕН	40
4.4.4 Галогеновая лампа КГМ12-10-2	41

4.4.5 Датчик освещённости	42
4.5 Разработка программного обеспечения	44
4.6 Обзор игровых движков для создания виртуальной установки	48
4.6.1 Unity	48
4.6.2 Unreal Engine	49
4.6.3 CryEngine	50
4.7 Разработка виртуальной установки	51
5 Социальная ответственность	58
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	59
5.2 Производственная безопасность	60
5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов	61
5.3.1 Зрительное напряжение	61
5.3.2 Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении ...	63
5.3.3 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	64
5.3.4 Нервно-психические перегрузки и монотонность труда	65
5.3.5 Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	66
5.3.6 Повышенное значение напряжения в электрической цепи	68
5.4 Экологическая безопасность	68
5.5 Безопасность при чрезвычайных ситуациях	69
5.6 Выводы по разделу	70
6 Концепция стартап-проекта	74
6.1 Название и описание проекта	74
6.2 Описание продукта как результата НИР	74
6.3 Интеллектуальная собственность	77
6.4 Объем и емкость рынка	78
6.5 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли	79
6.6 Планируемая стоимость продукта	80

6.7 Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами.....	83
6.8 Бизнес-модели проекта. Производственный план и план продаж.....	87
6.9 Стратегия продвижения продукта на рынок.....	90
Заключение	92
Список использованной литературы.....	93

ВВЕДЕНИЕ

Определение концентрации вещества в различных жидкостях – это важный аналитический процесс, который находит широкое применение во многих областях науки и техники. От точности и надежности результатов зависит дальнейшее исследование и применение полученных данных.

Например, в медицине концентрация лекарственных веществ должна быть точно определена, чтобы правильно назначить дозировку и избежать нежелательных побочных эффектов. Точное определение концентрации также важно в биохимических исследованиях, где, например, измеряются уровни гормонов или белков в крови.

В промышленности определение концентрации также играет важную роль в контроле качества продуктов. Например, в пищевой промышленности для контроля качества конечной продукции необходимо определить концентрацию сахара, соли или кислотности в продукте.

Определение концентрации также важно в процессе очистки воды и промышленных стоков от вредных веществ. Например, в процессе очистки бытовых стоков концентрация органических веществ должна быть снижена до определенных уровней, чтобы вода соответствовала стандартам безопасности и могла быть сброшена в водоемы или использована повторно.

Кроме того, определение концентрации вещества в жидкостях может быть полезно в повседневной жизни. Например, в бытовых условиях точное определение концентрации хлора или других веществ в бассейнах или водопроводной воде может быть важным для обеспечения безопасности и здоровья людей.

Существует несколько методов для определения концентрации вещества в жидкостях, например, используются методы спектроскопии, фотометрии, хроматографии и другие. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, а выбор метода зависит от конкретной задачи и типа исследуемых веществ.

В данной работе представлен анализ методов определения химического состава вещества по его цвету. Из курса общей химии известно, что при добавлении вещества в какой-либо раствор он изменяет цвет всего вещества. Это изменение цвета указывает на определённое содержание компонента и сохраняется в течение длительного времени. Полученная разница в цвете может быть преобразована в численное значение, которое обрабатывается, как аналитическая информация. При низком оптическом поглощении, регистрируется пропущенное световое излучение вещества через прозрачный датчик, который с высокой вероятностью, после обработки сигнала выдаёт верный результат.

Целью работы является изучение методов по определению химического состава вещества по его цвету, написание программного обеспечения для определения цветовых характеристик объекта, также моделирование виртуальной установки для определения концентрации вещества по цветовым характеристикам объекта.

В настоящее время создание виртуальных установок (стендов) становится все более актуальным. Технологии перешли в новый уровень – дистанционное обучение, удаленная работа и другие онлайн-процессы стали нормой для большинства компаний и образовательных учреждений. Виртуальные стенды предоставляют уникальную возможность людям, занимающимся наукой, техникой и технологиями, работать с оборудованием, даже находясь на расстоянии.

Виртуальные лаборатории позволяют учащимся и специалистам получать доступ к оборудованию и опытным установкам, которые могут быть слишком дорогими, редкими или недоступными для использования в реальной жизни. Это улучшает образовательный процесс и развивает навыки студентов и специалистов, тем самым повышая их квалификацию и конкурентоспособность.

Одним из главных преимуществ виртуальных стендов является безопасность. Это особенно важно в случаях, когда эксперименты могут быть

опасными для жизни и здоровья людей. Виртуальные установки также позволяют экономить время и деньги, что особенно важно для компаний и учебных заведений.

Кроме того, виртуальные стенды могут быть использованы как средство для исследований и разработок. Они позволяют проводить эксперименты в различных условиях для того, чтобы выявить особенности работы оборудования в различных режимах и на различных материалах. Это позволяет сократить время необходимое для экспериментов и улучшить точность результатов.

В целом, создание виртуальных стендов – это важная тенденция в обществе, которая обеспечит возможности для развития образования, исследований и разработок. Они предоставляют доступ к новым технологиям и могут способствовать более быстрому и точному обмену знаниями и опытом.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

оптод: Оптическое сенсорное устройство, которое измеряет оптические характеристики вещества.

SIMPLS: Метод множественной регрессии и анализа главных компонент, который используется для построения линейной модели между матрицей зависимой переменной Y и матрицей независимых переменных X .

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

EL – осветитель

VD – преобразователь оптического излучения

RGB – цветовая модель, которая описывает цвета, используя три координаты: красный (Red), зеленый (Green) и синий (Blue) цвета

HSL – аббревиатура, которая означает оттенок (Hue), насыщенность (Saturation) и светлота (Lightness)

XYZ – модель цвета, которая описывает цвета, используя три координаты: X, Y и Z

3D – аббревиатура от английского термина «Three-dimensional», что означает «трехмерный»

PGI – метод восстановления изображений, основанный на вероятностных графических моделях

ПИ – пропорционально-интегральный регулятор

ПЛК – программируемый логический контроллер, представляет собой высокоэффективный компьютер, способный оперативно обрабатывать данные и принимать решения в реальном времени

1 Цифровой цветометрический анализ

Цветовой цветометрический анализ позволяет определять цветовые характеристики поверхностей, материалов и объектов. Он используется в различных сферах, таких как наука, медицина, промышленность, косметология и технологии красок и покрытий. Для измерения цветовых параметров используется спектрофотометр. Он измеряет спектральный состав света, который отражается от поверхности объекта. Затем полученные данные обрабатываются программным обеспечением для определения цветовых параметров объекта. Цветометрический анализ включает в себя определение цветовых координат, таких как яркость, насыщенность и тон. Яркость определяет светимость объекта, насыщенность – интенсивность цвета, а тон – его оттенок. Определение этих параметров помогает определить цветовые характеристики объекта и его соответствие определенным стандартам.

Цифровой цветометрический анализ – это оптический метод, в котором первичным измерительным преобразователем является оптод, приведенный на рисунке 1. Оптод – это оптическое сенсорное устройство, которое измеряет оптические характеристики вещества [1].



Рисунок 1 – Оптодов, окрашенный в зависимости от количества определяемого компонента

Рассматриваемые оптоды получают с помощью специальной установки при осуществлении радикальной полимеризации в виде пластин толщиной 0,5-0,6 мм. Затем пластинки разделяются на части необходимого размера. После этого пластины помещаются в водный или водно-органический раствор определённой рН среды, в которой образуется окрашенный насыщенный комплекс, цвет которого находится в однозначном соответствии с содержанием определённого компонента в образце [2].

Цифровой цветометрический анализ применяется при определении ионов тяжёлых металлов и других неорганических и органических опасных веществ. При цифровом описании цвета используют различные разработанные Международной комиссией по освещению стандартные цветовые модели, отличающиеся физическими способами воспроизведения цвета: RGB, HSL, XYZ и другие [2]. На рисунке 2 приведена последовательность проведения однокомпонентного цифрового цветометрического анализа.

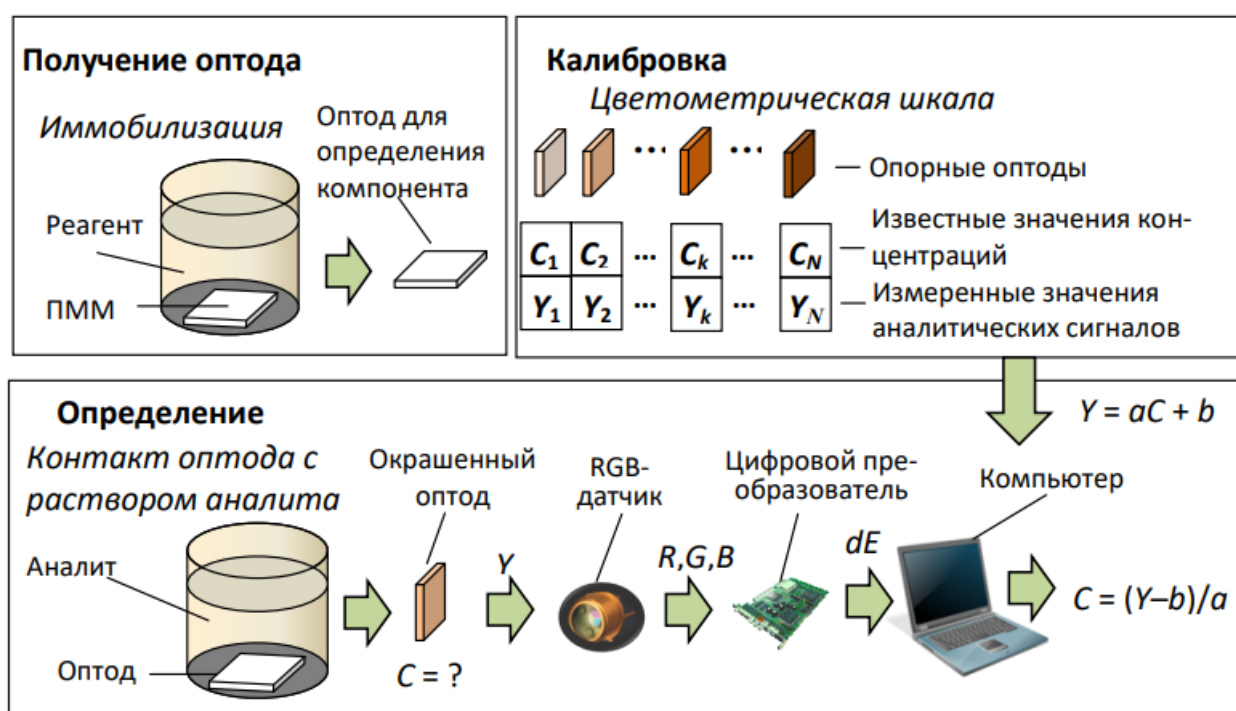


Рисунок 2 – Последовательность проведения однокомпонентного цифрового цветометрического анализа

Оптический сигнал полимерного оптода, поступающий в компьютер может быть отцифрован с помощью цветового датчика. Как при компьютерном, так и при визуальном определении, чтобы присвоить значение содержимого для данного вещества необходимо иметь колориметрическую (цветометрическую) шкалу, представляющую собой набор эталонных образцов цвета. Пример шкалы приведен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Пример Колориметрической шкалы

Шкалы могут быть получены путём сканирования эталонных образцов, используемых для построения калибровочных кривых при твёрдофазном спектрофотометрическом определении [3]. После того, как компьютер зафиксировал значение концентраций эталонных образцов, их хранение становится ненужным.

Также цифровой цветометрический анализ имеет возможность определения нескольких веществ. Метод многокомпонентного цифрового цветометрического анализа состоит из двух этапов: калибровка и определение.

Калибровка. Для одномерного определения аналитов в пробе готовят три калибровочные цветометрические шкалы для заданных соотношений концентраций определяемых веществ в смеси.

Определение. При сравнении используют исследуемые оптоды приведённые в контакт с реагентом и исследуемым раствором с аналитом без добавки; с аналитом с известной добавкой и с дистиллированной водой. Используя алгоритм SIMPLS, получают концентрации ионов исследуемых металлов в пробе, затем вычисляют средние значения концентраций полученных для дистиллированной воды, а затем вычисляют концентрации каждого из определяемых металлов без добавки и с добавкой [4].

Цветовой цветометрический анализ является важным инструментом для создания лучших продуктов в различных отраслях. Например, в промышленности он используется для контроля качества красок и покрытий,

а также для определения соответствия материалов цветовым стандартам. В косметологии цветовой цветометрический анализ используется для оценки качества косметических продуктов и правильного подбора оттенков фондов.

Цветовой цветометрический анализ также полезен в медицинских исследованиях, например, при изучении пигментных изменений на коже, определении содержания гемоглобина в крови и исследовании эффектов лекарственных препаратов на ткани.

В целом, цветовой цветометрический анализ – это важный инструмент для изучения цветовых характеристик объектов, материалов и продуктов в различных отраслях. Он позволяет определить соответствие цветовых параметров различным стандартам и обеспечить качество продукции.

2 Методы, применяемые при определении состава веществ

2.1 Метод определения по среднему значению молярного коэффициента светопоглощения

При применении метода определения по среднему значению молярного коэффициента светопоглощения необходимо непосредственно рассчитывать значение коэффициента поглощения и по его значению находить неизвестную концентрацию исследуемого окрашенного вещества. Приготавливают исследуемый и стандартные растворы и измеряют значения их оптических плотностей. Зная значение оптической плотности и коэффициента светопоглощения исследуемого раствора находят неизвестную концентрацию. Измерения оптической плотности стандартных и исследуемого растворов можно производить как при одинаковой толщине слоя (в одинаковых кюветах), так и при разной его толщине (в разных кюветах) [5].

Молярный коэффициент светопоглощения – это показатель, характеризующий способность вещества поглощать световую энергию при прохождении через него. Он определяется как отношение изменения интенсивности света к длине пути, пройденному светом в веществе.

Данный метод заключается в измерении оптической плотности раствора, содержащего определенное количество вещества, при двух различных длинах волн света. Затем на основе полученных данных рассчитывается среднее значение молярного коэффициента светопоглощения.

Для проведения данного метода определения необходим спектрофотометр, позволяющий измерять оптическую плотность раствора при разных длинах волн света. Спектрофотометр отправляет измеренный свет через раствор и регистрирует степень поглощения света раствором при различной длине волны.

Далее, на основе полученных данных, строится график зависимости оптической плотности от длины волны света. Прямая на этом графике представляет аппроксимацию экспериментальных данных. Затем, используя

закон Бугера-Ламберта-Бэра, производится расчет молярного коэффициента светопоглощения для каждой длины волны света.

Далее, рассчитывается среднее значение молярного коэффициента светопоглощения путем нахождения среднего арифметического значения между двумя значениями, полученными при разных длинах волн света.

Хотя данный метод определения молярного коэффициента светопоглощения может быть точным, он является довольно сложным и требует специального оборудования и навыков. Кроме того, он может быть чувствителен к ошибкам в измерениях и качеству использованных реактивов. При использовании данного метода, необходимо убедиться в тщательности всех измерений и проведенных экспериментах для достижения точных результатов.

2.2 Метод градуировочного графика

Метод градуировочного графика – это метод анализа, используемый для определения концентрации неизвестных растворов на основе измерений оптической плотности при известных концентрациях растворов этой же химической вещества [5]. Этот метод является основным методом анализа в биохимии и лабораторной диагностике.

Принцип работы метода заключается в том, что для построения градуировочного графика необходимо провести ряд экспериментов, в которых измеряется оптическая плотность растворов с известными концентрациями раствора. Далее, на основе полученных данных строится график зависимости оптической плотности от концентрации раствора. Затем, используя полученный график, определяется концентрация неизвестного раствора на основе измеренной оптической плотности.

Таким образом, для построения градуировочного графика необходимо выполнить следующие шаги:

1. Подготовить серию растворов с известными концентрациями. Различные концентрации следует подготавливать путем серийных разведений.

2. Измерить оптическую плотность каждого раствора с помощью спектрофотометра при заданной длине волны света.

3. Построить график зависимости оптической плотности от концентрации раствора. Обычно используют линейную регрессию для аппроксимации экспериментальных данных.

4. Проверить линейность полученного графика, используя коэффициент корреляции.

5. Используя полученный градуировочный график, определить концентрацию неизвестного раствора, измерив оптическую плотность неизвестного раствора и находя соответствующую точку на градуировочном графике и экстраполируя значение до оси концентраций.

