



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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
ООП/ОПОП Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой
отрасли
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Автоматизированная обработка изображений, полученных с помощью установки физического подобия «Оптическое определение дисперсного состава скважинной жидкости»

УДК: 004.415.2:004.932.2:544.773.3

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Чжан И		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тимошкин Вадим Владимирович	к.т.н., доцент		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман Алёна Владимировна			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман Алёна Владимировна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М.В	к.т.н.		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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

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

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



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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
ООП/ОПОП Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Громаков Е.И.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
158Т92	Чжан И

Тема работы:

Автоматизированная обработка изображений, полученных с помощью установки физического подобия «Оптическое определение дисперсного состава скважинной жидкости»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 33-43/с от 02.02.2023

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является процесс анализа микрофотографий водомасляной эмульсии. Объектом разработки является программа автоматического анализа эмульсий.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	– Обзор установки физического подобия «Оптическое определение дисперсного состава скважинной жидкости»; – получение экспериментальных данных; – обзор существующих алгоритмов сегментирования изображений; – разработка алгоритмов и их программная реализация; – анализ результатов.
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Татьяна Васильевна, доцент ОСГН ШБИП, к.э.н.
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович, профессор ООД ШБИП, д.т.н.

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тимошкин Вадим Владимирович	к.т.н., доцент		02.02.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Чжан И		02.02.2023



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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
158Т92	Чжан И

Тема работы:

Автоматизированная обработка изображений, полученных с помощью установки физического подобия «Оптическое определение дисперсного состава скважинной жидкости»

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

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тимошкин Вадим Владимирович	к.т.н., доцент		02.02.2023

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман Алёна Владимировна			02.02.2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н.		02.02.2023

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Чжан И		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 82 страницы, 26 рисунков, 16 таблиц, 21 источник литературы, 3 приложения.

Ключевые слова: эмульсия, машинное зрение, распределение капель по размерам, оптическая микроскопия.

Объектом исследования являлся процесс анализа микрофотографий водомасляной эмульсии.

Целью работы являлась разработка программы для автоматической обработки фотографий эмульсий под микроскопом.

В результате этого была разработана программа автоматического анализа эмульсий. Предусмотрены два решения: первое – автоматическое считывание и анализ изображения с камеры в статическом режиме, а второе – анализ данных с камеры в режиме реального времени в динамическом режиме. Кроме того, были получены статистические характеристики распределения капель от по размерам в статическом образце и оптимальные параметры приготовления эмульсии.

Полученные результаты могут быть использованы нефтесервисными компаниями для повышения эффективности процесса подготовки нефти путем выбора оптимального метода разрушения нефти, а также введения дополнительных контуров регулирования процесса подготовки нефти, используя в качестве исходных данных результаты дисперсионного анализа, полученные разработанной системой.

При выполнении выпускной квалификационной работы были использованы программные продукты Pycharm, Levenhuklite, MS Office.

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

Содержание

Введение	12
1 Установка физического подобия «Оптическое определение дисперсного состава скважинной жидкости»	14
2 Получение экспериментальных данных	18
3 Обзор существующих алгоритмов сегментирования изображений	21
3.1 Детектор границ Кэнни	21
3.2 Оператор Собеля	22
3.3 Оператор Превитта	22
3.4 Перекрестный оператор Робертса	23
3.5 Преобразование Хафа	24
3.6 Сравнение алгоритмов	24
4 Разработка алгоритмов и их программная реализация (в этой главе необходимо привести блок-схемы)	26
4.1 Алгоритм Хафа	26
4.2 Процедуры статического анализа	28
4.3 Процедуры динамического анализа	30
5 Анализ результатов	34
5.1 Статическое программное обеспечение	34
5.3 Получение статистической характеристики распределения глобул эмульсии по размерам	37
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	42
6.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	42
6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	42
6.1.2. Анализ конкурентных технических решений	42
6.1.3. SWOT- анализ	44

6.2. Планирование научно-исследовательских работ.....	45
6.2.1. Структура работ в рамках научного исследования	45
6.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ	46
Таким образом, студенту необходимо 44рабочих дня для выполнения работ, а руководителю 6.	46
6.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	47
6.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой эффективности исследования	49
7 Социальная ответственность	60
7.1 Введение	60
7.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	60
7.3 Производственная безопасность.....	61
7.3.1 Анализ показателей микроклимата	62
7.3.2 Анализ показателей шума и вибрации	63
7.3.3 Анализ освещенности рабочей зоны	64
7.3.4 Анализ безопасности для вибрации.....	67
7.3.5 Анализ электробезопасности	67
7.3.6 Анализ безопасности при статическом электричестве и коротких замыканиях	69
7.4 Экологическая безопасность.....	70
7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	70
7.6 Вывод по разделу «социальная ответственность».....	71
Заключение	73
Список публикаций обучающегося.....	74
Список использованных источников	75
Приложение А (обязательное) Решения для статической идентификации	78
Приложение Б (обязательное) Решения для динамической идентификации ..	84
Приложение В (обязательное) План эксперимента.....	87

Введение

На сегодняшний день большая часть разрабатываемых нефтяных месторождений находится в обводненном состоянии, таким образом, флюид, добываемый на промысле, представляет из себя водонефтяную эмульсию [1]. Важным параметром нефтяных эмульсий является их стабильность. Свойства эмульсий, связанные с этим параметром, можно разделить на обусловленные процессом эмульгирования, природой веществ, из которых состоит эмульсия, а также объемной долей дисперсной фазы. Наиболее полезным фактором для определения стабильности эмульсии является дисперсный состав эмульсии – распределение капель дисперсной фазы по размерам: эмульсия, содержащая мелкие капли имеет большую кинетическую стабильность, чем эмульсия, содержащая крупные капли. В то же время дисперсный состав эмульсии является наиболее неоднозначным для измерения фактором.

Был разработан стенд для определения состава эмульсии на основе оптического анализа. Решение на основе оптики является наиболее подходящим в рамках данного исследования, но эффективность его анализа низкая, а скорость медленная. Чтобы повысить скорость анализа, рекомендуется использовать систему машинного зрения. Разработанное программное обеспечение основано на встроенной камере микроскопа. Программное обеспечение может автоматически обрабатывать большое количество фотографий для получения статистических данных и может анализировать данные изображения, предоставляемые камерой микроскопа, в режиме реального времени для получения статистических таблиц в режиме реального времени.

Таким образом, целью работы является разработка автоматизированной системы для проведения анализа дисперсного состава, основанной на применении оптической системы машинного зрения.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- изучить работу установки физического подобия «Оптическое определение дисперсного состава скважинной жидкости»;

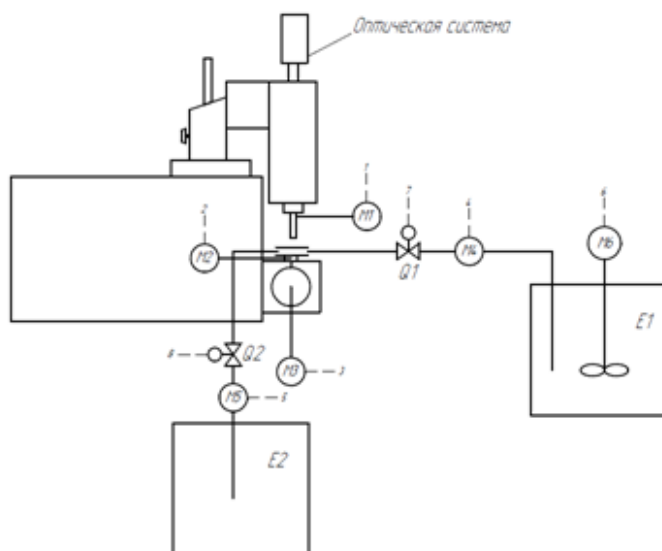
- провести серию экспериментов с целью получения образцов микрофотографий;
- проанализировать существующие алгоритмы сегментации изображений;
- разработать алгоритмы распознавания глобул на микрофотографии;
- реализовать разработанные алгоритмы в виде программного кода;
- проанализировать полученные результаты.