Метод градуировочного графика является довольно простым и точным способом для определения концентрации неизвестного раствора, но он также имеет свои ограничения. Это методика может быть чувствительной к ошибкам при измерении оптической плотности и качеству используемых реактивов. Кроме того, для построения градуировочного графика требуется подготовка ряда растворов с известными концентрациями. Если концентрации растворов недостаточно точно известны, это может привести к неточным результатам [5].

В целом, метод градуировочного графика является полезным инструментом для анализа растворов в лабораторных исследованиях, но должен применяться с осторожностью и с использованием правильных процедур.

2.3 Метод проекции на латентные структуры

Метод проекции на латентные структуры (PLS – Partial Least Squares) – это метод множественной регрессии, который используется для прогнозирования или классификации, когда количество переменных сравнимо или превышает количество наблюдений. PLS используется для анализа данных, содержащих множество переменных, которые могут быть скоррелированы между собой [6].

Цель метода – найти латентные переменные, которые наиболее сильно связаны с зависимой переменной, и использовать их для построения модели прогнозирования или классификации. Основная идея PLS состоит в том, что мы проецируем данные на пониженное измерение, чтобы получить новые переменные, которые наилучшим образом объясняют зависимую переменную. Эти новые переменные называются латентными структурами или факторами. Каждый фактор является линейной комбинацией исходных переменных. PLS разделяет данные на две части: матрицу исходных переменных и матрицу зависимых переменных. Затем алгоритм итеративно находит линейные комбинации исходных переменных, которые наилучшим образом объясняют зависимые переменные. Каждый новый фактор объясняет большую часть дисперсии зависимых переменных, пока все факторы не будут найдены [6].

Спектрофотометрия в сочетании с методом проекции на латентные структуры может быть применена для анализа смесей веществ с подобными спектральными характеристиками. Этот метод успешно используется в анализе смесей веществ при полном наложении спектров отдельных компонентов. Данный подход применяется для анализа различных веществ, например, лекарственных и витаминных препаратов, пестицидов, пищевых продуктов и др. Особенное внимание требует анализ смесей, в которых аналиты имеют сильно перекрывающиеся и при этом схожие или подобные спектры поглощения. Оценкой подобия может служить коэффициент корреляции спектральных кривых или его квадрат.

В заключении, метод проекции на латентные структуры является мощным инструментом анализа данных, который позволяет увеличить точность прогнозирования и классификации, а также помогает выявлять скрытые отношения в данных.

3 Анализ имеющихся установок (приборов) по определению цветовых характеристик

Установки по определению цветовых характеристик являются важными инструментами в различных отраслях, таких как производство, печатное дело, медицина, криминалистика и другие. Эти установки позволяют точно измерять и анализировать цветовые характеристики различных объектов и материалов.

Одна из основных задач установок (приборов) по определению цветовых характеристик – это измерение спектральных характеристик материалов и объектов. Определение спектральных характеристик может быть осуществлено с помощью спектрофотометров. Существуют также установки для измерения цвета на основе цветовых карт. Такие установки дают возможность сравнить оттенки цветов с эталонами из наборов цветовых карт. Это широко используется в медицине, где необходимо оценить цвет кожи на состояние здоровья.

На данный момент для определения концентрации вещества используются фотометры и спектрометры вкупе с персональным компьютером. Данное оборудование подходит для использования в лабораторных условиях, однако для применения в полевых условиях данные установки не подходят из-за своей хрупкости и отсутствия пылезащищённости.

Как было показано на рисунке 2 для определения цветовых характеристик необходимы RGB-датчик и цифровой преобразователь, которые представлены на рисунках 4 и 5.

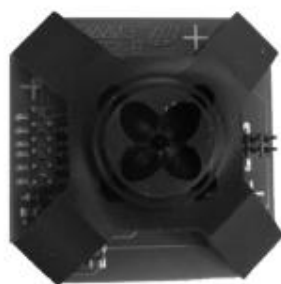


Рисунок 4 – Измерительная головка с RGB-датчиком

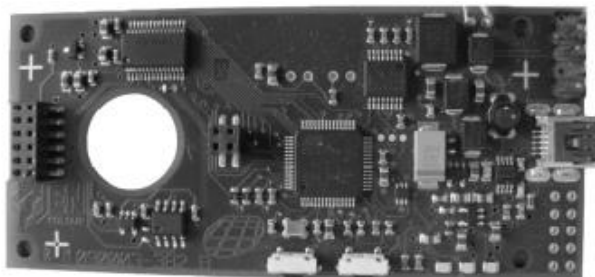


Рисунок 5 – Оценочная плата для определения цветовых координат

Данные составные части фотометров и спектрофотометров являются наиболее хрупкими не защищёнными от механических воздействий, что делает данное оборудование непригодным для проведения исследований в полевых условиях.

В заключение, установки по определению цветовых характеристик имеют различные применения и используются в разных отраслях промышленности. Они являются критически важными для поддержания точности в соответствии цветов и обеспечения качества продукции в производстве и печатном деле.

3.1 Фотометр Фотоэлектрический КФК-3

Фотометр Фотоэлектрический КФК-3 – это прибор, который используется для измерения световых потоков различных источников света. Этот прибор является одним из наиболее точных и удобных в использовании фотометров на рынке, и поэтому широко используется в различных отраслях, таких как наука, медицина, промышленность и техническое обслуживание.

Основное назначение фотометра Фотоэлектрического КФК-3 – измерение световых потоков, таких как интенсивность света, освещенность и освещенность поверхности. Прибор использует фотоэлектрический принцип для измерения светового потока, когда свет попадает на фотоэлемент и создает электрический ток, который затем измеряется и отображается на экране прибора. Фотометр Фотоэлектрический КФК-3 имеет ряд преимуществ перед другими фотометрами на рынке. Он имеет высокую точность измерений, позволяет быстро и легко проводить измерения, а также имеет простую и

интуитивно понятную систему управления. Более того, благодаря своей небольшой компактности и портативности, фотометр Фотоэлектрический КФК-3 может использоваться в различных условиях и на различных объектах [7].

В медицине, фотометр Фотоэлектрический КФК-3 используется для измерения цветового спектра света, который используется в лечении некоторых заболеваний. В науке фотометр используется для измерения интенсивности света в различных экспериментах, а в промышленности - для контроля качества световых приборов и источников света. В общем, фотометр Фотоэлектрический КФК-3 – это эффективный и многофункциональный прибор, который широко используется в различных отраслях. Он не только обеспечивает точные измерения световых параметров, но также может быть полезен для контроля качества различной продукции. Внешний вид фотометра КФК-3 представлен на рисунке 6.



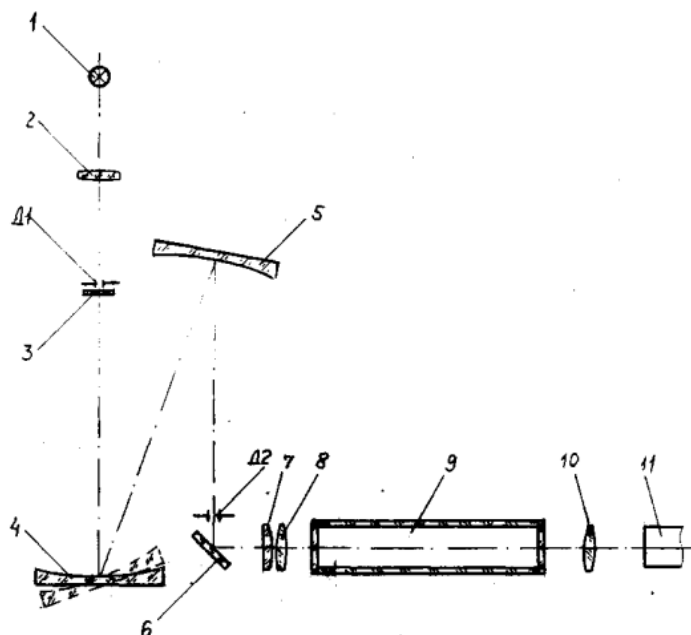
Рисунок 6 – Фотометр КФК-3

Время установления рабочего режима не более 30 минут, что позволяет проводить экспресс анализ.

Данный фотометр отлично подходит для фотометрического анализа, однако данный прибор не сохраняет в памяти результаты исследований, не имеет возможности анализа и отображения ошибок. Диалог с оператором также не возможен при применении данного прибора.

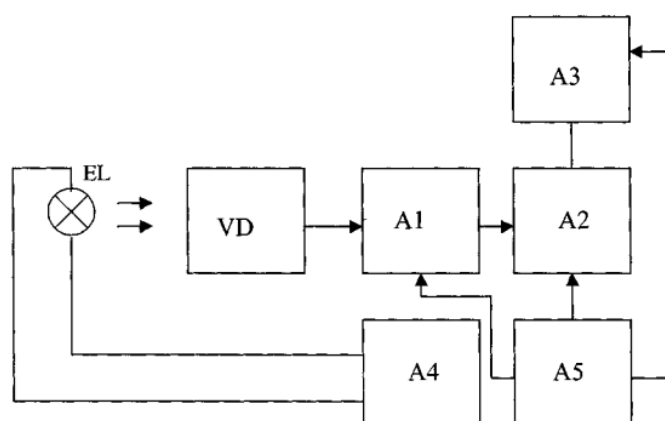
Высокая точность исследований достигается путём использования сложных оптических и электрических систем, которые являются самыми

хрупкими составляющими данного прибора. Принципиальная оптическая и структурная электрическая схемы приведены на рисунках 7 и 8.



1 – лампа галогеновая; 2 – конденсатор; 3 – плоская выходная щель для пропускания светового потока; 4 – вогнутая дифракционная решётка; 5 – вогнутое зеркало; 6 – зеркало; 7,8 – объективы; 9 – кюветы; 10 – линза; 11 – фотоприёмник

Рисунок 7 – Схема оптическая принципиальная Фотометра КФК-3



EL – осветитель; VD – преобразователь оптического излучения; A1 – усилитель постоянного тока; A2 – микро-ЭВМ; A3 – датчик угла поворота дифракционной решетки; A4 – стабилизатор напряжения осветителя; A5 – блок питания

Рисунок 8 – Структурная электрическая схема фотометра КФК-3

3.2 Спектрофотометр СФ-56

Спектрофотометр СФ-56 – это прибор, который используется для анализа свойств вещества на основе его спектральной характеристики. С помощью СФ-56 можно измерять поглощение света веществом на разных длинах волн, что позволяет определить его химический состав и концентрацию, а также провести более детальное и точное исследование.

СФ-56 относится к классу фотометров ультрафиолетового, видимого и ближнего инфракрасного спектра. Он имеет широкий диапазон измеряемых длин волн - от 190 до 1100 нм, что позволяет использовать прибор для анализа широкого диапазона веществ. Кроме того, СФ-56 имеет высокую точность и чувствительность, что позволяет детектировать даже небольшие изменения оптических свойств вещества. СФ-56 может использоваться в различных отраслях, таких как химия, биология, фармакология, медицина и промышленность. Например, он может использоваться для определения концентрации определенных компонентов в лекарствах и пищевых продуктах, что позволяет обеспечить контроль качества продукции. В медицине, СФ-56 может использоваться для диагностики и исследований различных заболеваний, таких как рак, инфекции и наследственные заболевания [8].

СП-56 состоит из двух блоков: спектрофотометра и блока питания. Это стационарный прибор, который применяется в лабораторных условиях. Для проведения опытов в полевых условиях данный спектрофотометр также, как и фотометр КФК-3 не предназначен. Внешний вид спектрофотометра СФ-56 представлен на рисунке 9.

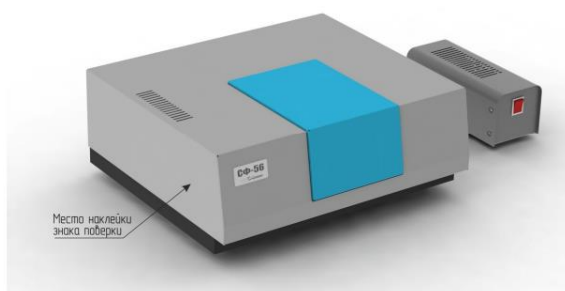


Рисунок 9 – Спектрофотометр СФ-56

Основным преимуществом СФ-56 является его точность и чувствительность в измерении оптических свойств вещества, а также возможность проводить анализ на широком диапазоне длин волн. Благодаря этому, прибор является незаменимым инструментом для научных исследований, анализа и контроля качества продукции в различных отраслях [9].

Таким образом, СФ-56 – это универсальный инструмент, который может быть использован в различных отраслях для анализа свойств вещества на основе его спектральной характеристики. Прибор обеспечивает точные и чувствительные измерения, что позволяет получить более детальную информацию о составе и концентрации вещества.

4 Разработка виртуальной установки

4.1 Обзор программного обеспечения для 3D моделирования установки

Существует множество программ для 3D моделирования, каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. В этом разделе мы рассмотрим некоторые из самых популярных программ для 3D моделирования и сравним их особенности.

4.1.1 Blender

Blender – это бесплатная и открытая программа для 3D моделирования, которая имеет очень широкие возможности. Она поддерживает множество форматов файлов, включая STL, OBJ, FBX и другие, а также может использоваться для создания анимаций и рендеринга. Blender имеет большое сообщество пользователей, которое предоставляет множество уроков и ресурсов для обучения [10].

4.1.2 Autodesk 3ds Max

Autodesk 3ds Max – это коммерческая программа для 3D моделирования, которая предоставляет достаточно широкие возможности для создания профессиональных 3D моделей. Эта программа наиболее часто используется в производстве игр и фильмов, а также в архитектуре и дизайне интерьера. Она поддерживает множество форматов файлов, включая OBJ, FBX, STL и другие [11].

4.1.3 SketchUp

SketchUp – это бесплатная и открытая программа для 3D моделирования, которая наиболее часто используется в архитектуре и строительстве. Она предоставляет простой и интуитивно понятный интерфейс, который позволяет быстро создавать 3D модели. SketchUp имеет широкие возможности визуализации и рендеринга, а также поддерживает множество форматов файлов, включая STL, OBJ, и другие [12].

В целом, эти три программы предназначены для различных задач и имеют свои преимущества. Blender – универсальный и бесплатный инструмент для создания 3D-контента, 3ds Max – мощная и профессиональная программа для разработки игр и VFX, а SketchUp – удобная и простая в использовании программа для создания архитектурных моделей.

Для создания установки по определению концентрации вещества была выбрана программа «Blender», так как она является универсальной, а также имеет низкий порог входа в разработку 3D моделей. Также одним из ключевых факторов при выборе данной программы является наличие бесплатного доступа ко всему функционалу.

4.2 Разработка 3D модели установки

Для создания виртуальной установки была разработана 3D модель установки, которая создаёт условия для качественного получения фотографии окрашенных оптодов и позволяет определять концентрацию вещества по цветовым характеристикам.

Данная установка состоит из ноутбука, на экране которого запущена программа Release, которая определяет цветовые характеристики объектов и позволяет по ним определять концентрацию вещества, а также установки, которая получает и передаёт снимок в компьютер. Корпус установки является непрозрачным и не позволяет внешнему освещению влиять на качество фотографии. Также установка оснащена выдвижным ящиком, внутрь которого помещаются оптоды. На верхней грани корпуса располагается отверстие для подключения камеры. Отверстие закрывается съёмной крышкой. На задней панели расположены кулеры, которые работают «на выдув». Расположение кулеров на задней панели на большом расстоянии от оптодов не позволяет свету попадать в область фотографии. Внешний вид установки представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – 3D модель разрабатываемой виртуальной установки

В данной установке работу RGB-датчика и цифрового преобразователя выполняет камера, подключенная к персональному компьютеру.

Данная установка состоит из светонепроницаемого матового чёрного корпуса со стенками, которые исключают попадание лишнего света, пыли или же других объектов, которые могут повлиять на качество снимка.

Так как и эталонная шкала и измеряемые объекты находятся в данной установке при одинаковых условиях, то важным фактором является создание постоянного и равномерного освещения, которое осуществляется с помощью галогеновых ламп, расположенных по периметру верхней крышки.

В верхней части установки расположено крепление для камеры, позволяющее создавать фотоснимки без тени.

Также данная установка имеет металлическое крепление для установки в автомобиль и реализации мобильной лаборатории.

4.3 Выбор камеры для фотометрического анализа

4.3.1 Basler da720-520uc

Basler da720-520uc (рисунок 13) – это промышленная камера от немецкого производителя Basler, которая предназначена для использования в различных приложениях, требующих высококачественного видеоизображения [13].



Рисунок 11 – Basler da720-520uc

Камера обладает уникальными характеристиками, такими как высокое разрешение матрицы в 5 МП и высокая скорость передачи данных с помощью интерфейса USB 3.0. Это позволяет быстро и точно захватывать изображения в режиме реального времени. Кроме того, Basler da720-520uc имеет широкие возможности по настройке своих параметров, что делает ее удобной для использования в различных условиях и приложениях. Камера также обладает высоким уровнем защиты, что позволяет ей работать в агрессивных окружающих условиях, таких как пыль, влага и вибрации. Кроме того, она имеет компактный и удобный дизайн, что делает ее легко монтируемой в различных системах.

4.3.2 Basler ace 2 a2A1920-51gcBAS

Камера Basler ace 2 a2A1920-51gcBAS (рисунок 14) – это высококачественная промышленная камера от компании Basler, которая предназначена для широкого спектра приложений, таких как контроль качества в производственных процессах, медицинское оборудование, научные исследования и другие [14].



Рисунок 12 – Basler ace 2 a2A1920-51gcBAS

Одной из главных характеристик камеры является разрешение матрицы в 2 МП. Basler ace 2 a2A1920-51gcBAS обеспечивает высокое качество изображения с высокой четкостью и точностью цветопередачи. Камера поддерживает множество форматов видео и изображений, включая JPEG, BMP и TIFF. Basler ace 2 a2A1920-51gcBAS также обладает высокой скоростью передачи данных с помощью интерфейсов Gigabit Ethernet и USB 3.0. Это позволяет захватывать изображения с высокой скоростью и точностью даже при высоких требованиях к скорости кадров. Камера имеет компактный дизайн и небольшие габариты, что делает ее удобной для установки в различных приложениях. Кроме того, Basler ace 2 a2A1920-51gcBAS имеет высокую степень защиты от внешних воздействий и может работать в широком диапазоне температур, что делает ее подходящей для использования в условиях повышенной влажности, пыли, вибрации и других агрессивных окружающих условиях.

В качестве фотооборудования была выбрана промышленная камера формы Basler модели da720-520uc, так как данная камера имеет обновлённый стандарт драйвера графической платы VGA, набор функций оптимизации изображения PGI и USB3 Vision – стандарт реализации интерфейса USB 3.0 в промышленной обработке изображений. Данный стандарт имеет важное значение для проведения испытаний аппаратных компонентов и аксессуаров на соответствие требованиям USB3 Vision. Выбранная нами камера имеет возможность производить снимки со скоростью 523 кадра в секунду, что позволит с высокой скоростью проводить съёмку большого количества объектов. Камера имеет разрешение 720 px x 540 px, а также размер пикселя 6,9 мкм x 6,9 мкм.

4.4 Поддержание постоянного освещения в установке

Главным фактором, влияющим на качество проведения эксперимента, является освещение. Для поддержания постоянного освещения была разработана структурная схема (рисунок 13), а также были выбраны программируемые логический контроллер (ПЛК), регулятор освещения,

объект управления и датчик освещения. Структурная схема освещения также включает в себя источники света, которые могут быть различными – это могут быть лампы накаливания, светодиодные лампы, люминесцентные лампы и т.д. Кроме того, важно учитывать количество и расположение источников света, чтобы обеспечить равномерное освещение всей экспериментальной площадки.

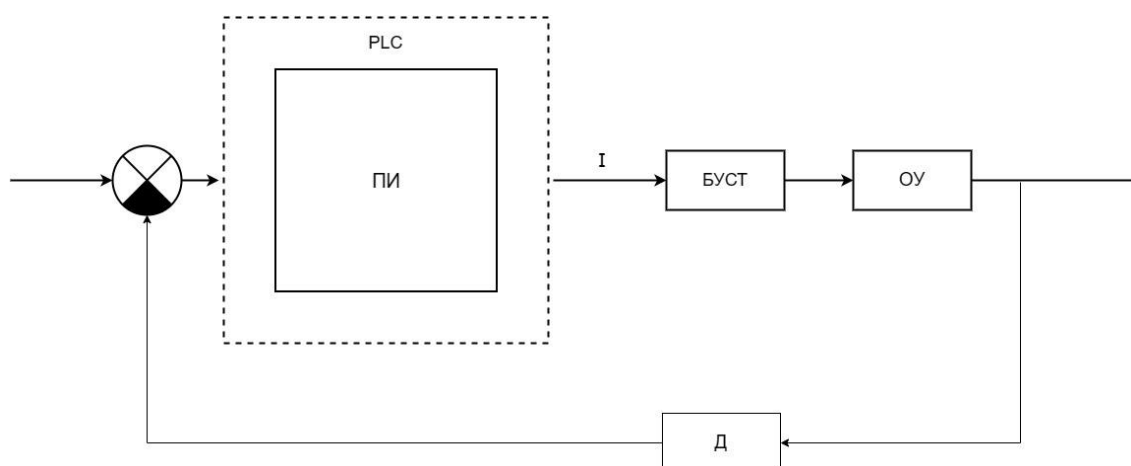


Рисунок 13 – Структурная схема автоматизации

4.4.1 Структурная схема автоматизации

Структурная схема автоматизации, которая была разработана для управления мощностью ламп, состоит из нескольких компонентов. Она включает в себя ПЛК63, который является центральным устройством управления, БУСТ2, который обеспечивает стабильный и надежный источник питания для ПЛК63 и галогеновых ламп, а также датчик температуры, который позволяет контролировать температуру внутри системы и предотвращать перегрев ламп.

Таким образом, структурная схема автоматизации позволяет эффективно контролировать мощность галогеновых ламп и управлять ими в соответствии с заданными параметрами, что обеспечивает стабильность и надежность работы системы.

4.4.2 Описание ПЛК

Программируемый логический контроллер играет ключевую роль в управлении системой освещения. Он позволяет автоматически регулировать яркость и включать-выключать освещение в соответствии с заданными параметрами, что обеспечивает постоянство условий эксперимента и повышает его достоверность.

Регулятор освещения – это электронное устройство, предназначенное для точной настройки яркости освещения. Он контролирует напряжение, подаваемое на источники света, и регулирует его в соответствии с установленными параметрами, что позволяет получить нужный уровень освещенности.

Объект управления – это объект, который освещается в рамках эксперимента и на который направлены изменения яркости освещения. Это может быть любой объект, который необходимо исследовать, например, растения, животные, микроорганизмы и т.д.

Датчик освещения – это устройство, которое измеряет уровень освещенности на экспериментальной площадке и передает это значение регулятору освещения для корректировки яркости. Это позволяет поддерживать постоянный уровень освещенности во время эксперимента и исключить влияние освещения на результаты исследования.

4.4.2.1 ОВЕН ПЛК63

ПЛК-63 ОВЕН (рисунок 14) – это российский программно-конфигурируемый контроллер, разработанный компанией «ОВЕН». Он представляет собой компактное и высокопроизводительное устройство, которое используется для автоматизации и контроля различных технологических процессов в промышленности и других сферах. ПЛК-63 ОВЕН оснащен мощным процессором и имеет большое количество входов-выходов для подключения датчиков, исполнительных механизмов, реле и других элементов автоматизации [15]. Он также поддерживает различные

протоколы связи, такие как Modbus, Profibus, CAN, Ethernet и другие, что позволяет интегрировать контроллер в различные системы остального оборудования.



Рисунок 14 – ПЛК63

В качестве программируемого логического контроллера был выбран ПЛК63 фирмы Owen.

Контроллер предназначен для создания системы автоматизированного управления освещением в установке. Данное устройство будет выполнять функцию мониторинга и регулировки освещения.

4.4.3 Регулирующее устройство

4.4.3.1 Метод фазового регулирования

Метод фазового управления лампами является одним из наиболее эффективных способов регулирования мощности ламп. Он основывается на изменении длительности импульсов питания ламп в зависимости от величины управляющего сигнала, что позволяет добиться высокой точности регулирования яркости. Данный метод имеет ряд преимуществ перед другими методами регулирования мощности ламп. В частности, он позволяет избежать появления помех, которые могут возникнуть при регулировании яркости другими способами, такими как модуляция ширины импульсов или применение резистивных делителей напряжения. Также метод фазового управления обеспечивает более плавное и стабильное изменение мощности ламп, что особенно важно для работы с оптическими системами и при

проведении точных измерений. Кроме того, данный метод обладает большей энергоэффективностью, поскольку лампы работают на максимальной мощности только в те моменты, когда это необходимо, что позволяет сократить затраты на электроэнергию.

Важным аспектом использования метода фазового управления является правильная настройка фазового регулятора, который обеспечивает корректное управление мощностью ламп. Также необходимо учитывать особенности конкретных ламп и условий их эксплуатации, чтобы достичь оптимальной производительности и долговечности системы. В целом, метод фазового управления является широко применяемым и надежным средством для регулирования мощности ламп, используемых в различных областях, таких как освещение, телевизионная и киноиндустрия, медицинская и научная техника [16].

4.4.3.2 БУСТ 2 ОВЕН

БУСТ 2 ОВЕН – это российский компьютерный процессор, разработанный в НИИ «Квант» в 2019 году. Он создавался как универсальное решение для компьютерных систем, работающих в различных областях, включая авиационную и космическую отрасли, вычислительные системы, связь, промышленность, а также для национальных систем криптозащиты.

БУСТ 2 ОВЕН использует архитектуру RISC-V, которая является открытой и не защищена патентами. Кроме того, процессор поддерживает SIMD-инструкции, которые позволяют выполнять параллельные операции с множеством данных одновременно, что повышает производительность при работе с мультимедийными и другими приложениями, требующими обработки большого объема данных. Процессор имеет 32-битную шину данных, 64-битную шину адреса, поддерживает предсказание ветвлений и имеет два уровня кэш-памяти. Он может работать на частоте до 1,5 ГГц и обеспечивает производительность до 6,2 миллиона инструкций в секунду.

БУСТ 2 ОВЕН также обладает высокой степенью защиты от межсетевых атак и других видов угроз информационной безопасности благодаря использованию аппаратных механизмов криптозащиты и механизмов контроля доступа к памяти. Внешний вид БУСТ2 представлен на рисунке 15.



Рисунок 15 – БУСТ2

В целом, «БУСТ 2 ОВЕН» представляет собой современный и мощный компьютерный процессор, который может использоваться в различных областях и обеспечивает высокую степень безопасности и производительности.

4.4.4 Галогеновая лампа КГМ12-10-2

Галогенная лампа «КГМ12-10-2» – это светильник, который использует галогенные лампы для освещения. Он представляет собой экономичный и надежный источник света с хорошей цветопередачей. Лампа имеет форму цилиндра с диаметром 12 мм и длиной 45 мм. Напряжение питания составляет 12 В, а мощность – 10 Вт. Она имеет две накаливаемые спирали, которые обеспечивают яркий и равномерный свет. Кроме того, галогеновые лампы дольше сохраняют свою яркость, по сравнению с обычными лампами. Внешний вид лампы представлен на рисунке 16.



Рисунок 16 – КГМ12-10-2

Для качественного определения цветовых характеристик объекта его должен освещать световой поток около 1000 Лм. При большей мощности цвет объекта может сдвигаться в сторону белого. Для выбранного нами светового потока соответствует мощность порядка 25-30 Вт, которая будет обеспечиваться 4 галогеновыми лампами лампы КГМ12-10-2.

4.4.5 Датчик освещённости

Датчики освещенности – это электронные устройства, которые используются для измерения уровня освещенности в помещении или на улице. Они обычно имеют форму небольших прямоугольных коробок и могут быть как проводными, так и беспроводными. Датчики освещенности широко используются в автоматическом управлении освещением, в качестве регуляторов освещенности для управления светом в зависимости от внешних условий. Например, в помещениях датчики освещенности используются для автоматического включения света, когда в комнате становится темно, и выключения света, когда становится достаточно светло.

Одним из примеров датчиков освещенности являются фоторезисторы. Они работают на основе эффекта фотопроводимости материалов. Когда свет попадает на поверхность фоторезистора, его сопротивление изменяется, что можно использовать для измерения уровня освещенности. Фоторезисторы используются в многих устройствах, таких как фотокамеры, датчики освещенности для уличного освещения, системы контроля окружающей среды и многих других [17].

Еще одним примером датчиков освещенности являются фотодиоды. Они основаны на эффекте фотоэлектрического преобразования, при котором фотон света сталкивается с материалом и вызывает освобождение электрона. При измерении уровня освещенности фотодиод и фоторезистор работают на принципе обратный: фоторезистор с большим освещением имеет меньшее сопротивление, а фотодиод с большим освещением имеет большую электрическую силу.

«Фотореле ФР-601» (Рисунок 17) – это устройство, которое используется для автоматического управления освещением на основе изменения уровня освещенности в помещении или на улице. Это фотореле имеет множество применений, включая использование в уличном освещении, светильниках, рекламных щитах и других устройствах, где необходимо автоматически управлять освещением.

«Фотореле ФР-601» работает на основе фоточувствительного элемента, который реагирует на изменение уровня освещенности. Когда уровень освещенности в помещении или на улице снижается до заданного уровня, «Фотореле ФР-601» автоматически включает освещение, а когда уровень освещенности повышается до заданного уровня, устройство автоматически выключает освещение. «Фотореле ФР-601» имеет простую установку и обладает надежной защитой от перенапряжения и короткого замыкания. Оно также имеет небольшие размеры и может быть легко установлено в различных местах без особых усилий. Более того, его малый энергопотребление позволяет значительно сократить затраты на электроэнергию.



Рисунок 17 – Фотореле ФР-601

В целом, «Фотореле ФР-601» является надежным и эффективным устройством, которое может быть использовано для автоматического управления освещением в различных условиях и помогает значительно сократить затраты на электроэнергию.

4.5 Разработка программного обеспечения

Создание десктоп приложения – это многоступенчатый процесс, который требует внимания к многим деталям. Чтобы создать приложение, разработчику необходимо определить его функциональность, дизайн, архитектуру и технологии, которые будут использоваться для его создания.

Первый шаг в создании десктоп приложения – это определение его функциональности и цели. Разработчик должен понимать, какие задачи будет решать приложение, и какие функции будут необходимы для этого. После этого проектируется дизайн приложения, который определяет его внешний вид и удобство использования. Важно обеспечить простоту и интуитивно понятный интерфейс, чтобы пользователи могли быстро разобраться в его работе.

Данное приложение должно реализовывать определение концентрации вещества и обработку изображения, а также имеет интуитивно понятный интерфейс. В верхней части программы располагаются 2 кнопки: «Файл» и «Инструменты». Кнопка «Файл» имеет два подраздела «Загрузка изображения

1» и «Загрузка изображения 2» и позволяет загрузить в программу изображение с камеры. Кнопка «Инструменты» позволяет проводить расчёт концентрации вещества и вывести из в таблицу. Внешний вид программы представлен на рисунке 18.

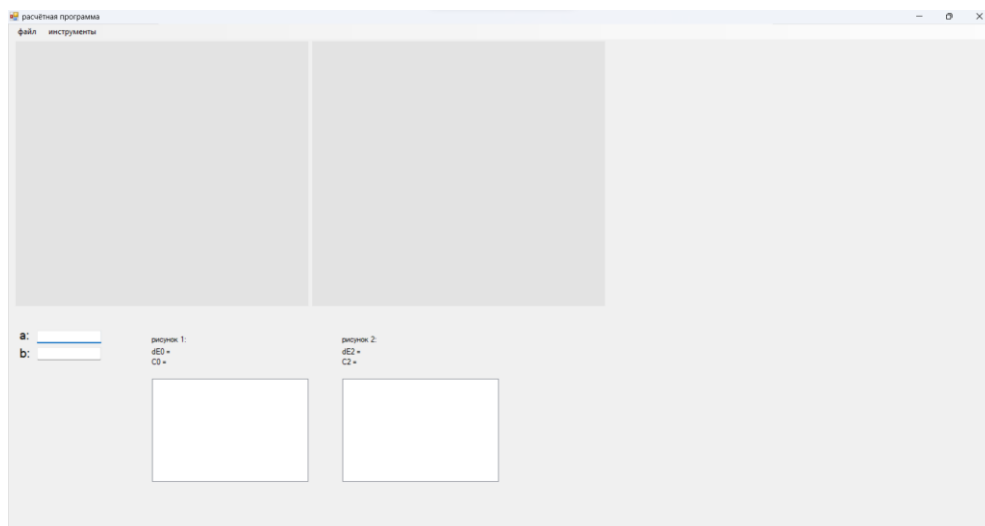


Рисунок 18 – Внешний вид программы

Для реализации определения вещества по цветовым характеристикам было создано десктоп приложение, которое работает по следующему алгоритму. Алгоритм работы программы Release представлен на рисунке 19.