1 Установка физического подобия «Оптическое определение дисперсного состава скважинной жидкости»

Для определения дисперсного состава эмульсии используют электроимпедансную, ультразвуковую спектроскопию, ядерный магнитный резонанс и другие. Основными недостатками данных методов являются сложность реализации, влияние примесей на результат анализа дисперсного состава, а также необходимость использования дорогостоящего оборудования [1] Классическим методом определения дисперсного состава эмульсий является метод оптического микроскопа. Этот метод имеет наиболее простую реализацию и позволяет получить распределение капель эмульсии по размерам непосредственно из измерения отдельных капель без необходимости математической обработки полученных данных. Еще одним преимуществом является то, что непрозрачные и концентрированные системы могут быть изучены без разбавления. Эти особенности сделали оптический метод стандартной методикой анализа дисперсных компонентов, и результаты, полученные другими методами, обычно подтверждаются этим методом [2] Однако данные, полученные этим методом, требуют дальнейшей обработки, что является довольно трудоемким и длительным процессом, учитывая использование ручного труда.

Предлагаемым решением для повышения эффективности оптических методов является использование информационно-измерительных систем на основе машинного зрения (рисунок 1).

Основным конструктивным элементом ИИС является микроскоп с вмонтированной в него камерой. Камера делает снимки с определенной периодичностью, они обрабатываются программно и в зависимости от величины поступающих на предметный столик капель дисперсной фазы эмульсии происходит регулирование фокусного расстояния и положения столика по осям X и Y с помощью приводов M1, M2 и M3 соответственно.



Е1 – емкость для подготовки эмульсии;

Е2 – техническая емкость;

М1, М2, М3 – приводы для перемещения микроскопа относительно предметного столика;

М4, М5 – насосы для осуществления подачи эмульсии;

М6 – привод мешалки/насоса для подготовки эмульсии;

Q1, Q2 – электромагнитные клапаны.

Рисунок 1 – Конструкция стенда

Водонефтяные эмульсии являются полидисперсными - размер глобул дисперсной фазы варьируется от 0,1 мкм до нескольких десятых миллиметра [1].

Для определения полного размера сфер была разработана конструкция подачи эмульсии для предметных стекол микроскопа, как показано на рисунке 2. Конструкция имеет переменную толщину, но сделана так, чтобы в основном поперечном сечении между адаптерами, прикрепленными к трубке подачи эмульсии, была постоянная площадь. Это необходимо для уменьшения возможности турбулентного потока эмульсии.

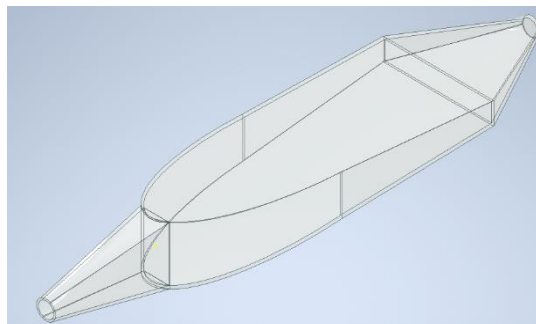


Рисунок 2 – Конструкция для подачи эмульсии на предметный столик

В процессе работы системы планируется определять размер частицы – под этим понятием подразумевается её диаметр. С помощью этой величины

можно охарактеризовать капли, имеющие сферическую форму, что маловероятно для динамического режима работы стенда. В этом случае вводят понятие эквивалентного диаметра. Одним из вариантов определения эквивалентного диаметра частиц является использование среднего спроецированного диаметра, который представляет собой диаметр круга, площадь которого равна площади изображения проекции частицы. Так как площадь проекции сферической частицы равна:

$$S_{\pi} = \frac{\pi d^2}{4},$$

то средний спроецированный диаметр рассчитывается как:

$$d_{\pi} = \sqrt{\frac{4S_{\pi}}{\pi}} [15].$$

Предусмотрено два режима работы системы – статический и динамический.

В статическом режиме работа системы должна осуществляться следующим образом. На первом этапе происходит подготовка эмульсии. Далее небольшая порция эмульсии подается на предметный столик микроскопа через предметные стекла с помощью насоса М4 и клапана Q1. Затем происходит настройка положения предметного столика относительно микроскопа. Далее происходит процесс создания и анализа фотографий. После чего эмульсия удаляется в емкость E2 (рисунок 3а).

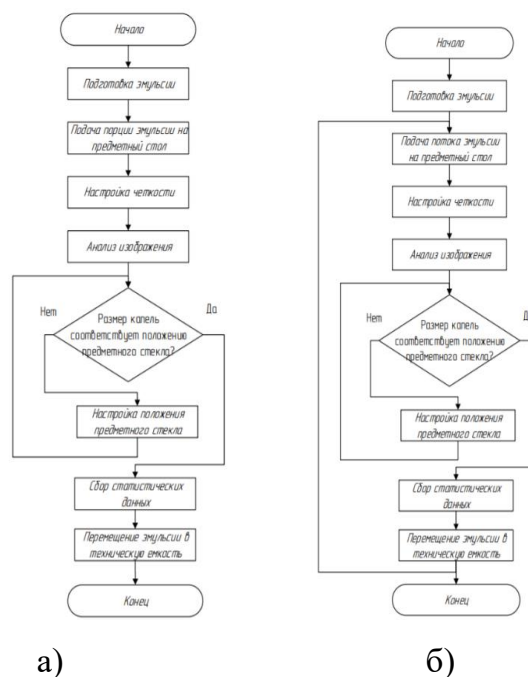


Рисунок 3 – Алгоритмы работы системы

Во время динамической операции также готовилась эмульсия, которая затем медленно подавалась на предметное стекло микроскопа с помощью насоса М4. После прохождения через предметное стекло эмульсия перемещается в технический резервуар Е2. Процесс получения и анализа фотографий, а также регулировка положения штатива относительно микроскопа осуществляются в условиях протекания эмульсии через предметное стекло (рисунок 3б). Таким образом, динамическая работа системы обеспечивает функционирование системы в условиях, когда эмульсия протекает через микроскоп. В будущем промышленная версия системы может быть использована в полевых условиях в качестве автоматизированного модуля отбора проб эмульсии и дисперсионного анализа - небольшие количества нефтяной эмульсии могут быть отобраны и проанализированы, а затем возвращены в общий поток.

2 Получение экспериментальных данных

Для достижения смешивания воды и масла была создана экспериментальная установка. [11]

Схема устройства для подготовки эмульсии представлена на рисунке 4.

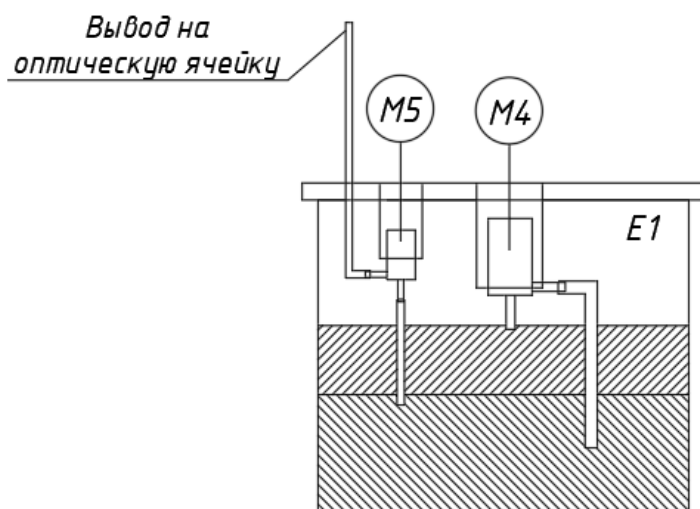


Рисунок 4 – Схема устройства для подготовки эмульсии

Здесь E1 – емкость для подготовки эмульсии, M4 – насос для подготовки эмульсии, M5 – насос для подачи эмульсии в оптическую ячейку.

Основным конструктивным элементов устройства для подготовки эмульсии является насос TSSP370-B воздушно-водяной мембранного типа. Производительность насоса составляет (200-350) л/мин при напряжении питания (6-12) В.

Процесс подготовки заключается в том, что жидкость, подлежащая смешиванию, заливается непосредственно в емкость для приготовления эмульсии и перемешивается. Для того чтобы захватить весь объем масла, вход насоса должен быть расположен на уровне жидкости в емкости, а выход - на дне емкости. Чтобы обеспечить правильное положение насоса и избежать разбрызгивания, была разработана крышка, устанавливаемая на резервуар для раствора (рис. 5).