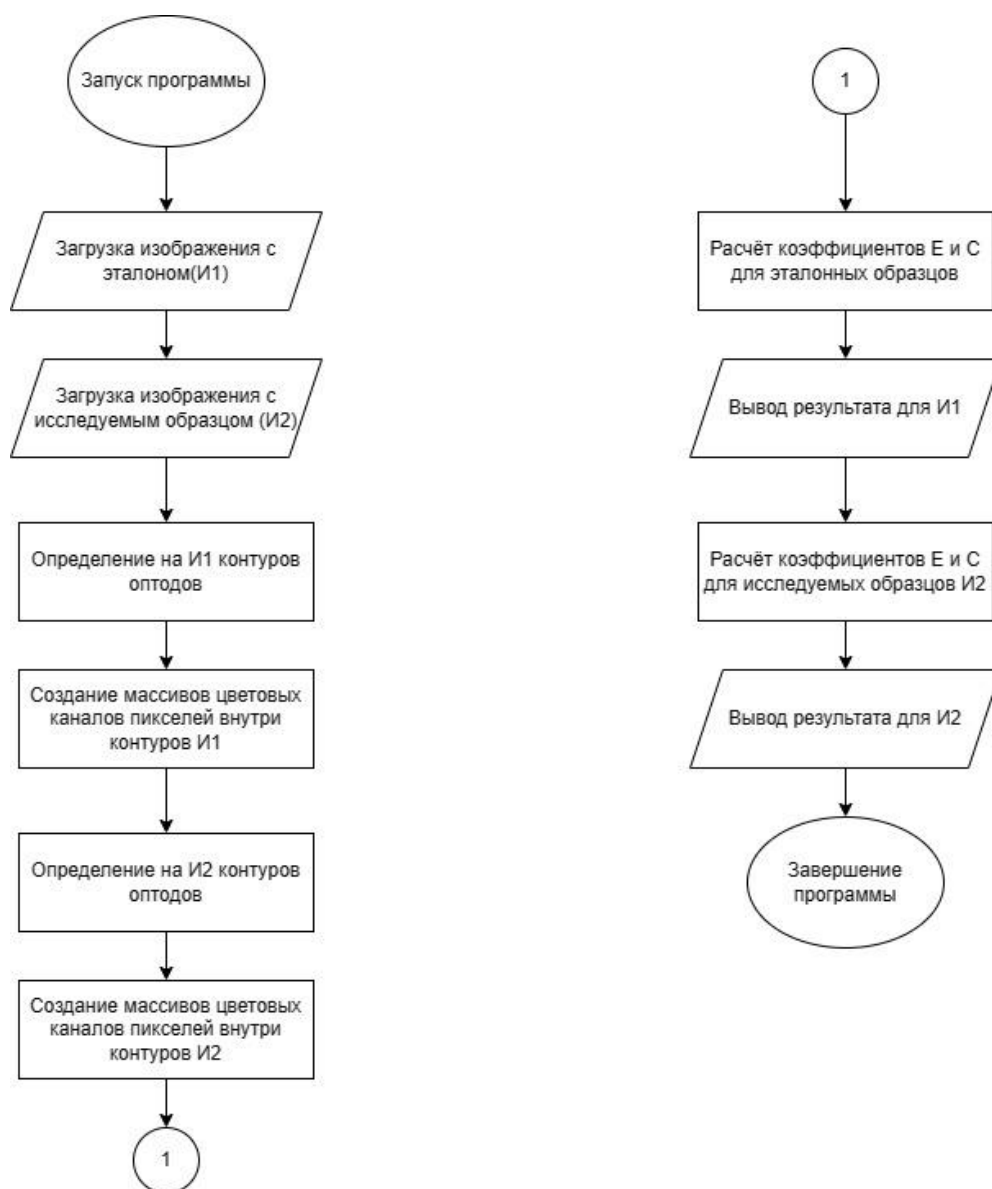


Рисунок 19 – Блок-схема алгоритма определения концентрации вещества

Из-за неоднородности окраса оптодов было принято решение брать средний цвет оптода, так как на границах изображения велико влияние качества изображения (оно может смешиваться с задним фоном), а в произвольной точке велико влияние того фактора, что оптод может окраситься неравномерно. Изображение отделённых от фона оптодов в программе представлено на рисунке 20.

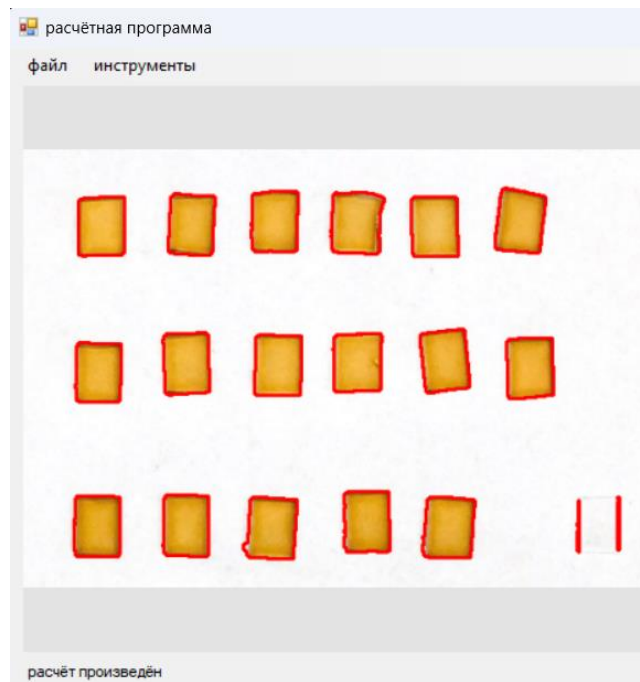


Рисунок 20 – Автоматическое определение оптодов на изображении

После написания кода, программа была протестирована на реальной фотографии окрашенных оптодов. Результат работы программы представлен на рисунке 21.

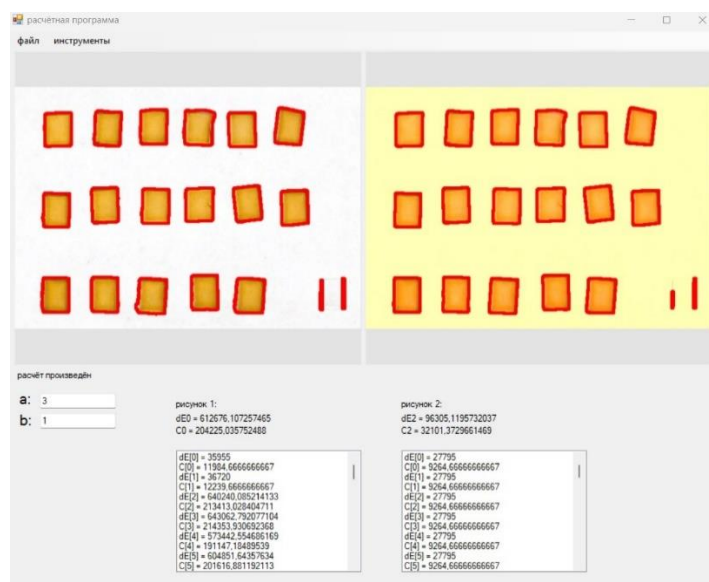


Рисунок 21 – Результат работы программы

4.6 Обзор игровых движков для создания виртуальной установки

Игровой движок – это программное обеспечение, созданное для разработки компьютерных игр, виртуальных комплексов и эмуляций сложных процессов. Он представляет собой готовую технологическую платформу, которая снабжает эмуляцию необходимыми инструментами и функциональностью, такими как графика, физический движок, звуковое сопровождение, искусственный интеллект и другие элементы. Игровые движки работают по принципу разделения заданий. Каждый элемент эмуляции имеет свое место в игровом движке. Графический движок занимается созданием графической составляющей, движок физики – моделированием физики, звуковой движок – созданием и обработкой звука, а искусственный интеллект – управлением поведением персонажей в эмуляции.

Кроме того, игровые движки предлагают программистам и гейм-дизайнерам мощные инструменты для разработки. Это позволяет им быстро создавать и редактировать игровые объекты, настраивать физические свойства игровых объектов, создавать новые уровни, писать новый код и так далее.

На рынке существует огромное количество игровых движков, некоторые из которых являются бесплатными, а некоторые требуют покупки лицензии. Наиболее популярными и используемыми являются следующие:

- Unity – популярный движок для создания игр в 2D и 3D с функцией многоплатформенной разработки;
- Unreal Engine – мощный движок, который может использоваться для создания игр различных жанров и платформ;
- CryEngine – популярный движок, используемый для создания игр с высококачественными графическими эффектами.

4.6.1 Unity

Unity – это кроссплатформенный игровой движок для разработки игр и интерактивных приложений. Unity создан для упрощения и ускорения процесса разработки игр, а также для облегчения их портирования на различные платформы. Данный игровой движок поддерживает несколько

языков программирования, таких как C#, JavaScript, Boo, ShaderLab и другие. Это дает возможность разработчикам работать на более знакомых им языках, чтобы создавать приложения быстрее и с большей эффективностью[18].

Основной интерфейс Unity состоит из редактора сцен, в котором пользователи могут создавать и редактировать сцены и объекты, а также управлять свойствами объектов. Unity поддерживает множество компонентов, которые можно добавить к объектам для изменения их поведения и функциональности, таких как физика, звук, свет, анимация и многое другое. Unity позволяет разработчикам создавать игры для широкого спектра платформ, таких как мобильные устройства, консоли, десктопы и веб.

В целом, Unity – это мощный и универсальный инструмент, который позволяет разработчикам создавать игры и приложения для различных платформ быстрее и проще, чем они могли бы сделать без него. Если вы хотите начать создавать свою игру или приложение, то Unity станет прекрасным выбором для вас.

4.6.2 Unreal Engine

Unreal Engine – это мощный игровой движок, разработанный компанией Epic Games. Он используется для создания высококачественных видеоигр и виртуальной реальности, а также в других областях, таких как архитектура и автомобильная промышленность. Unreal Engine имеет в своем составе интуитивно понятный редактор сцен, который позволяет пользователем быстро создавать и редактировать игровые миры. Он позволяет пользователям создавать объекты, прописывать логику игры и управлять свойствами объектов. Редактор сцен также включает в себя мощный инструмент для визуальной разработки пользовательских интерфейсов и аудиоэффектов [19].

Unreal Engine поддерживает несколько языков программирования, включая C++, Blueprints и Python. Blueprints – это визуальный язык программирования, который позволяет создавать логику игры без написания кода. Это делает Unreal Engine доступным для людей, которые не имеют опыта программирования, но хотят создать свою игру. Unreal Engine также имеет

мощные встроенные инструменты для создания визуальных эффектов, освещения, физики и анимации. Эти инструменты позволяют пользователям создавать реалистичную и детализированную графику, что делает игры созданные на Unreal Engine очень реалистичными и привлекательными для игроков. Unreal Engine также имеет поддержку различных платформ, включая мобильные устройства, консоли и ПК. Это делает его одним из наиболее популярных игровых движков на рынке.

4.6.3 CryEngine

CryEngine – один из самых мощных и популярных графических движков для создания компьютерных игр. Одной из главных особенностей CryEngine является его визуальное качество. Игры, созданные на этом движке, хорошо известны своей красивой графикой и высоким уровнем детализации. Это стало возможным благодаря использованию современных технологий, таких как фотореалистичное освещение, динамические тени и реалистичная физика. CryEngine также поддерживает самые современные функции, такие как виртуальная реальность и трассировка лучей.

Еще одной привлекательной особенностью CryEngine является его мультиплатформенность. Это означает, что разработчики могут создавать игры на любой платформе, включая ПК, консоли и мобильные устройства, используя единый движок. Такая гибкость делает CryEngine одним из лучших выборов для команд разработчиков, которые хотят создавать игры для широкой аудитории[20].

Кроме того, CryEngine обладает мощным редактором уровней, который позволяет создавать крупные, открытые миры с высоким уровнем детализации. Это позволяет разработчикам создавать игровые миры, которые выглядят и чувствуются более живыми и реалистичными.

Unity, Unreal Engine и CryEngine – три самых мощных и популярных графических движка для создания компьютерных игр, которые используются на сегодняшний день. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, которые должны быть учтены при выборе инструмента для разработки игр.

Unity является наиболее доступным и простым в использовании движком из трех. Он обладает мощными инструментами для разработки игр любого жанра и масштаба, а также имеет поддержку для множества платформ, включая ПК, консоли и мобильные устройства. Unity также имеет обширную документацию и сообщество, что делает его привлекательным для начинающих разработчиков.

4.7 Разработка виртуальной установки

Целью создания данной виртуальной установки является обеспечение возможности предварительной апробации и создания мобильной установки для определения концентрации вещества по цветовым характеристикам объекта, а также

Данный лабораторный стенд имеет две рабочие области. Область смешивания химических реагентов и область расчёта концентраций. Описание установки представлено на рисунке 22.

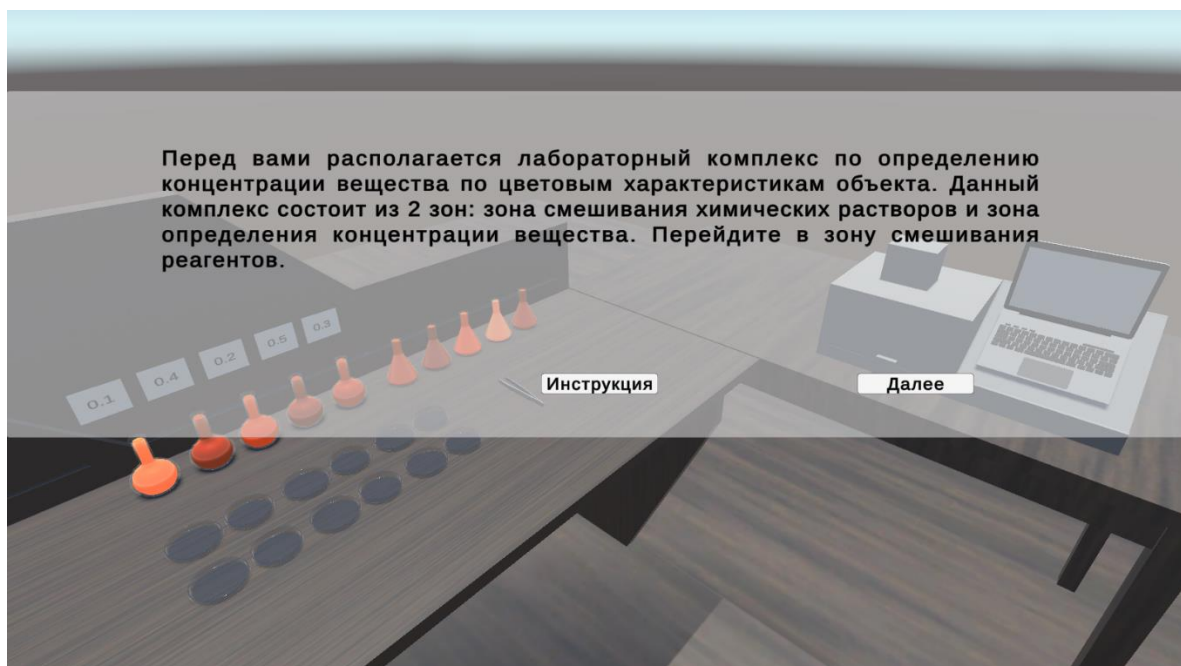


Рисунок 22 – Стартовое меню

Зона смешивания химических реагентов состоит из 10 колб с готовыми химическими реагентами. Реагенты в колбах круглой формы имеют заранее

известную концентрацию и используются для построения градуировочного графика. На рисунке 23 изображена зона смешивания химических реагентов.

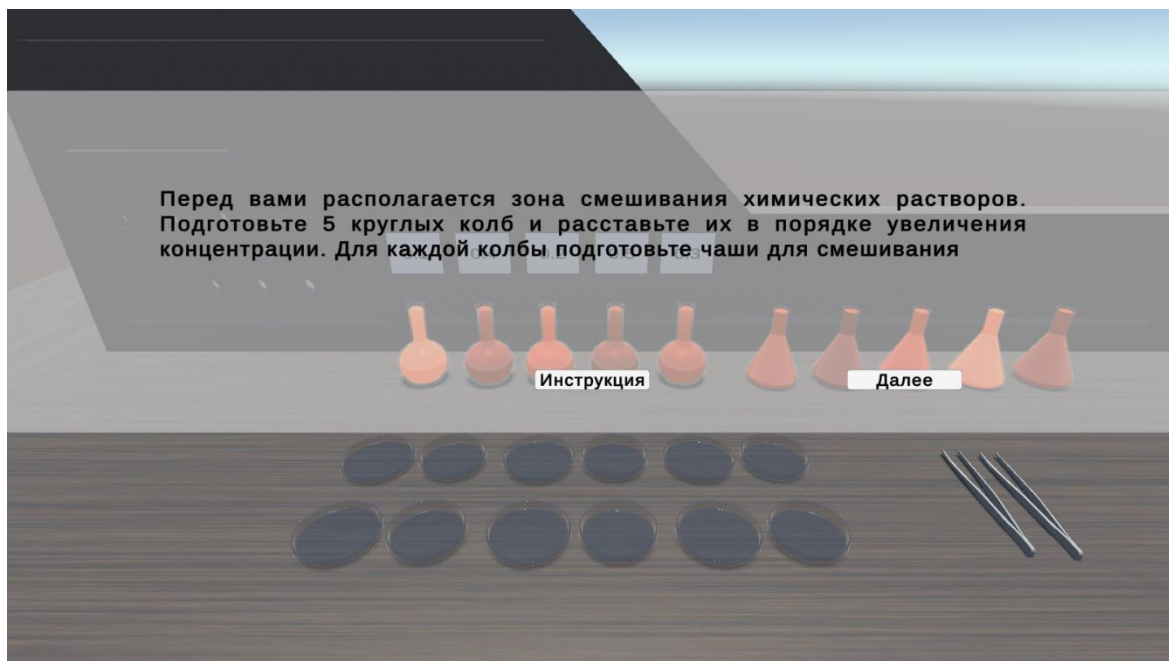


Рисунок 23 – Зона смешивания химических реагентов

Для построения градуировочного графика необходимо придерживаться следующего алгоритма:

1. Расставить круглые колбы в порядке возрастания концентрации реагентов;
2. Опустить в каждую колбу по одному оптоду, используя пинцет;
3. Оставить оптоды внутри на время, необходимое для прохождения взаимодействия с реагентом;
4. Поместить оптоды в установку.

После того, как оптоды будут загружены в установку необходимо запустить ПО, а именно программу «Release». Данная программа получает изображение с камеры установки и загружает снимок в область «Изображение 1». Инструкция по работе с получением изображения показана на рисунке 24.

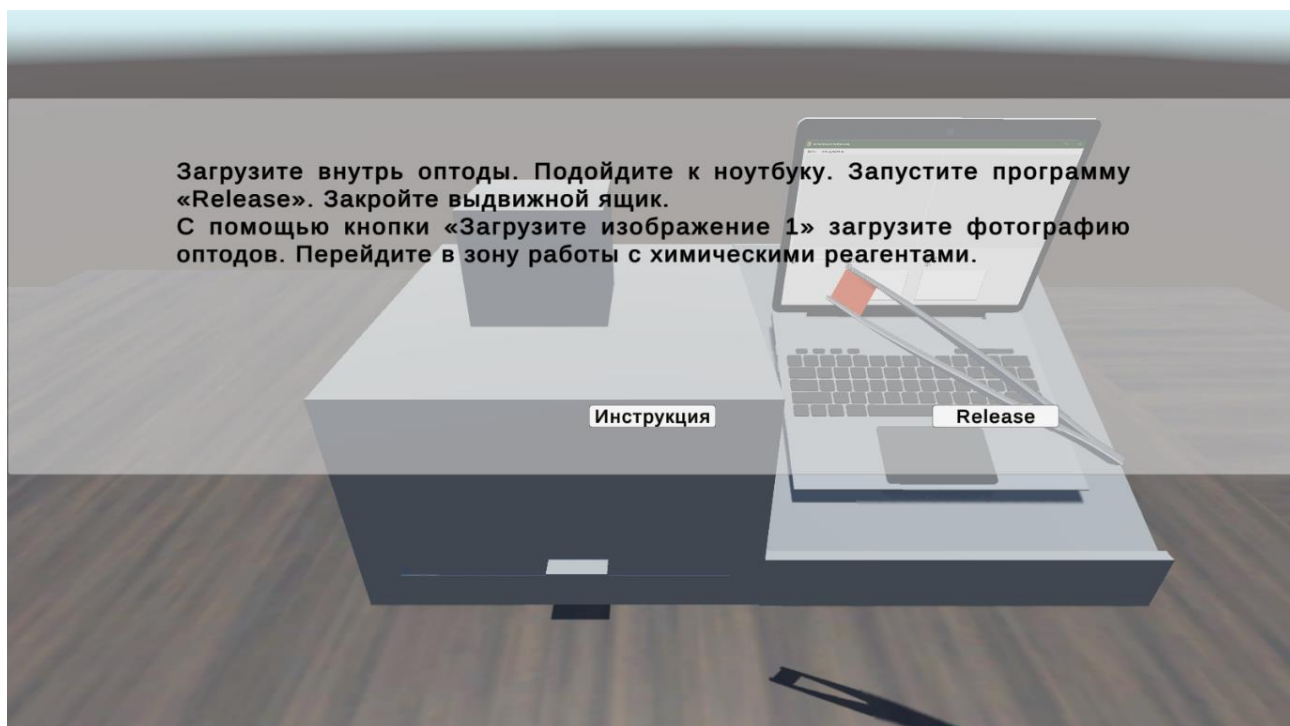


Рисунок 24 – Инструкция по получению изображения обучающей выборки

После получение изображения следует подготовка оптодов, окрашенных реагентами неизвестной концентрации. Данные реагенты подготовлены в конусообразных колбах. Готовые растворы необходимо перелить в чаши, а затем в данные чаши нужно опустить по одному оптоду до полного окрашивания. Инструкция пользователям виртуального лабораторного стенда представлена на рисунках 25.

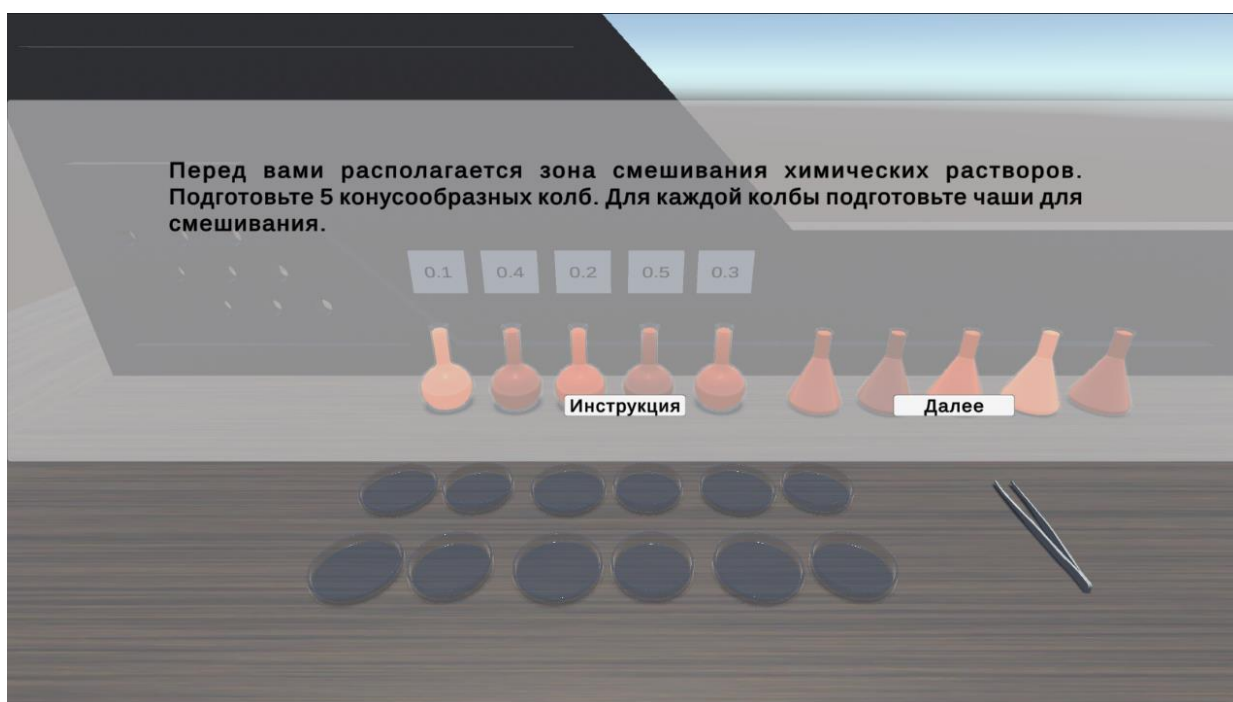


Рисунок 25 – Инструкция по получению изображения оптодов неизвестной концентрации

После получения готовых оптодов нам необходимо переместить их в зону определения концентраций. С помощью программы «Release» мы получаем изображение оптодов с неизвестной концентрацией. После загрузки изображений 1 и 2 в программу нам необходимо нажать кнопку «Рассчитать». Далее персональный компьютер автоматически определит объекты на обоих изображениях, определит цветовые характеристики изображения, а также рассчитает концентрацию оптодов со второго изображения и загрузит результаты в файл на персональный компьютер. Алгоритм работы оператора данного лабораторного стенда описан на рисунках 26.

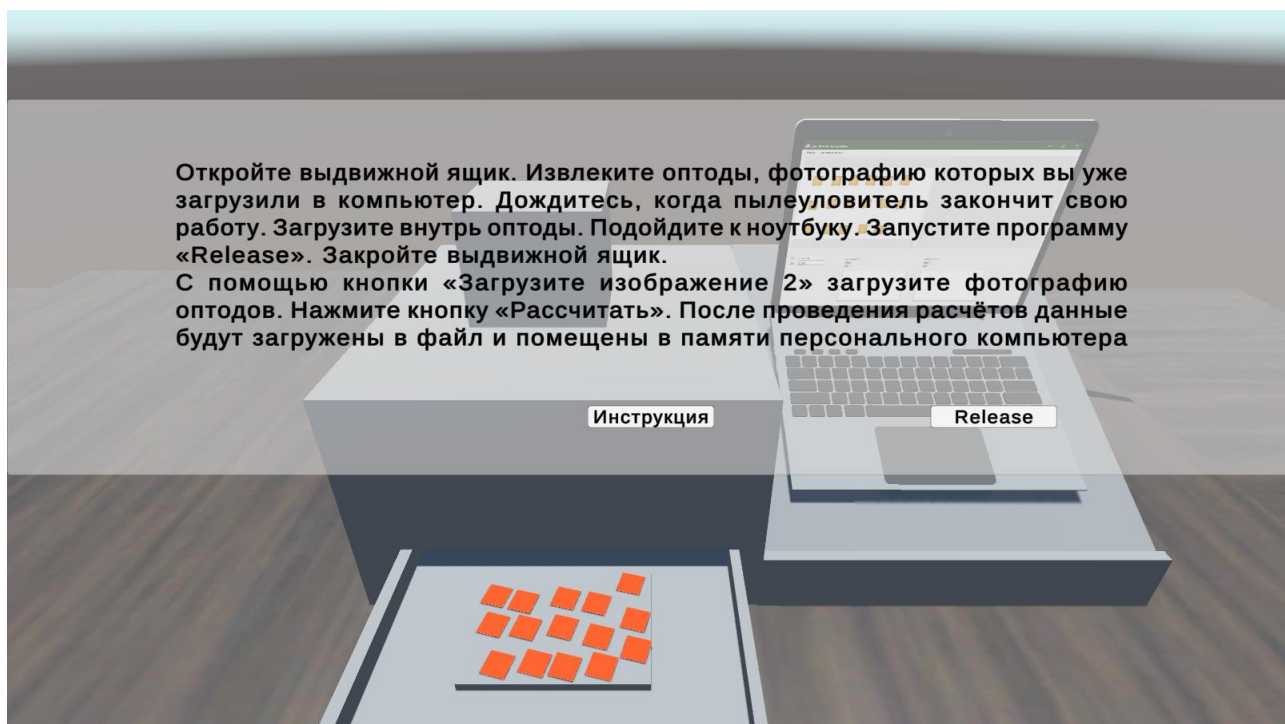


Рисунок 26 – Процесс определение концентрации оптодов

В ходе выполнения работы в среде разработки Unity был создан виртуальный лабораторный комплекс позволяющий определять концентрацию вещества по его цветовым характеристикам.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 8Т92		ФИО Бузмаков Илья Дмитриевич	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Автоматизация определения вещества по цветовым характеристикам объекта

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение

— Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.

— Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации

Объект исследования: электронный лабораторный стенд

Область применения: предназначен для определения концентрации вещества

Рабочая зона: аудитория №1136 10 корпуса ТПУ

Размеры помещения: 5×8.

Количество и наименование оборудования рабочей зоны: компьютер, лабораторный стенд

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: дистанционное измерение концентрации вещества

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:

— специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;

— организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

"Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)
// Собрание законодательства РФ – Глава 34, ст. 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда.
ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

2. Производственная безопасность при эксплуатации:

— Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов;

— Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора.

Вредные факторы:

- зрительное напряжение;
- отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении;
- отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;
- нервно-психические перегрузки;
- монотонность трудового процесса;
- повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума.

Опасные факторы: повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:

	вентиляция и очистка воздуха, кондиционирование воздуха, осветительные устройства, звукоизолирующие устройства, устройства защитного заземления, специальная защитная одежда при работе с вредными веществами.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации:	<i>Воздействие на селитебную зону:</i> не происходит, так как все выполняется дистанционно <i>Воздействие на литосферу:</i> возможная неправильная утилизация неисправных комплектующих персонального компьютера <i>Воздействие на гидросферу:</i> не происходит, так как все выполняется дистанционно <i>Воздействие на атмосферу:</i> не происходит, так как все выполняется дистанционно
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:	<i>Возможные ЧС:</i> Возникновение пожаров. <i>Наиболее типичная ЧС:</i> возникновение пожаров.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
01.03.2023	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Бузмаков Илья Дмитриевич		

5 Социальная ответственность

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров.

Определение концентрации вещества в различных жидкостях – это важный аналитический процесс, который находит широкое применение во многих областях науки и техники. Например, в медицине концентрация лекарственных веществ должна быть точно определена, чтобы правильно назначить дозировку и избежать нежелательных побочных эффектов. В пищевой промышленности для контроля качества конечной продукции необходимо определить концентрацию сахара, соли или кислотности в продукте.

Объектом исследования является электронный лабораторный стенд для определения вещества по цветовым характеристикам объекта.

Потенциальные пользователи данного стенда – работники разных отраслей.

Рабочим местом является аудитория №113б 10 корпуса ТПУ.

Характеристика помещения:

ширина – 5 м, длина – 8 м, высота – 2,7 м;

площадь – 40 м²;

в помещении имеется естественная вентиляция

вытяжное вентиляционное отверстие, дверь, окно;

в помещении установлено искусственное освещение, имеется естественное освещение.

Основная работа заключается в дистанционном определении концентрации вещества по его цветовым характеристикам, вследствие этого все основные процессы выполнялись за ЭВМ.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Создание безопасных условий и охрана труда на производстве обеспечивается выполнением установленных законодательством РФ условий безопасности работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, ведении технологических процессов, а также применении в производстве инструментов, сырья и материалов.

Основными задачами трудового законодательства являются создание необходимых правовых условий для достижения оптимального согласования интересов сторон трудовых отношений, интересов государства, а также правовое регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений [21]. Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации, продолжительность рабочей недели - пятидневная с двумя выходными днями (рабочее время не должно превышать 40 часов в неделю). Общее время отдыха за смену составляет от 30 минут до 2 часов, а продолжительность и количество перерывов устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка или по соглашению между работником и работодателем.

В трудовом договоре должны быть указаны требования при обработке персональных данных работника. Все персональные данные работника работодателю следует получать у него самого исключительно с целью обеспечения соблюдения законов, содействия работникам в трудоустройстве, получении образования и продвижении по службе, обеспечения личной безопасности работников, контроля количества и качества выполняемой работы и обеспечения сохранности имущества.