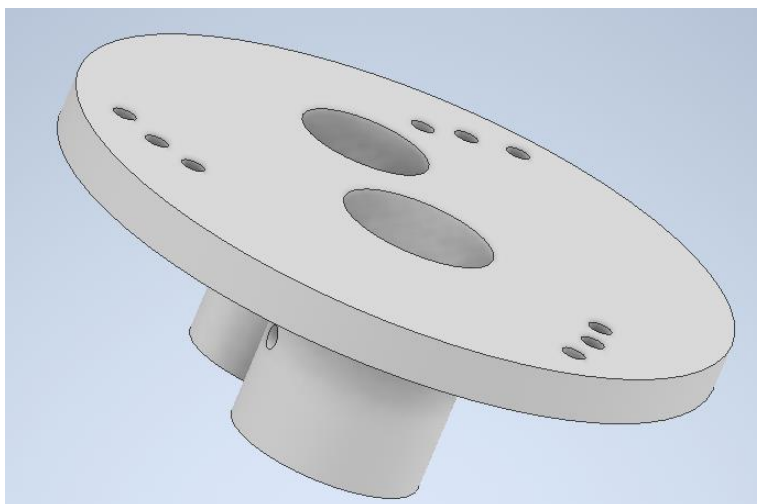


Рисунок 5 – 3Д-модель крышки

Крышка имеет на своей поверхности отверстия, позволяющие устанавливать перегородки в зависимости от размера контейнера. В крышке также предусмотрены крепления для эмульсионного насоса и его выхода к оптическому блоку. В качестве насоса для приготовления эмульсии используется миниатюрный насос RS-360SH производительностью (70-100) литров в час. Полученный блок приготовления эмульсии показан на рисунке 6.



Рисунок 6 – Устройство для подготовки эмульсии

Питание на насосы подается с программируемого источника питания Rigol DP832 (рисунок 7).



Рисунок 7 – Устройство для подготовки эмульсии, подключенное к источнику питания

В качестве емкости для подготовки эмульсии был использован мерный стакан объемом 1 литр. Крышка была напечатана на 3Д-принтере на основе разработанной 3Д-модели, представленной на рисунке 5.

Данная конфигурация устройства позволяет получать разнообразные по размерам дисперсной фазы эмульсии за счет регулирования таких параметров как время непрерывной работы насоса для подготовки эмульсии: (3 – 30) мин, производительность насоса: (200 – 350) л/час, процентное содержание объема дисперсной фазы: (3 – 20) %.

Для получения опытных образцов было сделано более 50 экспериментов с различными параметрами установки для подготовки эмульсии. План экспериментов представлен в приложении С.

3 Обзор существующих алгоритмов сегментирования изображений

Как было выявлено, основным недостатком оптического метода является низкая скорость проведения анализа. Предлагаемое решение данной проблемы - использование информационно-измерительной системы на основе системы машинного зрения.

Машинное зрение – это технология, используемая для обеспечения автоматического контроля и анализа изображений для таких областей применения, как автоматический контроль, управление процессами и управление роботами. Общий процесс применения машинного зрения включает детальное планирование требований и проекта. Использование машинного зрения включает формирование изображения, за которым следует автоматический анализ изображения и извлечение необходимой информации.

Таким образом стоит вопрос обработки цифровых изображений, а именно сегментация. В цифровой обработке изображений и компьютерном зрении сегментация изображения – это процесс разделения цифрового изображения на несколько сегментов изображения, также известных как области изображения или объекты изображения (наборы пикселей).

Сегментация является сложным процессом в обработке и анализе изображений, поскольку зачастую на изображениях присутствуют шумы, искажения, текстурные области, схожие с областями, принадлежащими исследуемому объекту. Рассмотрим наиболее популярные алгоритмы выделения границ на изображениях.

3.1 Детектор границ Кэнни

Алгоритм детектора границ Кэнни состоит из следующих этапов:

- сглаживание, используемое с целью уменьшения количества шумов во избежание появления ложных границ;
- нахождение градиентов яркости и выделение границ в местах максимального значения градиент;

- удаление слабых границ, лежащих вблизи границы максимума градиента;
- двойная пороговая фильтрация, во время которой потенциальные границы определяются порогами;
- итоговое определение границ путём подавления всех краёв, несвязанных с определенными границами [4].

Детектор границ Кэнни имеет низкий уровень ошибок, правильную локализацию и минимизацию откликов на одну границу. Таким образом, при правильной настройке, детектор не выявляет шумы в качестве ложных границ, правильно и целиком определяет линию границы и реагирует на каждую границу один раз.

3.2 Оператор Собеля

Оператор Собеля выполняет выделяет области, имеющие высокую пространственную частоту, которые соответствуют краям, используя двухмерное измерение пространственного градиента изображения. Он вычисляет градиент яркости в каждой точке на изображении, с помощью чего находит величину изменения яркости и ее направление. Результат показывает изменения яркости изображения в каждой точке, то есть вероятность нахождения точки на границы, а также ориентацию. Обычно он используется для нахождения приблизительной абсолютной величины градиента в каждой точке входного изображения в градациях серого.

Оператор Собеля использует фильтрацию изображения на основе свертки по горизонтали и вертикали, поэтому он легко вычисляется. Оператор использует матрицу 3x3, благодаря которой свертывает исходное изображение для дальнейшего вычисления приближенных производных по горизонтальным и вертикальным направлениям [5].

3.3 Оператор Превитта

Данный алгоритм работает по принципу определения максимального отклика на множестве используемой матрицы для обнаружения локальной

ориентации границ в каждом пикселе. Для этого используются различные матрицы. Из одной матрицы можно получить восемь, переставляя ее коэффициенты.

Оператор Превитта используется для обнаружения границ изображения. Оператор Превитта обнаруживает оба типа ребер, а именно:

- горизонтальные края или вдоль оси X ;
- вертикальные края или вдоль оси Y .

Везде, где происходит внезапное изменение интенсивности пикселей, оператор обнаруживает край. Поскольку край определяется как изменение интенсивности пикселей, его можно рассчитать с помощью дифференцирования. Маска Превитта является производной маской первого порядка. В графическом представлении результата Превитта-маски ребро представлено локальными максимумами или локальными минимумами.

Как первая, так и вторая производная маски следуют этим трем свойствам:

- большой вес означает большее обнаружение краев;
- в маске должен присутствовать противоположный знак;
- сумма значений маски должна быть равна нулю.

Основное отличие от оператора Собеля, придающего меньшее значение точкам, удаленным от центрального пикселя, состоит в том, что фильтр Превитта использует одинаковый вес для всех пикселей, попадающих под маски [6].

3.4 Перекрестный оператор Робертса

Перекрестный оператор Робертса также выполняет измерение двухмерного пространственного градиента на изображении. В наиболее распространенном использовании входные данные для оператора представляют собой изображение в градациях серого, как и выходные данные. Значения пикселей в каждой точке выходных данных представляют предполагаемую абсолютную величину пространственного градиента входного изображения в этой точке.

Основная причина использования оператора Робертса заключается в том, что он очень быстро вычисляется. Необходимо проверить только четыре входных пикселя, чтобы определить значение каждого выходного пикселя, и в расчетах используются только вычитания и сложения. Кроме того, нет никаких параметров для установки. Его основные недостатки заключаются в том, что, поскольку он использует такое маленькое ядро, он очень чувствителен к шуму. Он также дает очень слабую реакцию на подлинный край, если только они не очень острые. Оператор Собеля в этом отношении работает намного лучше [7].

3.5 Преобразование Хафа

Преобразование Хафа — это метод, который можно использовать для выделения элементов определенной формы на изображении. Поскольку требуется, чтобы желаемые признаки были заданы в некоторой параметрической форме, классическое преобразование Хафа чаще всего используется для обнаружения правильных кривых, таких как линии, окружности, эллипсы и другое. Обобщенное преобразование Хафа может использоваться в приложениях, где простое аналитическое описание признаков невозможно.

Преобразование Хафа можно использовать для определения параметров кривой, которые лучше всего соответствуют набору заданных граничных точек. Это описание ребра обычно получают с помощью оператора обнаружения признаков, такого как детектор Робертса, Собеля или Кэнни.

Идея, лежащая в основе метода Хафа для обнаружения линий, заключается в том, что каждое входное измерение, например, координатная точка, указывает свой вклад в согласованное в глобальном масштабе решение, такое как, например, физическая линия, дающая начало этой точке изображения [8].

3.6 Сравнение алгоритмов

Из выполненного обзора существующих алгоритмов сегментации, можно сделать вывод, что они работают по-разному для различных задач. Для задачи распознавания глобул на микрофотографии были выделены следующие

критерии сравнения: точность, скорость работы алгоритма, наличие готовых решений и простота использования.