Информация о компенсациях за выполнение работ с вредными и (или) опасными условиями труда: минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 4 процента тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78. [22] Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования, рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труд. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

5.2 Производственная безопасность

Идентификация потенциальных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) проводится с использованием «Классификации вредных и опасных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-2015[23]. Название вредных и опасных производственных факторов в работе соответствуют приведенной классификации. Определены название характерных видов работ и вредных производственных факторов (таблица 1).

Таблица 1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте за ПК

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)[3]	Нормативные документы
Опасные факторы	
Зрительное напряжение	МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»:[24] СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда"[25]
Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"[26]

Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05- 95*[27]; СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий [28].
Нервно-психические перегрузки	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [29]
Монотонность трудового процесса	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [29]
Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [30] СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03- 2003[31]
Вредные факторы	
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.	ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление [32]. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [33]. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [34].

5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

5.3.1 Зрительное напряжение

Источником фактора является постоянная работа за ЭВМ.

Наиболее типичные профессиональные заболевания в результате воздействия фактора – близорукость, синдром сухого глаза.

Организация режимов труда и отдыха при работе с ПЭВМ в соответствии с СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к

условиям труда" [25] осуществляется в зависимости от вида и категории трудовой деятельности.

Согласно СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда", для видов трудовой деятельности устанавливаются 3 категории тяжести и напряженности работы с ПЭВМ, которые определяются: для группы А - по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60 000 знаков за смену; для группы Б - по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену, но не более 40 000 знаков за смену; для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с ПЭВМ за рабочую смену, но не более 6 часов за смену. Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПЭВМ рекомендуется организовывать рабочую смену путем чередования работ с использованием ПЭВМ и без него. Текущую работу можно отнести для группы В.

При возникновении у работающих с ПЭВМ зрительного дискомфорта и других неблагоприятных субъективных ощущений, несмотря на соблюдение санитарно-гигиенических и эргономических требований, рекомендуется применять индивидуальный подход с ограничением времени работы с ПЭВМ.

В случаях, когда характер работы требует постоянного взаимодействия с ВДТ (набор текстов или ввод данных и т.п.) с напряжением внимания и сосредоточенности, при исключении возможности периодического переключения на другие виды трудовой деятельности, не связанные с ПЭВМ, рекомендуется организация перерывов по 10 - 15 мин. через каждые 45 - 60 мин. работы, согласно МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»[24].

5.3.2 Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении

Метеорологические условия, или микроклимат, в производственных условиях определяются следующими условиями:

- 1) температурой воздуха t (°C);
- 2) относительной влажностью φ (%);
- 3) скоростью движения воздуха на рабочем месте v (м/с).

Наиболее типичные профессиональные заболевания в результате воздействия фактора – простуда, переохлаждение, перегрев организма.

При определенном сочетании перечисленных выше показателей микроклимата в производственном помещении человек будет испытывать ощущение теплового комфорта на протяжении всего времени проведения на рабочем месте. Состояние теплового комфорта оказывает значительное влияние на работоспособность, а именно на производительность труда

В таблице 2 представлены оптимальные величины показателей микроклимата в рассматриваемом производственном помещении согласно табл. 2, согласно СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"[6]. Работа студента – инженера, разработчика относится к категории 1а.

Таблица 2 – Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °C		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	1а	20,0-20,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	1а	21,0-22,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,2

При отклонении от норм параметры микроклимата можно регулировать применением системы кондиционирования воздуха и системы отопления. В зимний период для поддержания необходимой температуры используется система регулируемого центрального водяного отопления.

5.3.3 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Недостаточная освещенность рабочей зоны также считается одним из факторов, влияющих на работоспособность человека.

Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы. Источники возникновения: отсутствие возможности организации естественного освещения.

По нормам освещенности, согласно СП 52.13330.2016, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. Требования к освещению помещения представлены в таблице 3. Таблица 3 – Требования к освещению помещений при работе с ПК

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд и подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении и зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение			
				Средняя освещенность, лк, не менее	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	Б-1	Не менее 70	400	100*	19	15
		Б-2	Менее 70	300	75*	22	20

* Нормируется в случае необходимости обзора окружающего пространства

Место рабочего освещается таким образом, чтобы был отчетливо виден процесс работы, не напрягая зрения, а также исключая прямое попадание источника света в глаза. В помещении присутствует естественное освещение.

К средствам нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест относятся: источники света, осветительные приборы, световые проемы, светозащитные устройства, светофильтры.

5.3.4 Нервно-психические перегрузки и монотонность труда

Работа на установке, а также внесение результатов и обработка баз данных являются монотонным процессом. Монотонность приводит к нервно-психическим перегрузкам.

Согласно Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [29] монотонность труда может привести к возникновению неприятных ощущений у работников, таких как снижение уровня бодрствования, снижение тонуса скелетной мускулатуры, снижении тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (снижение частоты пульса и артериального давления, увеличение аритмии пульса и др.). Основными последствиями монотонного труда являются: снижение работоспособности и производительности труда, производственный травматизм, повышенная заболеваемость и т.д.

Работа по исследованию относится к классу вредных напряженных условий труда 1 степени.

Рекомендации предполагают введение частых (через 60 - 120 мин.), но коротких (5-10 мин.) регламентированных перерывов при факторе монотонии.

Полезным является введение физической активности (гимнастика) продолжительностью 7-10 минут в начале смены, а также физкультурных пауз один-два раза за рабочую смену, согласно Р 2.2.2006-05 Гигиена труда [29].

5.3.5 Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

В таблице 4 приведены предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные скорректированные по А уровни звука. Нормы взяты из СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [11].

Таблица 4 – Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные скорректированные по А уровни звука в помещениях производственных, жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Для источников постоянного шума									Для источников непостоянного шума	
		Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентный коррект и рованный по А уровень звука $L_{Aэкв}$, дБ	Макс имальный корректи рованный по А уровень звука L_{Amax} , дБ
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, кабины наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону	-	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75	90

Шум возникает во время работы оборудования, источником его также могут быть разговоры в помещении, звуки, доносящиеся с улицы. Источниками постоянного шума в помещении являются: люминесцентные лампы, печатающее устройство, шум различных узлов компьютера: дисководов, винчестеров, вентилятора.

Снизить уровень шума в помещениях можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 -8000 Гц для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создают однотонные занавески из плотной ткани, повешенные в складку на расстоянии 15-20 см от ограждения.

Наиболее простым и действенным способом облегчения работ, является кратковременные отдыхи в течение рабочего дня при выключенных источниках шума.

5.3.6 Повышенное значение напряжения в электрической цепи

Поражение электрическим током возникает при соприкосновении с электрической цепью, в которой присутствуют источники напряжения и/или источники тока, способные вызвать протекание тока по попавшей под напряжение части тела. Обычно чувствительным для человека является пропускание тока силой более 1 мА. Кроме того, на установках высокого напряжения возможен удар электрическим током без прикосновения к токоведущим элементам, в результате утечки тока или пробоя воздушного промежутка с образованием электродуги.

Для предотвращения негативного воздействия электрического тока на рабочих используются средства коллективной и индивидуальной защиты, согласно ГОСТ 12.1.030-81 и ГОСТ 12.1.030-82.

Коллективные средства электрозащиты: изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль, установка оградительных устройств, предупредительная сигнализация и блокировка, использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов, применение малых напряжений, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Индивидуальные средства защиты: диэлектрические перчатки, инструменты с изолированными рукоятками, диэлектрические боты, изолирующие подставки.

5.4 Экологическая безопасность

Воздействие оказывалось только на литосферу, так как работа в основном проводилась дистанционно.

Воздействие на литосферу: возможная неправильная утилизация неисправных комплектующих персонального компьютера. При выбросе

комплектующих персонального компьютера в местах, не предназначенных для этого, происходит загрязнение окружающей среды и грозит опасность для здоровья человека.

Процесс неправильной утилизации комплектующих, содержащих токсичные ксенобиотики и химические соединения, вызывает загрязнение литосферы и негативно влияет на земельные насаждения, водные ресурсы, почву и животных в непосредственной близости от мест утилизации. Для предотвращения негативного влияния на литосферу при утилизации комплектующих персонального компьютера, можно использовать следующие способы:

1. Правильная утилизация: комплектующие, которые требуют переработки, должны быть переданы на специализированную переработку в соответствии с законодательством и стандартами, установленными в регионе.

2. Уменьшение количества неисправных комплектующих: использование качественных компьютеров и комплектующих у известных производителей, регулярная проверка и обслуживание ПК, а также использование ПК в соответствии с инструкциями по эксплуатации помогут уменьшить количество комплектующих, которые требуют утилизации.

5.5 Безопасность при чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС: Возникновение пожаров вследствие короткого замыкания, легковоспламеняющегося вещества.

Наиболее типичная ЧС: пожар.

Рабочее помещение, представленное для выполнения выпускной квалификационной работы, согласно СанПиН 1.2.3685-21[15], можно отнести к категории В (пожароопасное).

Основными методами, способствующими уменьшению масштабов ЧС, являются:

1. Своевременное проведение инструктажа.

2. Установление средств автоматического пожаротушения в помещениях.

3. Установка датчиков дыма и огня.

4. Обеспечение путей эвакуации и поддержание их в надлежащем состоянии.

5. Контроль работы электроприборов.

На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" класс возможного пожара – пожары твердых горючих веществ и материалов (А);

Первичные средства пожаротушения, используемые в целях борьбы с пожарами: переносные и передвижные огнетушители; пожарный инвентарь (пожарные багры, ломы, топоры, крюки, пилы, лопаты); покрывала для изоляции очага возгорания (противопожарное полотно); генераторные огнетушители аэрозольные переносные.

Ликвидация последствий ЧС: повести демонтаж оборудования.

5.6 Выводы по разделу

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были продемонстрированы в данном разделе. Основная работа выполнялась за ЭВМ в аудитории №1136 10 корпуса ТПУ.

Исходя из проделанной работы, можно сделать вывод, что во время производственной деятельности на работника негативно оказывают влияние вредные и опасные факторы, которые отражаются на производительности труда. Данная работа относится к категории 1а по тяжести труда согласно ГОСТ 12.1.005-88 и к III группе персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Мероприятия по защите от риска воздействия вредных и опасных факторов являются важным аспектом в производственной деятельности. На сегодня целью являются более качественные, здоровые и безопасные условия труда. Защитить от воздействия вредных и опасных факторов помогут средства защиты и правильная организация рабочей зоны.

Представленное место для выполнения ВКР, согласно СанПиН 1.2.3685-21, можно отнести к категории В (пожароопасное).

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ – помещения без повышенной опасности.

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ «КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Т92	Бузмаков Илья Дмитриевич

Школа	ИИШТР	Направление/ООП	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» / Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли
Уровень образования	Бакалавриат		

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	В результате выполнения НИОКР решается проблема долгой идентификации вещества, особенно в случае большого количества анализируемых образцов. Предлагаемое решение – исключение возможной человеческой ошибки в процессе определения вещества, увеличение научно-технической базы целевой аудитории за счет предоставления услуг по проведению анализа концентрации вещества и продажа продукта медицинским лабораториям (используя при этом контрактное производство, защищенное, в перспективе, собственной интеллектуальной собственностью).
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	В целях защиты собственной разрабатываемой системы и устройства с точки зрения интеллектуальной собственности предполагается в последствие подача нескольких заявок на патент, в частности патент на изобретение, описывающий характеристики системы, ее базовый функционал и выдвигаемые к ней технические требования, а также свидетельство на программу для ЭВМ. Технология производства продукта будет составлять коммерческую тайну и не будет подлежать патентованию в данный момент. Особенностью данного проекта можно считать возможность охраны как авторского, так и патентного права.
<i>Объем и емкость рынка</i>	Объем в 2022 году составил около 274,7 миллиардов рублей, что на 20% выше, чем в 2021 году. Темпы роста на рынке медицинских лабораторных услуг находятся на высоком уровне и оцениваются в 15-20% годовых. Главным фактором роста рынка является стремительный рост объема заболеваний, который нередко требует точной и оперативной диагностики.
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	Перспективы развития рынка связаны с постоянной модернизацией оборудования и методов диагностики, в том числе разработкой более точных, быстрых и экономически выгодных технологий. Аналитики также обращают внимание на развитие телемедицины и удаленной диагностики, что будет способствовать росту рынка и улучшению доступности медицинской помощи.
<i>Себестоимость продукта</i>	375730,248 рублей за единицу продукта
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта и</i>	1. Быстрота измерений: автоматизированные системы могут производить измерения с высокой

<i>Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	скоростью и точностью, что позволяет быстро и эффективно определять концентрацию веществ. 2. Минимизация ошибок: автоматизированные системы могут минимизировать ошибки, связанные с ручными измерениями. Это уменьшает возможность ошибки и повышает точность данных. 3. Высокая точность: автоматизированные системы используют современные технологии, такие как оптические сенсоры и электроника, чтобы обеспечить высокую точность определения концентрации вещества. 4. Большая производительность: автоматизированные системы могут работать круглосуточно без необходимости перерывов на отдых или питание, что означает, что их производительность может быть гораздо выше, чем у ручных систем. 5. Экономическая эффективность: автоматизированные системы могут быть экономически выгоднее, поскольку они могут сократить расходы на персонал и использование материалов. 6. Универсальность: автоматизированные системы могут быть настроены для определения концентрации различных веществ и по этой причине являются универсальным инструментом в области химического анализа и контроля качества.
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	—
<i>Бизнес-модель проекта, производственный план и план продаж</i>	Бизнес-модель по А.Остервальду и И.Пинье
<i>Стратегия продвижения продукта на рынок</i>	—

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
--	--

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент БШ	Шамина Ольга Борисовна	к.т.н		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Бузмаков Илья Дмитриевич		

6 Концепция стартап-проекта

6.1 Название и описание проекта

На текущий момент определение концентрации вещества является актуальным процессом для таких сфер как медицина, промышленность и водоподготовка.

Данный проект предполагает рассмотрение возможности создания программного обеспечения для определения концентрации вещества. Внедрение на рынке медицинских услуг позволит удовлетворить потребности целевой аудитории с высоким запросом наукоемкого и технологического оборудования. Также это позволит минимизировать влияние человеческого фактора посредством точной настройки программного обеспечения, а также правильно назначить дозировку и избежать нежелательных побочных эффектов. В данном случае такой целевой аудиторией могут выступать предприятия по производству лекарственных средств России, стран СНГ.

Более того, данная система имеет потенциал значительного масштабирования на другие виды рынков, где есть необходимость наблюдения и анализа протекающих процессов и реакций в режиме реального времени при отсутствии человеческого фактора. увеличит спрос на более функциональное и автоматизированное оборудование, повышающее эффективность процесса исследования. Такими рынками являются биомедицинское и биохимическое исследования.

Опираясь на базовую концепцию, выдвигаемые технические требования к продукту и разрабатываемое решение, было определено название для стартап-проекта: «Автоматизация определения вещества по цветовым характеристикам объекта».

6.2 Описание продукта как результата НИР

В результате выполнения НИОКР решается проблема долгой идентификации вещества, особенно в случае большого количества анализируемых образцов.

Предлагаемое решение – исключение возможной человеческой ошибки в процессе определения вещества, увеличение научно-технической базы целевой аудитории за счет предоставления услуг по проведению анализа концентрации вещества и продажа продукта медицинским лабораториям (используя при этом контрактное производство, защищенное, в перспективе, собственной интеллектуальной собственностью).

На данный момент проблема решается сотрудниками и лаборантами медицинских лабораторий.

ПО по определению концентрации вещества позволяет выбрать метод расчета (наименьших квадратов, наименьших модулей, итерационный с использованием весовых коэффициентов), вид аппроксимации (линейная, полиномиальная, экспоненциальная) и степень полинома путем выбора соответствующих значений в полях «Метод», «Аппроксимация» и «Степень полинома». Параметры аппроксимации автоматически подбираются таким образом, чтобы градуировочная зависимость проходила максимально близко ко всем точкам шкалы. График аппроксимированной градуировочной зависимости $dE = f(C)$ выводится в специальное окно. Также в специальном окне отображается коэффициент корреляции полученной градуировочной зависимости. Цветовые координаты исследуемого оптода могут быть введены одним из двух способов: – нажав кнопку «Загрузить», оператор выбирает файл с координатами исследуемого оптода; – нажав кнопку «Измерить», оператор измеряет цветовые координаты исследуемого оптода.