Для выбора оптимального алгоритма сегментации для решения поставленной задачи был произведен сравнительный анализ ранее рассмотренных алгоритмов. Оценка производилась с использованием шкалы от 1 до 5 (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение алгоритмов сегментации

Алгоритм	Скорость	Точность	Подавление шумов	Простота реализации
Оператор Кэнни	5	3	5	4
Преобразование Хафа	5	4	4	5
Оператор Собеля	2	4	5	3
Оператор Превитта	2	3	5	3
Оператор Робертса	5	2	1	2

После проведенного сравнительного анализа можно сказать о наибольшей эффективности оператора Хафа, который представляет из себя вычислительный алгоритм, применяемый для параметрической идентификации геометрических элементов растрового изображения. Глобулы эмульсии на микрофотографии, как правило, представляют из себя окружности, таким образом, оператор Хафа применим для их сегментации.

4 Разработка алгоритмов и их программная реализация (в этой главе необходимо привести блок-схемы)

4.1 Алгоритм Хафа

Проблема идентификации простых форм, таких как прямые линии, круги или эллипсы, очень распространена в автоматическом анализе цифровых изображений. Во многих случаях алгоритмы поиска границ используются в качестве алгоритмов предварительной обработки для получения точек на изображении, которые находятся на кривой. Однако из-за шума изображения или несовершенства алгоритма обнаружения границ могут возникать "пропущенные" точки на кривой и небольшие отклонения от идеальной формы прямой линии, окружности или эллипса. По этим причинам часто бывает трудно соотнести найденные границы с соответствующими линиями, кругами и эллипсами на изображении. Преобразование Хафа призвано решить проблему группировки граничных точек путем применения специальной процедуры голосования к набору параметризованных объектов изображения.

Преобразование окружности по Хафу - это процесс преобразования окружности в двумерном пространстве изображений в точку в трехмерном пространстве параметров, определяемую радиусом окружности и горизонтальными и вертикальными координатами центра окружности, так что окружность, определяемая любыми тремя точками на окружности, должна соответствовать точке в трехмерном пространстве параметров после преобразования по Хафу [9,10].

В декартовой системе координат уравнение окружности имеет вид (рисунок 8):

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2 \quad (1)$$

где x – координата абсциссы центра окружности;

y – координата ординаты центра окружности;

a, b – переменные;

r – радиус окружности.

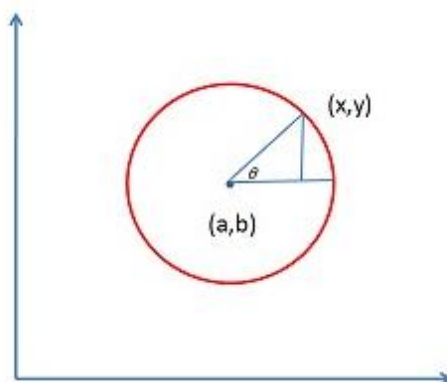


Рисунок 8 – Система координат

$$\begin{cases} x = a + r * \cos \theta \\ y = b + r * \sin \theta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = x - r * \cos \theta \\ b = y - r * \sin \theta \end{cases} \quad (2)$$

Полярная система координат является трехмерной и состоит из a, b, r (рисунок 9). Окружность, проходящая через определенную ненулевую точку пикселя в декартовой системе координат, переносится в пространство Хафа в виде трехмерной кривой.

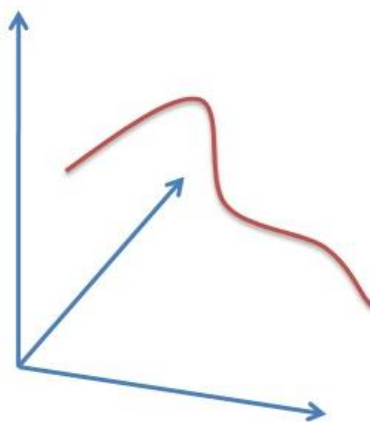


Рисунок 9 – Трехмерная система координат

Все точки на одной окружности в системе координат x, y имеют одно и то же уравнение окружности и отображаются на одну и ту же точку в системе координат a, b, r (рисунок 10).

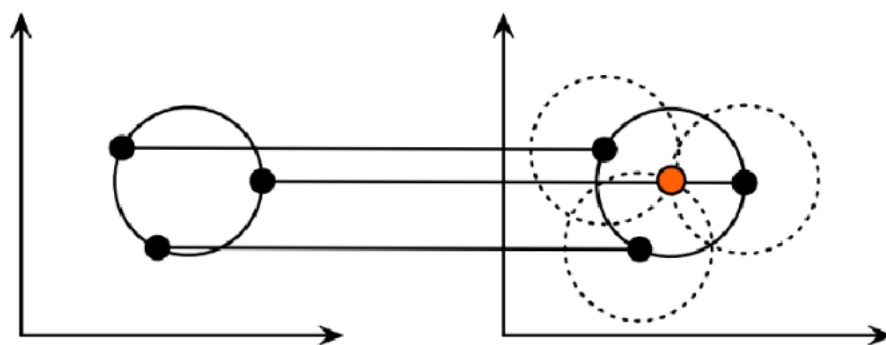


Рисунок 10 – Составление карты

4.2 Процедуры статического анализа

Для того чтобы сделать регламент написания программы более понятным, сначала была составлена блок-схема программы (рисунок 11).

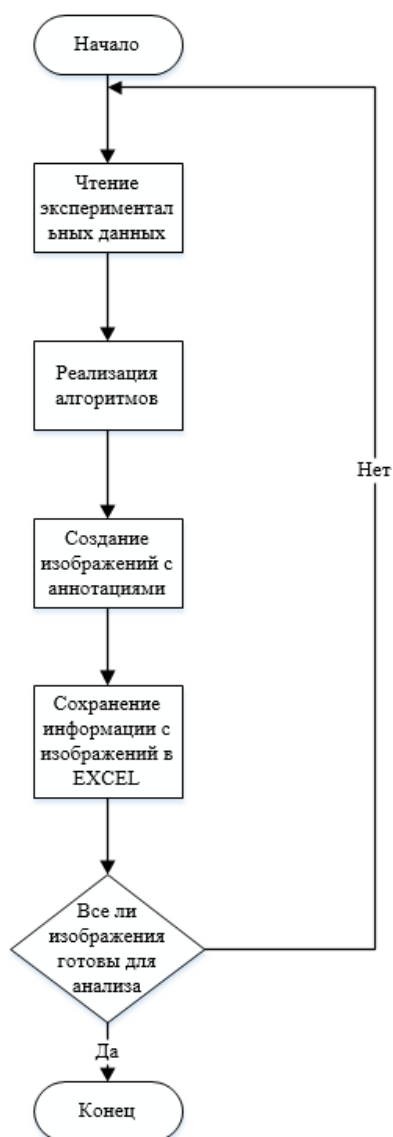


Рисунок 11 – Блок-схема статической модели

После получения логики написания программы, программа пишется в соответствии с логической схемой.

После анализа всех изображений, было обнаружено, что есть несколько неправильно идентифицированных изображений. На изображении много перекрывающихся кругов (рисунок 12).

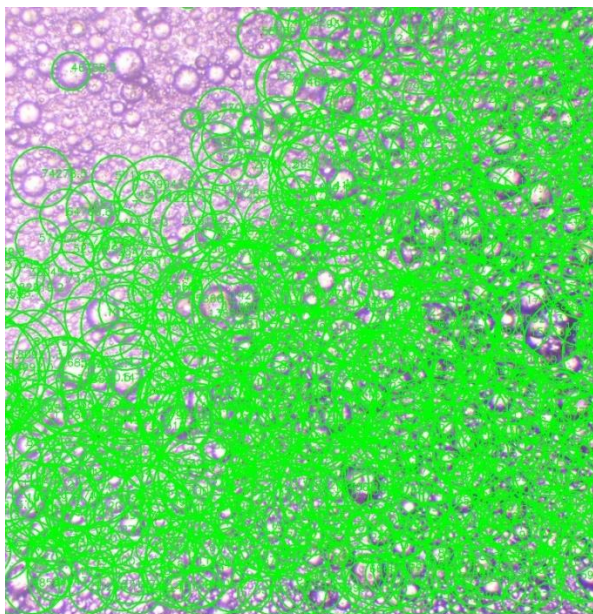


Рисунок 12 – Ошибочная идентификация

Это происходит по следующим причинам:

- неправильная фокусировка микроскопа;
- сбор верхней эмульсии во время эксперимента;
- добавление более двух капель жидкости на предметное стекло

микроскопа.

В то же время существует и другая форма ошибки распознавания. На экспериментальных картинках было идентифицировано слишком мало кругов. Только десяток кругов были распознаны программой (рисунок 13).

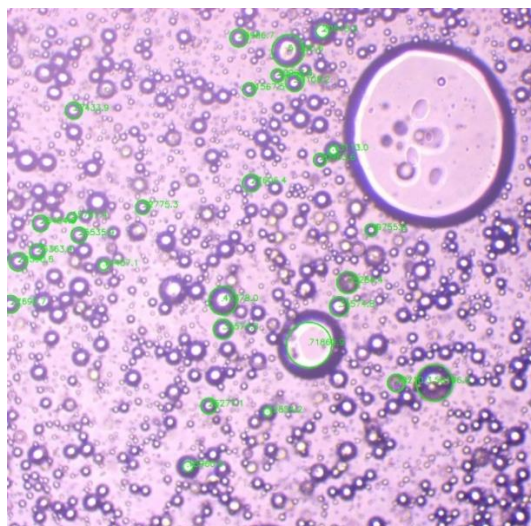


Рисунок 13 – Ошибочная идентификация

Причина неправильной идентификации заключается в том, что микроскоп используется неправильно и не настроен на нужное фокусное расстояние, поэтому края эмульсии на полученных снимках размыты, и поэтому программа распознает слишком малое их количество.

Проанализировав причины неправильных идентификаций, было найдено следующее решение. Во-первых, была найдена неправильная картинка, и соответствующее соотношение масла и воды было найдено по номерам картинок. После этого правильно используйте микроскоп и собрать хорошо перемешанную эмульсию. Поместить одну или две капли жидкости на предметное стекло микроскопа.

4.3 Процедуры динамического анализа

Для того чтобы сделать регламент написания программы более понятным, сначала была составлена блок-схема программы (рисунок 14).



Рисунок 14 – Блок-схема динамической модели

Для того чтобы программное обеспечение могло вовремя идентифицировать компоненты водонефтяной смеси. Написаны программы автоматического анализа динамики эмульсии. Эта программа может идентифицировать в реальном времени. Можно сразу же проанализировать состав.

В программе добавляется вызов камеры. Кроме того, добавлен анализ данных в режиме реального времени. В то же время, программа была организована и оптимизирована с целью повышения эффективности работы программы.

Для правильного использования программы требуется различная отладка. Это связано с тем, что разные камеры не дают одинаковой картинки, например, по разрешению и качеству изображения (рисунок 15).

Исходные файлы программы представлены в приложении В.

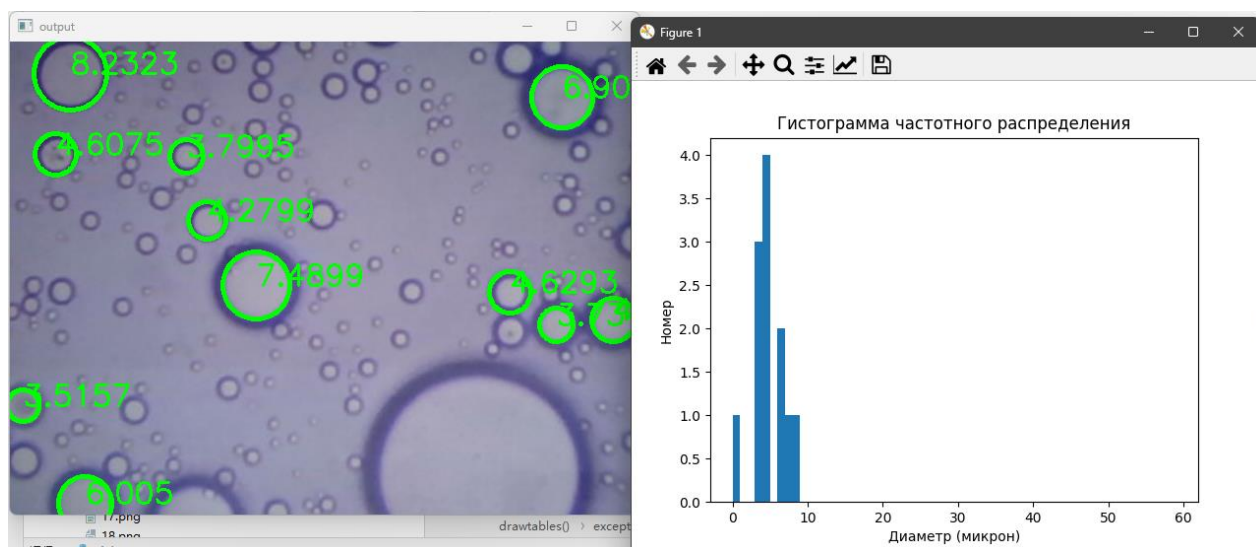


Рисунок 15-Скриншот программы динамического распознавания

Программа выполняет распознавание со скоростью примерно один кадр в секунду. Поскольку камера на снимке - это обычная камера. Поэтому она не откалибрована, и скорость распознавания низкая. После калибровки скорость распознавания может достигать девяноста семи процентов.

Параметры были скорректированы для того, чтобы сделать распознавание программы более точным. На листинге 1 приведены конкретные параметры.

Листинг 1 – Параметры функции преобразования Хафа

```
circles0 = cv.HoughCircles(img, cv.HOUGH_GRADIENT, 1, 20, param1=70,  
param2=40, minRadius=15,maxRadius=100)  
circles1 = cv.HoughCircles(img, cv.HOUGH_GRADIENT, 1, 20, param1=70,  
param2=17, minRadius=4,maxRadius=14)  
  
plottingscale10X = 0.1091821#431.35      #Определение размера одного  
пикселя  
plottingscale40X = 0.1091821
```

После настройки увеличения микроскопа необходимо отрегулировать параметры для обеспечения точности измерений. Размер настраивается в соответствии с количеством пикселей и масштабом всего изображения.

5 Анализ результатов

5.1 Статическое программное обеспечение

Было разработано программное обеспечение для статического анализа.

В статическом режиме программа автоматически считывает экспериментальные данные из папок и автоматически перебирает каждый файл.

После получения исходных графических данных запускается алгоритм. Для повышения точности распознавания различные параметры распознавания разрабатываются отдельно и достигается баланс между точностью и эффективностью.

После запуска программы статического анализа нужно просто подождать. Новое изображение будет получено после того, как программное обеспечение аннотирует диаметр. Более того, программное обеспечение предоставляет функцию хранения данных, все данные будут сохранены в файле EXCEL. Эти данные включают в себя положение центра окружности и диаметр окружности.

5.2 Точность программного обеспечения для динамического анализа

Для того чтобы оценить точность измерений, измерения проводились с помощью программы и вручную, соответственно (рисунки 16-17).