Далее автоматически рассчитывается цветовое различие dE_i между нулевой точкой шкалы и цветовыми координатами i -го исследуемого оптода, которое отображается в окне «Цветовое различие выбранного образца, dE ». В случае полиномиальной аппроксимации определяются корни аппроксимированной градуировочной зависимости $dE = f(C)$ с измеренным цветовым различием dE_i , исключаются комплексные и отрицательные корни, после чего выбирается корень, представляющий собой искомое значение концентрации C_i . Рассчитанное значение C_i индицируется на

аппроксимирующей кривой с помощью перекрещивающихся линий и отображается в окне «Концентрация С, мг/л». Для сохранения всех данных в файле необходимо нажать кнопку «Сохранить». Для проведения статистической обработки результатов в соответствии со стандартами РМГ 61-2010, ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 оператору нужно нажать кнопку «Статистика». Это приложение позволяет рассчитать показатели правильности и точности полученных результатов.

Программное обеспечение для определения вещества по цветовым характеристикам обладает рядом преимуществ:

1. Высокая точность определения: программное обеспечение проводит анализ цвета с большой точностью, что позволяет достичь более точных результатов.

2. Высокая скорость: благодаря автоматическому анализу и обработке данных, программы определяют вещество быстрее, чем с помощью ручных методов.

3. Удобство использования: программы имеют простой и интуитивно понятный интерфейс, что делает их легко доступными и удобными в использовании.

4. Экономия времени и сокращение ошибок: автоматизация процесса определения вещества позволяет сократить время, затрачиваемое на работу с образцами, а также снижает вероятность ошибок, обусловленных человеческим фактором.

5. Широкий спектр возможностей: программное обеспечение для определения вещества по цветовым характеристикам может иметь различные дополнительные функции, такие как возможность анализа нескольких образцов одновременно или экспорт результатов анализа в различные форматы.

6.3 Интеллектуальная собственность

В ходе патентного поиска было найдено несколько патентов на полезные модели устройств, аналогичных разрабатываемой системы, а также программы для ЭВМ, аналогичные разрабатываемой:

1. Патент № 2428663 Российская Федерация, МПК G01J 3/46 (2006.01). Способ определения количества анализируемого вещества по цветовой шкале : № 2010114385/28 : заявл. 12.04.2010: опубл. 10.09.2011/ Муравьев С. В., Гавриленко Н. А., Спиридонова А. С., Силушкин С В.– 5 с.

2. Патент № 2282850 Российская Федерация, МПК G01N 30/00 (2006.01). Безреагентный способ определения содержания компонентов в растворе и устройство для его осуществления: № 2005112942/04: заявл. 29.04.2005: опубл. 27.08.2006/ Ферапонтов Н.Б., Рубин Ф.Ф., Ковалева С.С.– 5 с.

3. Патент № 2714836 Российская Федерация, МПК G01N 21/64 (2006.01). Способ идентификации веществ в растворе и контроля концентрации растворов: № 2019125987: заявл. 16.08.2019: опубл. 19.02.2020 / Самодуров Евгений Восталионович – 5 с.

4. Патент № 2786355 Российская Федерация, МПК G01N 27/06 (2006.01). Способ определения концентрации анализируемого вещества в образце: № 2022108715: заявл. 31.03.2022: опубл. 31.03.2022 / Марченко А.Н., (RU), Кузнецова О.М. (RU)– 5 с.

Данные патенты и свидетельство защищают правообладание как на принцип работы и конструкторские особенности, применяемые в проектировании самих устройств, так и на методы определения концентрации вещества. Однако при анализе выяснилось, что во всех патентах и свидетельствах нет повторяющихся элементов корпуса устройства, а также методов и способов определения концентрации вещества тех или иных материалов. В целях защиты собственной разрабатываемой системы и устройства с точки зрения интеллектуальной собственности предполагается в последствие подача нескольких заявок на патент, в частности патент на изобретение, описывающий характеристики системы, ее базовый функционал

и выдвигаемые к ней технические требования, а также свидетельство на программу для ЭВМ. Технология производства продукта будет составлять коммерческую тайну и не будет подлежать патентованию в данный момент. Особенностью данного проекта можно считать возможность охраны как авторского, так и патентного права.

6.4 Объем и емкость рынка

В качестве определения потенциальных потребителей были рассмотрены целевой национальный и международные рынки медицинских лабораторий.

Крупные международные фирмы работают в различных странах мира, в том числе и в России. Лидирующие компании мира на сегодняшний день – это Roche Diagnostics, Abbott, Siemens Healthcare, которые предлагают как простые, так и передовые технологии для диагностики. К числу ключевых отличий между российским и международными рынками можно отнести такие как развитая инфраструктура на международном рынке, более широкий выбор услуг и технологий, а также цены на услуги и технологии [36].

Согласно данным исследования RNCOS, мировой рынок медицинских лабораторных технологий и услуг достигло 200 миллиардов долларов в 2022 году. Технологический прогресс и повышение свойств медицинского оборудования продолжает развиваться и ожидается его рост [37].

России действует федеральная программа Единой социальной страховки на предоставление медицинских услуг, которая охватывает большую часть населения. Социальная страховка создает благоприятные условия для развития медицинских лабораторий и повышения качества медицинской помощи. Кроме того, на рынке медицинских лабораторий работают как государственные, так и частные компании. По данной статистике, в России более 20% всех медицинских лабораторий являются частными компаниями.

Рынок медицинских лабораторных услуг в России находится в стадии активного развития. Согласно данным экспертов, его объем в 2022 году

составил около 274,7 миллиардов рублей, что на 20% выше, чем в 2021 году. Темпы роста на рынке медицинских лабораторных услуг находятся на высоком уровне и оцениваются в 15-20% годовых. Главным фактором роста рынка является стремительный рост объема заболеваний, который нередко требует точной и оперативной диагностики [38].

Медицинские лаборатории в любой стране выполняют важную функцию в диагностике заболеваний и контроля за состоянием здоровья пациентов. Так как здоровье является приоритетом для каждого человека, этот рынок имеет потенциал для роста и развития, что способствует развитию новых технологий и продуктов.

6.5 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли

Современное состояние рынка медицинских лабораторий характеризуется быстрым развитием и инновационными технологиями, которые значительно улучшают диагностику заболеваний и обеспечивают быстрый и точный анализ биоматериалов. Рост числа частных медицинских лабораторий, увеличение объема медицинских исследований и развитие новых технологий являются важными факторами роста рынка.

По данным исследований, мировой рынок медицинских лабораторных услуг находится в стадии активного развития. Согласно прогнозам, в 2025 году он достигнет экономического размера в 146,14 миллиарда долларов. Один из главных факторов, влияющих на рост рынка, является рост населения и увеличение количества заболеваний [38].

В России рынок медицинских лабораторных услуг также продолжает расти. По оценкам экспертов, темпы роста на российском рынке медицинских лабораторных услуг находятся на высоком уровне и оцениваются в 15-20 % годовых [38].

В условиях пандемии COVID-19, медицинские лаборатории получили еще большее развитие, так как анализы стали невероятно важной частью диагностики этого заболевания. COVID-19 увеличил стоимость медицинских

лабораторий в целом, вызвав увеличение потребности в диагностике и лечении заболеваний. В этой связи предполагается, что рынок медицинских лабораторий продолжит расти и развиваться в ближайшем будущем [39].

Перспективы развития рынка связаны с постоянной модернизацией оборудования и методов диагностики, в том числе разработкой более точных, быстрых и экономически выгодных технологий. Аналитики также обращают внимание на развитие телемедицины и удаленной диагностики, что будет способствовать росту рынка и улучшению доступности медицинской помощи.

6.6 Планируемая стоимость продукта

Рыночная стоимость продукта будет основываться на том, каковы первоначальные материальные расходы и какая маржа необходима для обеспечения выпуска готового цифрового цветометрического анализатора. Чтобы определить себестоимость устройства и оптимальную рыночную стоимость, были проведены детальные расчеты, описанные далее. Для расчета производственной себестоимости продукта (СПр) воспользуемся формулой:

$$\text{СПр} = \text{М} + \text{П} - \text{В} + \text{Э} + \text{Т} + \text{ЗПос} + \text{РПОП} + \text{ПБ} + \text{ПР} + \text{ОПР} + \text{ОХР},$$

где М – затраты на материалы, П – затраты на полуфабрикаты (компоненты системы), Э – затраты на электроэнергию, Т – затраты на топливо, В – сумма возвратных отходов, ЗПос – расходы на зарплаты сотрудников, РПОП – траты на подготовку производства, ПБ – сумму потерь вследствие брака, ПР – прочие траты, ОПР и ОХР – общепроизводственные и общехозяйственные расходы [40].

Позаказный метод калькулирования применяется для расчёта производственной себестоимости каждой единицы продукции. Вычисление расходов таким методом является оптимальным, поскольку расчет проводится для нишевого продукта для узкоспециализированного рынка, состоящего из пяти выпускаемых устройств в год.

Материальные расходы (М) приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Материальные расходы (М)

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Филамент PETG TM Esofil, 1,75 мм, 1 кг	2 748,00	1	2 748,00
Растворы для анолита, 1 л	490,00	1	490,00
Очки защитные РОСОМЗ Победит super прозрачные	500,00	1	500,00
Перчатки AVICOMP Glove Professional Нитриловые М	200,00	2	400,00
ПММА, 2050 x 3050 мм	6871,00	1	6871,00
Итого:			11009,00

Расходы на используемые в системе компоненты (П) представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Расходы на комплектующие системы (П)

Наименование оборудования	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Матричная камера Basler ace 2 a2A1920-51gcBAS	24748,00	1	24748,00
Контроллер ОВЕН ПЛК63	25000,00	1	25000,00
Компьютерный процессор БУСТ 2 ОВЕН	15000,00	1	15000,00
Галогеновая лампа КГМ12-10-2	704,00	5	3520,00
Фотореле ФР-601	287,00	5	1435,00
Итого:			69703,00

Расходы на электроэнергию (Э), потребляемой на протяжении всего времени изготовления прототипа (0,5 финансового года) приведены в таблице 7, а расходы на топливо (Т) не учитывались, поскольку процесс производства не предусматривает трат на топливо, транспортировку и прочие расходы, связанные с логистикой.

Таблица 7 – Расходы на электроэнергию (Э)

Наименование оборудования	Мощность машин и механизмов, кВт	Время работы машин и механизмов, ч	Тариф на 1 кВт*ч на эл. энергию, руб.	Затраты на эл. энергию, руб/кВт · ч.
3D принтер 3DQ Prism Special Dual	0,2	50	3,14	31,36
Паяльная станция	0,6	2	3,14	3,76
Персональный компьютер (ПК)	0,5	960	3,14	1 505,24
Блок питания (12В)	0,6	5	3,14	9,41
Освещение (20Вт · м ²)	0,4	960	3,14	1 204,19
Итого:				2753,96

Заработные платы сотрудников (ЗПос), проектирующие 1 устройство за 0,5 финансовый год, разрабатывающие программное обеспечение и собирающие готовый продукт из компонентов системы, приведены в таблице 8, а траты на подготовку к производству (РПОП) не учитывались, поскольку данный процесс производства не рассматривается.

Таблица 8 – Расходы на заработные платы сотрудников (ЗПос)

Исполнители	$З_{мс}, руб$	$k_{пр}$	k_{∂}	k_p	$З_{м}, руб$	$З_{\partialн}, руб$	$T_p, раб.дн.$	$З_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	13,5	28988,6
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	68,5	119402,4
Итого:								148391

Сумму потерь вследствие брака (ПБ) принимаем равной 37,4 % от материальных (М) затрат и затрат на полуфабрикаты (П), прочие траты (ПР) – 15 %, а сумму возвратных отходов (В) – 20 % от тех же затрат. При этом общепроизводственные и общехозяйственные расходы (ОПР и ОХР) рассчитаны и приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Общепроизводственные и общехозяйственные расходы (ОПР и ОХР)

Показатель	Пояснения к видам расходов	Сумма, руб./ед. прод
Арендная плата помещений (по договору с ТПУ)	Расходы на аренду помещений для производства продукции в специализированных мастерских ТПУ	20 000,00
Аренда оборудования (по договору с ТПУ)	Расходы на аренду необходимого промышленного оборудования в специализированных мастерских ТПУ	50 000,00
Прочие	Расходы на устранение неисправностей и брака	10 000,00
Итого:		80 000,00

Исходя из приведенных данных в таблицах 3 – 7 и данных о прочих расходах (ПР), себестоимость (СПр) будет равна:

$$\begin{aligned}
 \text{СПр} &= 11009,00 + 69703,00 - ((11009,00 + 69703,00) \cdot 0,2) + 2753,96 + 0 \\
 &+ 1\,148\,391 + 0 + ((11009,00 + 69703,00) \cdot 0,374) + ((11009,00 + 69703,00) \cdot 0,15) \\
 &+ 80\,000,00 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \text{СПр} = 375730,248 \text{ руб./ед. прод.}
 \end{aligned}$$

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

Аналогом разрабатываемой системы и исследуемого устройства является фотоколориметр. Фотоколориметр – оптический прибор для измерения концентрации веществ в растворах. Действие колориметра основано на свойстве окрашенных растворов поглощать проходящий через них свет тем сильнее, чем выше в них концентрация окрашивающего вещества. В отличие от спектрофотометра, измерения ведутся в луче не монохроматического, а полихроматического узко спектрального света, формируемого светофильтром. Применение различных светофильтров с узкими спектральными диапазонами пропускаемого света позволяет определять по отдельности концентрации разных компонентов одного и того же раствора.

Быстрота измерений: автоматизированные системы могут производить измерения с высокой скоростью и точностью, что позволяет быстро и эффективно определять концентрацию веществ.

Минимизация ошибок: автоматизированные системы могут минимизировать ошибки, связанные с ручными измерениями. Это уменьшает возможность ошибки и повышает точность данных.

Высокая точность: автоматизированные системы используют современные технологии, такие как оптические сенсоры и электроника, чтобы обеспечить высокую точность определения концентрации вещества.

Большая производительность: автоматизированные системы могут работать круглосуточно без необходимости перерывов на отдых или питание, что означает, что их производительность может быть гораздо выше, чем у ручных систем.

Экономическая эффективность: автоматизированные системы могут быть экономически выгоднее, поскольку они могут сократить расходы на персонал и использование материалов.

Универсальность: автоматизированные системы могут быть настроены для определения концентрации различных веществ и по этой причине являются универсальным инструментом в области химического анализа и контроля качества.

Рассмотрим некоторые аналоги разрабатываемого устройства.

Спектрофотометр КФК-3КМ, от российского производителя ООО «ЮНИКО-СИС». Работает только в видимом диапазоне, что достаточно для большинства ходовых спектрофотометрических методик рутинного анализа. Цена – 88000 руб.

Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01, от российского производителя ЗОМЗ. Цена – 183 602,50 р.

Данный раздел посвящен конкурентоспособности исследования. Позиция разработки и конкурентов оценивается по пятибалльной шкале, с

шагом 1 балл, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;
 B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Где вес показателя – это важность фактора (по пятибалльной шкале), деленная на сумму важностей всех факторов.

Для проведения оценки конкурентоспособности исследования будет использована оценочная карта, представленная в таблице 10, где b_0 – текущая разработка, b_1 – Фотометр КФК-3, b_2 – Спектрофотометр СФ-56

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б ₀	Б ₁	Б ₂	К ₀	К ₁	К ₂
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Быстрота измерений	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
2. Надежность	0,05	4	2	2	0,2	0,1	0,1
3. Простота изготовления	0,15	5	3	3	0,75	0,25	0,25
4. Безопасность	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
5.Наличие эксплуатационных документов	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность	0,1	4	2	4	0,4	0,2	0,4
2.Цена	0,2	3	4	5	0,6	0,8	1
3.Послепродажное обслуживание	0,1	5	1	1	0,5	0,1	0,1
4. Срок эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
ИТОГО:					4,45	3,05	3,45

Анализируя данные таблицы 8, можно сделать вывод о том, что разрабатываемое решение конкурентоспособно. Таблица также помогает оценить возможности технических решений конкурентов и увеличить возможность развития собственного продукта, стратегии его выхода на рынок и продвижения. Есть много способов выявить сильные и слабые стороны проекта, проанализировать его позицию на рынке, определить стратегию дальнейшего развития. Однако многие из этих инструментов требуют

специальных знаний или учета множества параметров. Поэтому не всегда есть возможность проанализировать, насколько гармонично и правильно развивается стартап ввиду нехватки знаний, времени или денег для экспертных заключений. Для этих целей построим модель S.P.A.C.E., которая позволяет спрогнозировать проблемы на стадии разработки проекта, а также впоследствии оценить устойчивость бизнеса на любом этапе его развития. Данная модель представляет собой три concentric окружности, разделенные на пять секторов, характеризующие: стартап как поставщика продукта, сложность предлагаемого продукта, среднюю цену продукта, количество потенциальных покупателей и принятие решения о покупке [41].