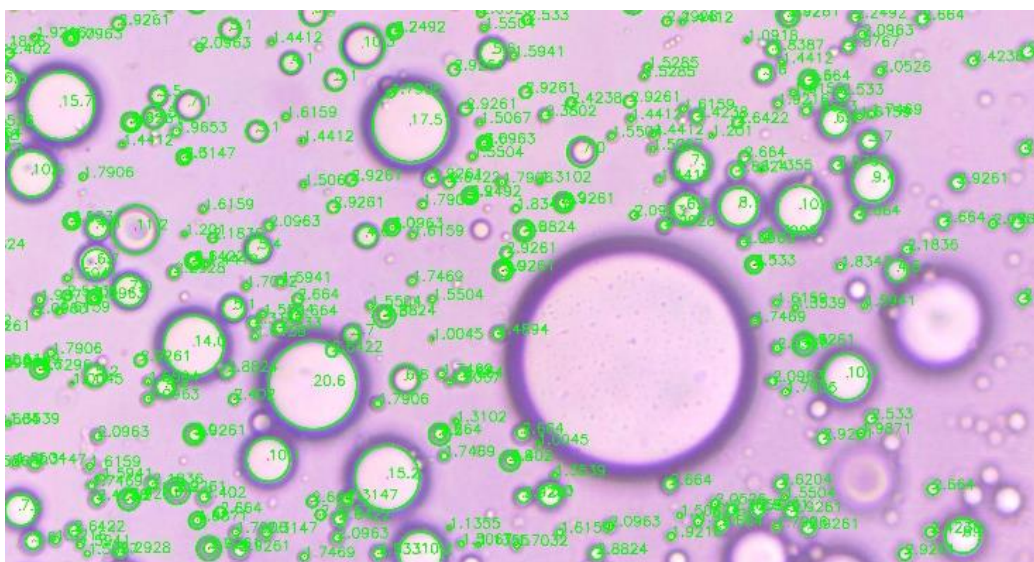


Рисунок 16 – Компьютерная обработка

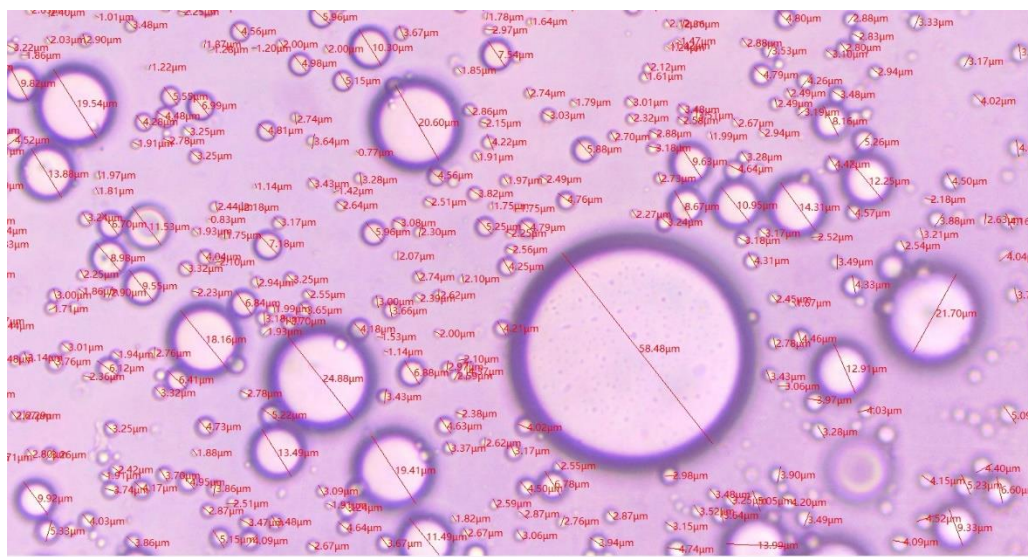


Рисунок 17 – Ручные измерения

Анализ общих данных показал, что разница между ручными и компьютерными измерениями по количеству идентификаций составила 3%.

Диаметр кругов варьировался от 1,9 мкм до 2,8 мкм, что является относительно точной идентификацией. Ошибка в размерах диаметров составила четырнадцать процентов.

Средняя разница в диаметре между двумя методами составляет 0,6 микрон. CV2 с использованием python не так точен в распознавании. Тем не менее, это все еще хороший выбор, если он отвечает потребностям системы.

Если диаметр круга больше, то это оказывает меньшее влияние на данные. Однако программа не рассчитана на распознавание окружностей размером более 200 пикселей.

На графиках (рисунки 18-19) четко отражены результаты эксперимента. Программа точно подсчитывает количество кругов, с погрешностью в три процента. Однако, когда диаметр капель масла был слишком мал, точное измерение диаметра было невозможно. Это происходило на пределе измерений, средний диаметр отличался на 0,6 микрона.

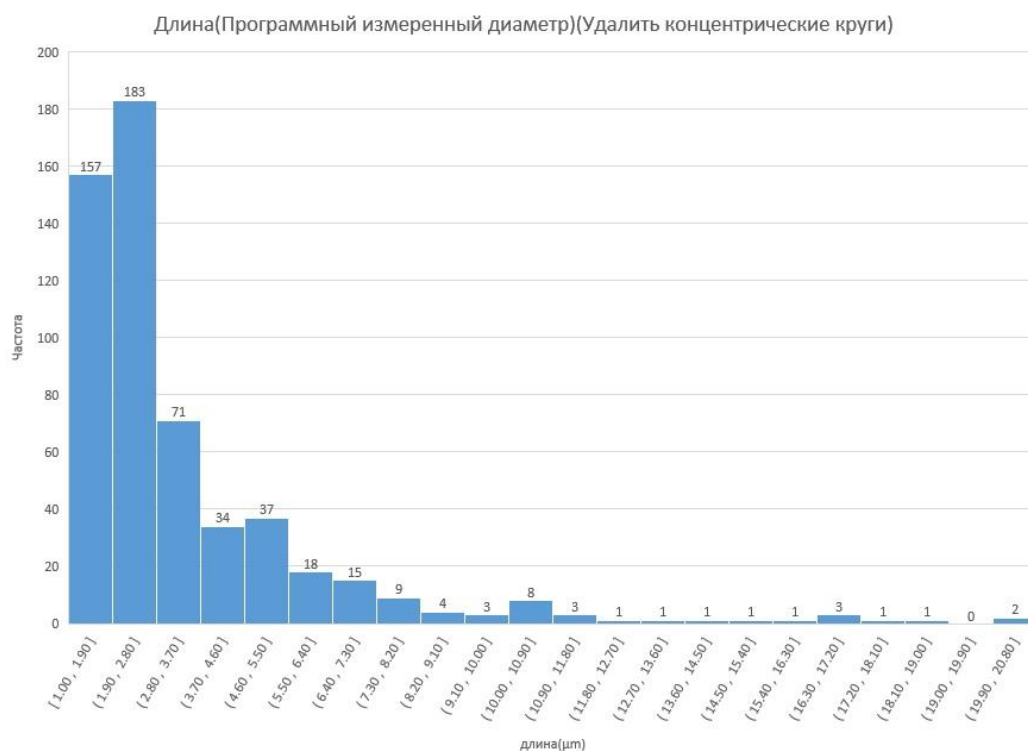


Рисунок 18 – Компьютерная обработка
Длина(Личные измерения)

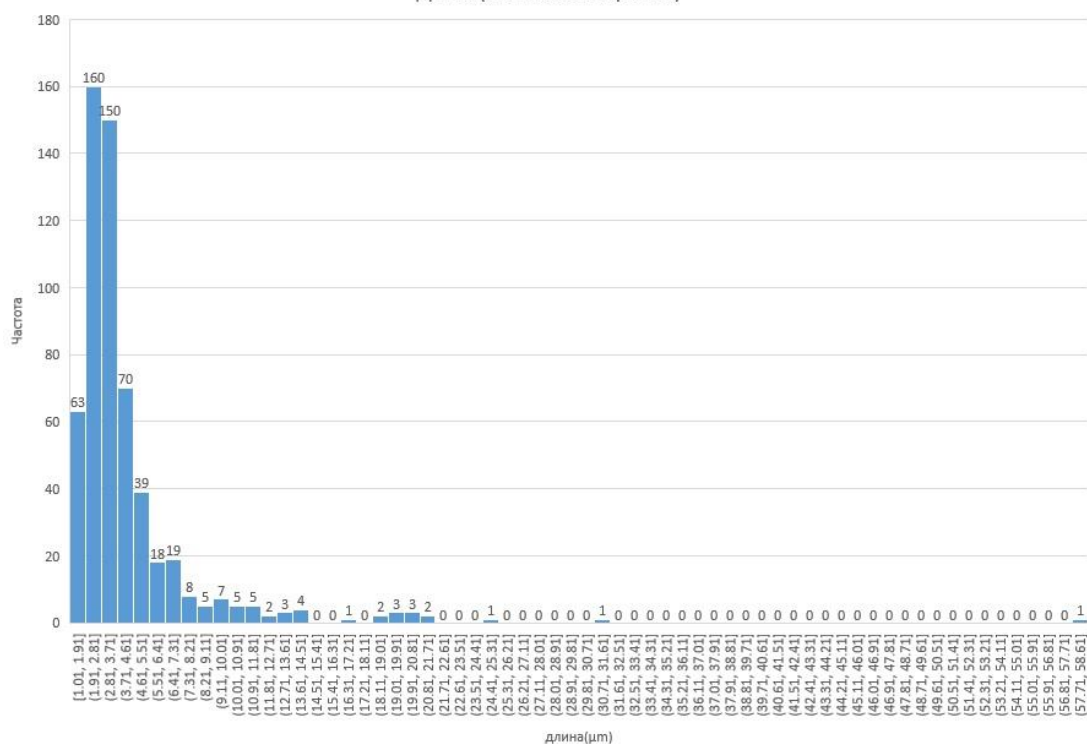


Рисунок 19 – Ручные измерения

В результатах теста самые крупные капли масла не были идентифицированы. Это было отброшено по причинам эффективности программного обеспечения, так как программа выполняет распознавание видео в режиме реального времени. Если, например, необходимо идентифицировать капли нефти большего диаметра, это потребует большей вычислительной

мощности, и программное обеспечение не сможет осуществлять мониторинг в режиме реального времени.

5.3 Получение статистической характеристики распределения глобул эмульсии по размерам

Изучается статический состав эмульсии и путем анализа получают статистические характеристики распределения капель по размерам.

Идентификация по алгоритму и последующее сохранение данных в EXCEL. Данные, полученные в ходе экспериментов, обрабатываются и анализируются. Были получены следующие аналитические результаты (рисунки 20 – 23).



Рисунок 20 – Гистограмма распределения диаметров эмульсии (80 % вода 20 % масло)



Рисунок 21 – Гистограмма распределения диаметров эмульсии (85 % вода 15 % масло)

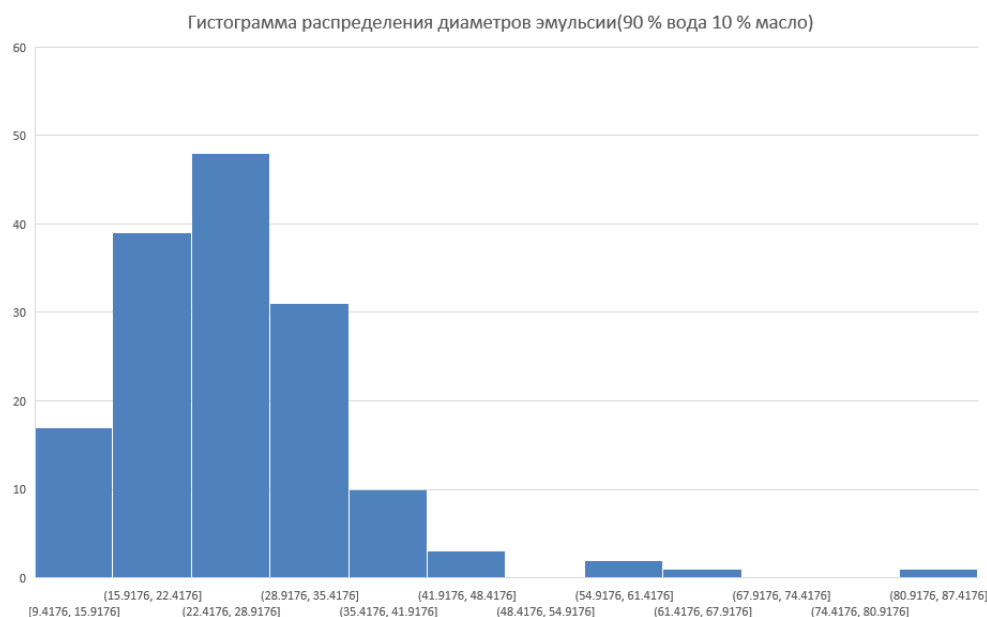


Рисунок 22 – Гистограмма распределения диаметров эмульсии (90 % вода 10 % масло)

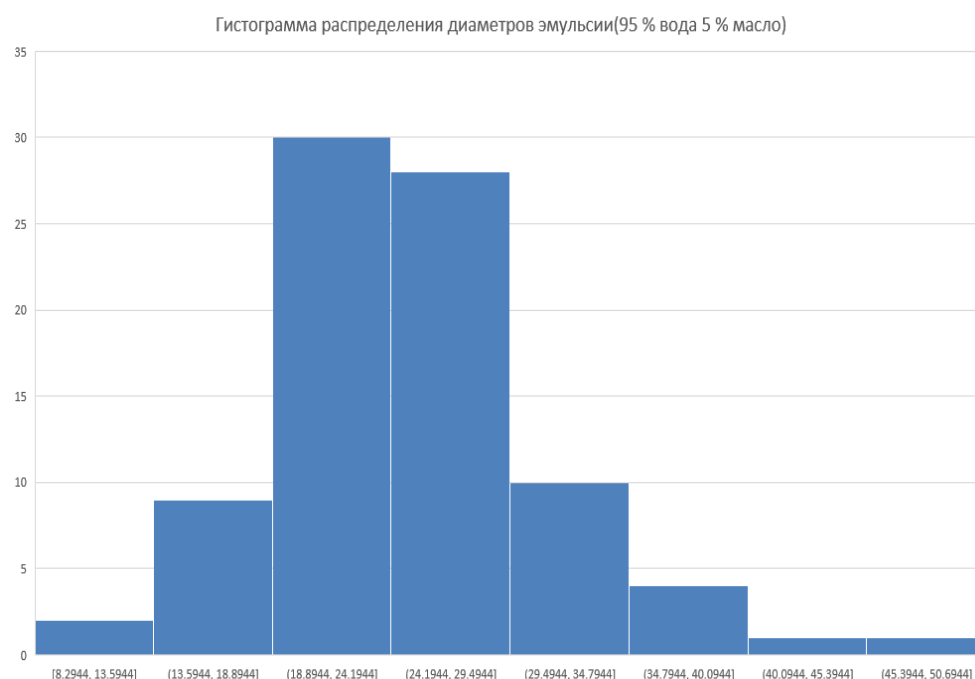


Рисунок 23 – Гистограмма распределения диаметров эмульсии (95 % вода 5 % масло)

Анализ показал, что большинство пузырьков в эмульсии имели диаметр от 25 до 60 нм. Средний диаметр пузырьков уменьшается по мере уменьшения доли масла в водно-масляной смеси.

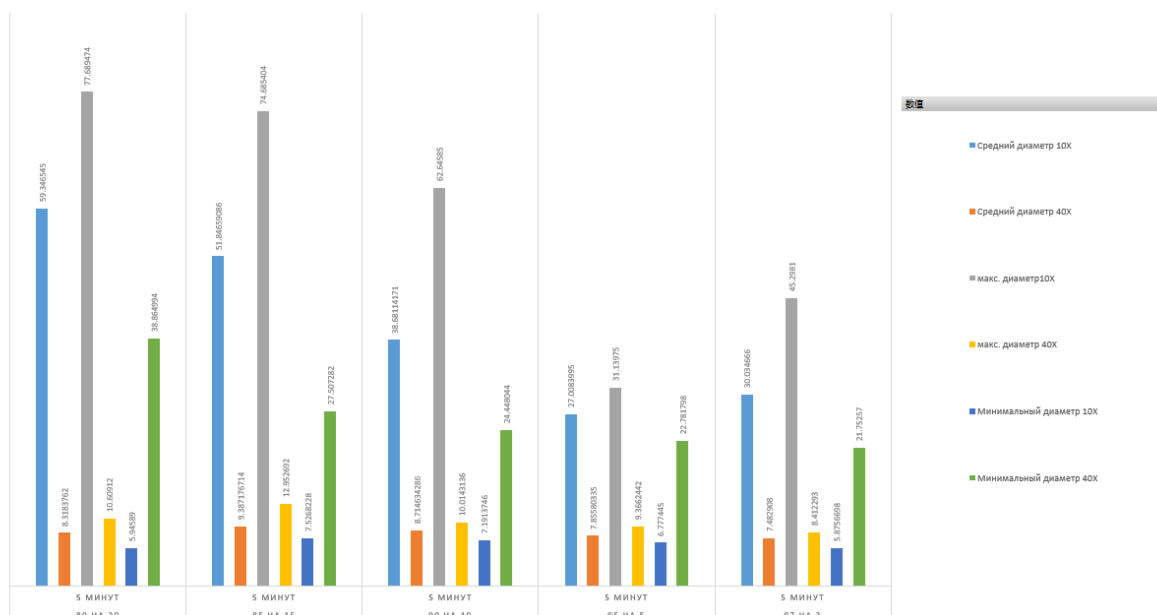


Рисунок 24 – Общий анализ общего диаметра пузырьков для всех экспериментов

Сведение всех экспериментальных данных воедино для получения значимых данных (рисунок 24). Размер пузырьков уменьшался по мере уменьшения количества масла в водонефтяной смеси. Минимальная величина пузырьков остается практически постоянной.

В ходе эксперимента регистрировалась выходная мощность насоса (рисунок 25).