На рисунке 28 данные сектора окружностей обозначены соответствующими латинскими буквами. Пять основных блоков модели рассмотрены в таблице 11. Внешняя орбита — это массовый рынок, быстрая оборачиваемость и простая масштабируемость, но это пространство подходит не для всех продуктов. Внутренняя орбита — это сложносоставной продукт с высокой средней ценой за единицу.

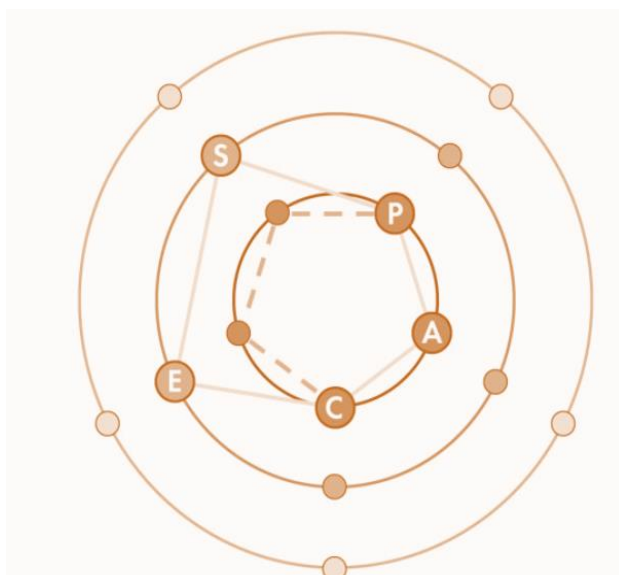


Рисунок 28 – Модель S.P.A.C.E. для рассматриваемого стартап-проекта

Таблица 11 – Описание блоков модели S.P.A.C.E

Блоки модели	Описание
Supplier (тип поставщика решения на рынок)	Выпускник университета (способность создавать решение относительно высокого качества)
Product (предлагаемое решение)	Сложносоставной нишевый продукт (интеллектуальная система управления, измерения и контроля)
Average (стоимость решения)	Средняя стоимость
Customers (кол-во потребителей)	Около 100 тыс. лиц
Evaluation (способ принятия решения при покупке решения)	Сравнение с другими решениями

Как можно заметить, схема не сбалансирована, поскольку блоки Supplier и Evaluation не находятся на одной и той же орбите, что и остальные. Есть несколько способов сбалансировать существующую структуру. К примеру, через найм более квалифицированных специалистов (переведя блок Supplier на внутреннюю орбиту модели) и создавая новые каналы сбыта и информированности клиентов о предлагаемом продукте для принятия более взвешенного решения о покупке при помощи детального сравнения с аналогами на основе конкурентных преимуществ (переводя блоки Supplier и Evaluation на внутреннюю орбиту модели).

6.8 Бизнес-модели проекта. Производственный план и план продаж

Для успешной реализации проекта выработка бизнес-модели является ключевой, особенно для описания бизнес-плана и дальнейшего продвижения на рынке. Далее в таблице 12 описана бизнес-модель по А. Остервальдеру и И. Пинье [42]. На рисунке 29 приведена диаграмма Ганта.

Таблица 12 – Бизнес-модель по А.Остервальду и И.Пинье

Ключевые партнеры Партнеры отсутствуют в связи с узкой сегментацией данного рынка услуг Основные поставщики: • Поставщики РММА. • Поставщики растворов • Компаниями, для которых готовый продукт проекта – конечное устройство (лаборатории, исследовательские институты)	Ключевые виды деятельности Тип деятельности: Решение проблем Разработка позволяет определять концентрацию вещества. Это позволяет ускорить и упростить процесс идентификации вещества, особенно в случае большого количества анализируемых образцов. Ключевые ресурсы Ключевые ресурсы: • Материальные ресурсы (оборудование, материалы) • Персонал (инженер)	Ценностные предложения Ценность услуги складывается из: 1.Эффективности: технология позволяет быстро и эффективно определять состав объекта на основе его цветовых характеристик, что становится особенно важным в условиях производственных линий, где время - деньги. 2.Автоматизации: технология полностью автоматизирована, что позволяет избежать ошибок, связанных с человеческим фактором, ускорить процесс контроля качества и сократить затраты на персонал. 3.Универсальности: технология может быть использована в различных отраслях производства, что делает ее универсальным инструментом для контроля качества.	Взаимоотношения с клиентами Тип взаимоотношений с клиентами: Персональная поддержка С каждым клиентом выстраиваются индивидуальные деловые отношения Каналы сбыта Каналы сбыта: Прямые Информирование потенциальных клиентов осуществляется с помощью таргетированной рекламы. Сбыт осуществляется напрямую торговыми агентами и/или организатором предприятия с потенциальными клиентами	Потребительские сегменты Нишевой рынок Разработка, направленная на определение концентрации вещества. нацелена на узкий потребительский сегмент Клиенты – медицинские лаборатории, предприятия по производству лекарственных средств
Структура издержек Данная бизнес-модель более соответствует модели и с преимущественным вниманием к ценности предоставляемых услуг Постоянные издержки: Затраты на аренду аудитории и оборудования у ТПУ, зарплата и налоги. Переменные издержки: Расходные материалы, комплектующие для изготовления продукта.		Потоки поступления доходов Генерирование дохода за счёт: 1. Масштабирование стартап-проекта и увеличение рынка сбыта. 2. Продажа технологии. 3. Продажа обновлений ПО и поддержки в обслуживании устройства.		

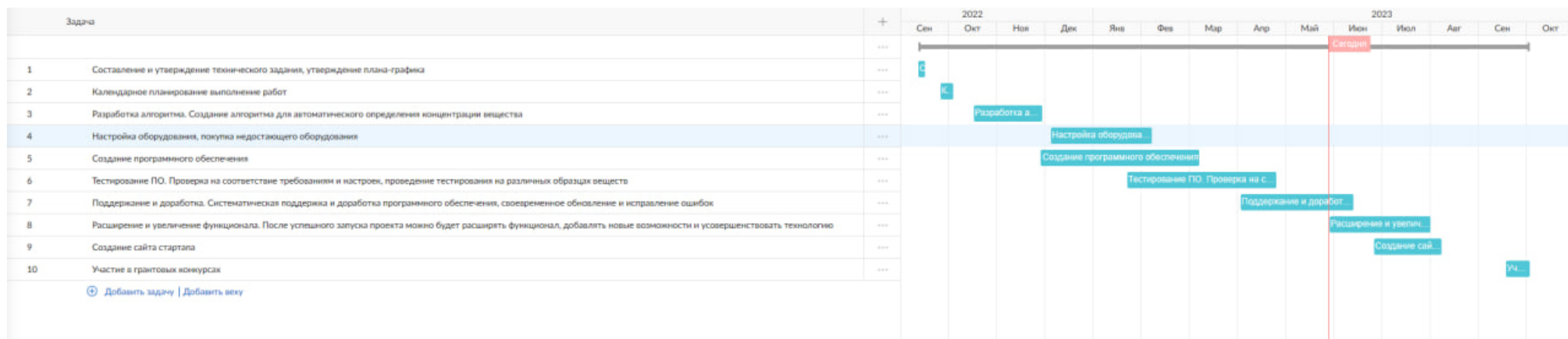


Рисунок 29 – Диаграмма Ганта

6.9 Стратегия продвижения продукта на рынок

Выделяются следующие способы продвижения продукта и услуги:

- Участие в отраслевых выставках, форумах и стратегических сессиях и конференциях, посвященных новым производственным технологиям;
- Рассылка в индивидуальном порядке коммерческих предложений по электронной почте на адреса нефтекомпаний и вузов;
- Организация личных деловых встреч с представителями целевых сегментов рынка и аудиторией;
- «Сарафанное радио» среди сотрудников и экспертов отрасли. Все это в той или иной степени сказывается на объеме продаж продукции и предоставлении услуги, что предоставит быстрый выход на рынок.

Информированность клиентов происходит благодаря использованию простых и доступных информационных каналов, таких как:

- Официальный сайт проекта с обратной связью для клиента; •
Официальные группы в социальных сетях и открытые профили представителей проекта;
- Рассылки предложений и информационных писем по электронной почте;
- Реклама в специальных отраслевых журналах и информационных ведомствах.

6.10 Выводы по разделу

При проведении экономических исследований был изучен объём и ёмкость рынка с учётом экономической и ситуации в стране, а также с учётом действующих федеральных программ. Было установлено, что рынок медицинских лабораторных услуг в России находится в стадии активного развития, это означает, что внедрение на данный рынок новых технологий будет производиться быстрее.

После проведения исследований рынка был проведён анализ современного состояния и перспектив развития отрасли. В ходе анализа было выяснено, что в условиях пандемии COVID-19, медицинские лаборатории получили еще большее развитие, так как анализы стали невероятно важной частью диагностики этого заболевания. COVID-19 увеличил стоимость медицинских лабораторий в целом, вызвав увеличение потребности в диагностике и лечении заболеваний. В этой связи предполагается, что рынок медицинских лабораторий продолжит расти и развиваться в ближайшем будущем.

Далее была рассчитана стоимость продукта, которая составляет 375730,248 рублей за единицу продукта. В конце была выбрана бизнес-модель проекта, а также описана стратегия продвижения продукта на рынок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проведения работ по теме «Автоматизация определения вещества по цветовым характеристикам объекта» был проведён обзор литературы на данную тему, был проведён анализ рынка оборудования, используемого для цифрового цветометрического анализа. После этого был проведён выбор программного обеспечения для моделирования установки по определению концентрации вещества объектов. Следующим этапом было моделирование установки, а также разработка структурной схемы автоматизации освещения.

После моделирования данной установки было разработано десктоп-приложение по отделению оптодов от фона, определению его цветовых характеристик и определению концентрации вещества.

Следующим этапом была создана виртуальная лабораторная установка, которая позволяет эмитировать работу лаборанта по определению концентрации вещества.

Последним этапом выполнения работы был расчёт экономической стоимости данного продукта, а также был произведён анализ рынка и перспектив развития данной отрасли.

Список использованной литературы

1. Sergey V. Muravyov, Natalya A. Gavrilenko, Anna S. Spiridonova Stanislav V. Silushkin and Peter G. Ovchinnikov Colorimetric scales for chemical analysis on the basis of transparent polymeric sensors // Journal of Physics: Conference Series. - 2010. - №238. - С. 1.
2. Муравьёв С.В., Спиридонова А.С., Емельянова Е.Ю. Агрегирование предпочтений при выборе цветовой модели для цифрового цветометрического анализа состава веществ // Известия томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2020. - №8. - С. 166-176.
3. Спектрофотометрический калибровочного графика // Справочник химика 21 URL: <https://www.chem21.info/info/1152929/> (дата обращения: 26.05.2023).
4. Спиридонова А.С. Полиметакрилатные оптоды в многокомпонентном цифровом цветометрическом экспресс-анализе состава веществ: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий. - Томск, 2019. - 20 с.
5. Фотоэлектроколориметрия в фармацевтическом анализе // Studbooks.net URL: https://studbooks.net/2285338/matematika_himiya_fizika/metod_opredeleniya_srednemu_znacheniyu_molyarnogo_koeffitsienta_svetopogloscheniya (дата обращения: 26.05.2023).
6. Бирюкина П.А., Власова И.В. Применение метода проекции на латентные структуры (pls) в спектрофотометрическом анализе смесей веществ с подобными спектрами поглощения // Вестник Омского университета. - 2012. - №4. - С. 92-95.
7. Руководство по эксплуатации Фотометры Фотоэлектрические КФК-3. - 40 с.

8. СФ-56. УВИ - спектрофотометр для сверхточных измерений // ОКБ Спектр URL: <https://okb-spectr.ru/products/spectrophotometers/sf56> (дата обращения: 26.05.2023).
9. Спектрофотометр СФ-56 // ЛОМО Микросистемы URL: <https://www.lomo-microsystems.ru/sf56.html> (дата обращения: 27.05.2023).
10. Blender // Blender URL: <https://www.blender.org/> (дата обращения: 27.05.2023).
11. 3ds Max Software // Autodesk URL: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max> (дата обращения: 27.05.2023).
12. SketchUp // SketchUp URL: <https://www.sketchup.com/> (дата обращения: 27.05.2023).
13. DaA720-520uc (No-Mount) - Basler dart // BASLER the power of sight URL: <https://www.baslerweb.com/ru/produkty/kamery/matrichnye-kamery/dart/daa720-520uc-no-mount/> (дата обращения: 27.05.2023).
14. A2A1920-51gcBAS - Basler ace 2 // BASLER the power of sight URL: <https://www.baslerweb.com/ru/produkty/kamery/matrichnye-kamery/ace2/a2a1920-51gcbas/> (дата обращения: 27.05.2023).
15. ПЛК63 контроллер с HMI для локальных систем в корпусе на DIN-рейку с AI/DI/DO/AO // OWEN оборудование для автоматизации URL: <https://owen.ru/product/plk63> (дата обращения: 27.05.2023).
16. Фазовое регулирование светового потока ЛН // Студопедия URL: https://studopedia.ru/19_263903_fazovoe-regulirovanie-svetovogo-potoka-ln.html (дата обращения: 27.05.2023).
17. Фотоэлектрические датчики // Studme.org URL: https://studme.org/356827/tehnika/fotoelektricheskie_datchiki (дата обращения: 27.05.2023).
18. Репецкая А. Я. Основные возможности и области применения инструмента для разработки двухмерных и трёхмерных приложений Unity / А. Я. Репецкая, В. В. Видман, М. А. Иванов // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XIII Международной научно-

практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 9-13 ноября 2015 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. — [С. 190-191].

19. Unreal Engine // Epic Games URL: <https://www.unrealengine.com/en-US> (дата обращения: 27.05.2023).

20. CryEngine // Dzen URL: <https://dzen.ru/a/YXf2b1cK326DlQNf> (дата обращения: 27.05.2023).

21. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 19 декабря 2023 года) [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664>

22. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

23. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

24. МР 2.2.9.2311-07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»

25. СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда".

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

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

28. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий

29. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда

30. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

31. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003

32. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление

33. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов

34. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

35. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023).

36. Мунассар М.А., Соснило А.И. Тенденции и перспективы глобального рынка медицинских инструментов для лабораторной диагностики // Экономика и Экологический менеджмент. - 2022. - №2. - С. 94-103.

37. Обзор мирового рынка онлайн-образования: история, тенденции, перспективы // Spark.ru URL: <https://spark.ru/user/144520/blog/91031/obzor-mirovogo-rinka-onlajn-obrazovaniya-istoriya-tendentsii-perspektivi> (дата обращения: 29.05.2023).

38. Анализ рынка лабораторной диагностики в России в 2018-2022 гг, прогноз на 2023-2027 гг в условиях санкций // BusinesStat готовые обзоры рынков URL: <https://spark.ru/user/144520/blog/91031/obzor-mirovogo-rinka-onlajn-obrazovaniya-istoriya-tendentsii-perspektivi> (дата обращения: 29.05.2023).

39. Диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции в многопрофильном стационаре // Meduniver.co всё о медицине URL: https://meduniver.com/Medical/Microbiology/opit_gkb_15_covid.html (дата обращения: 29.05.2023).

40. Расчёт себестоимости продукции // Управление предприятием URL: https://upr.ru/article/raschet-sebestoimosti/?MATERIAL_CODE=raschet-sebestoimosti&IS_ARTICLE=Y (дата обращения: 29.05.2023).

41. Проверка устойчивости стартапа по модели S.P.A.C.E. // Adminatad URL: <https://admitad.pro/ru/blog/proverka-ustoichivosti-space> (дата обращения: 29.05.2023).

42. Построение шаблона бизнес моделей: плюсы метода Остервальдера // Moscow Business Academy URL: <https://moscow.mba/journal/postroenie-shablona-biznes-modelej-plyusy-metoda-ostervaldera-1> (дата обращения: 29.05.2023).