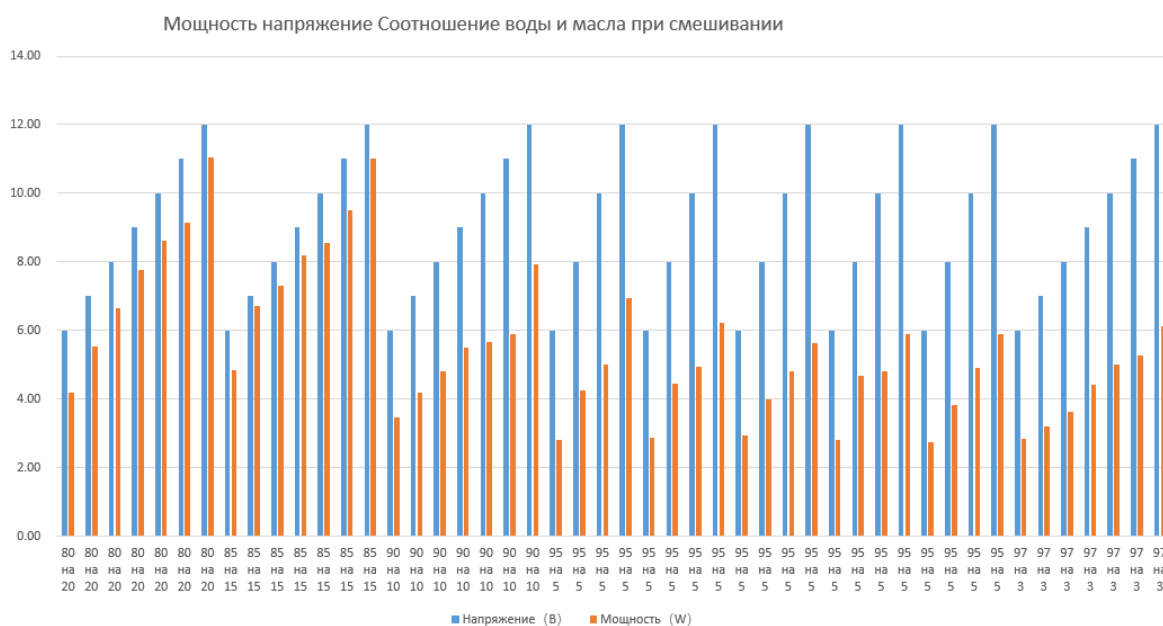


Рисунок 25 –Соотношение мощности и водомасляной смеси

При том же напряжении доля масла в водомасляной смеси уменьшается, и выходная мощность насоса снижается. В то же время, когда доля масла снижается до менее десяти процентов, происходит более значительное снижение мощности насоса.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОБЪЕДИНЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
158Т92	Чжан И

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсообъединение и ресурсообъединение»:

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсообъединения и ресурсообъединения	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ.
2.Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение трудоемкости работ для НИ, разработка графика проведения НИ, составление бюджета НИ.
3.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт интегрального показателя ресурсной и финансовой эффективности для всех видов исполнения НИ.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Былова Татьяна Васильевна	канд.экон.наук		01.03.2023.г

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Чжан И		01.03.2023.г

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются нефтяные компании. Например, ПАО «Роснефть», ПАО «Лукойл», ПАО «Сургутнефтегаз» и др. Для этих компаний разрабатывается автоматизированная система скважинного мониторинга и анализа. Разработанная автоматизированная система управления должна обеспечить автоматизацию и дистанционный мониторинг.

6.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто - способность		
		Автоматическая система идентификации	Существующие системы обнаружения	Сторонние системы идентификации	Автоматическая система	Существующие системы обнаружения/управл	Сторонние системы идентификации
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,08	5	1	5	0,4	0,08	0,4
2. Удобство в эксплуатации	0,14	4	4	4	0,56	0,56	0,56
3. Надежность	0,10	4	3	4	0,4	0,3	0,4
4. Безопасность	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
5. Минимизация ошибок учета	0,10	4	3	4	0,4	0,3	0,4
6. Ремонтопригодность	0,09	4	5	4	0,36	0,45	0,27
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Послепроектное сопровождение	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
2. Срок эксплуатации	0,10	5	4	3	0,5	0,4	0,5
4. Конкурентоспособность	0,06	3	4	4	0,18	0,24	0,24
5. Уровень проникновения на рынок	0,10	0	5	5	0	0,5	0,5
Итого	1				4,59	4,01	4,86

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 2, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Исходя из расчетов следует вывод, что проект может оказать конкуренцию в цене, улучшении производительности и удобстве использования. Продукт имеет преимущества с точки зрения эффективности и надежности, но существенный недостаток с точки зрения доли рынка.

6.1.3. SWOT- анализ

Для получения четкой оценки проекта и его перспектив необходимо провести SWOT-анализ. SWOT-анализ – это определение сильных и слабых сторон проекта, а также возможностей и угроз, исходящих из ближайшего окружения (внешней среды). Применение SWOT-анализа (таблица 3) позволит систематизировать всю имеющуюся информацию и, видя ясную картину, принимать взвешенные решения, касающиеся дальнейшего развития проекта.

Таблица 3 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Не требуется уникальное оборудование. С2. Высокая надежность. С3. Возможность перестройки системы в соответствии с требованиями заказчика. С4. Низкая стоимость	Слабые стороны научно -исследовательского проекта: Сл1. опытно-наладочных работ. Сл1. Недостаток финансирования Сл2. Применение только в нефтегазовой отрасли Сл3. Отсутствие базы клиентов
Возможности: В1. Расширение сферы предоставляемых услуг В2. Сотрудничество с компаниями разработчиками АСИ В3. Увеличение клиентской базы	В1С3 – увеличение числа разработок В3С2С3 – повышение качества продукции В2С4 – увеличение прибыли и клиентской базы	В1В2Сл2 – привлечение инвесторов
Угрозы: У1. Конкуренция с другими разработчиками АСИ У2. Снижение спроса	У2С3 – выполнение работ под индивидуальные требования клиента, проверка правильного заполнения плана закупок	У1Сл1 – недостаток в клиентах на начальных этапах. У2Сл3 –Проактивное продвижение в компаниях

– Чтобы уменьшить влияние Сл1, разрабатываемая система детально прорабатывается и подвергается отладке на этапах разработки проекта. Уменьшает сложность отладки программы.

– Чтобы снизить стоимость процедуры, точность датчика должна быть снижена для удовлетворения спроса. Повысить эффективность программы и уменьшить количество арифметической мощности, необходимой для работы программы.

6.2. Планирование научно-исследовательских работ

6.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

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

Таблице 4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

6.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Временные показатели проведения научного исследования приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , дни	чел-	t_{max} , дни	чел-	$t_{ож}$, дни	чел-				
	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр
Постановка задачи	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	1	-
Обзор научно-технической литературы	1	2	3	4	1,8	2,8	0,9	1,4	1	2
Календарное планирование	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
Разработка модели объекта	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
Разработка функциональной схемы автоматизации	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
Выбор средств реализации	-	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3
Основы программирования	-	6	-	12	-	8,4	-	8,4	-	10
Реализация функций распределения	-	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3
Интеграция процедур	-	6	-	9	-	7,2	-	7,2	-	9
Ввод в эксплуатацию датчиками	-	6	-	10	-	7,6	-	7,6	-	9
Составление пояснительной записки	2	6	5	10	3,2	7,6	1,6	3,8	2	5
Итого							5,6	42,1	6	44

Таким образом, студенту необходимо 44 рабочих дня для выполнения работ, а руководителю 6.

6.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Затраты на специальное оборудование показаны в таблице 6, на спецоборудование и программное обеспечение для научных работ в таблице 7.

Таблица 6 – Материальные затраты и комплектующие

Наименование	Количество, шт.	Цена за ед., руб.	Затраты, руб.
электроэнергия		3,16	84,94
интернет			1200
Камера	1	13400	13400
Насосы и трубы	1	3600	3600
Итого			18284,94

Таблица 7 – Расчет затрат на спецоборудование и программное обеспечение для научных работ

Наименование оборудования	Затраты, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Микроскоп	21800	21800	27130
Pycharm (IDE для профессиональной разработки на Python) подписка на месяц	5901,3		
Pycharm All Products Pack (включает 10 IDE, 3 расширения, 2 профилировщика и сервис для совместной разработки.) подписка на месяц	-	18462,3	
Wing Python IDE (бесплатно по подписке)	-	-	0
Персональный компьютер	40000	40000	40000
Итого	67701,3	80262,3	67130

Для расчета основной заработной платы необходимо определить нормы рабочего времени в 2023 году (таблица 8).

Таблица 8 – Нормы рабочего времени в 2023 году

Нормы рабочего времени в 2023 году
1. Кол-во дней за 2023 год:
календарных — 365
рабочие дни — 247
выходных/праздничных — 118
2. Рабочее время за 2023 год (в часах)
при 40-часовой неделе — 1 973,00
при 36-часовой неделе — 1 775,40

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле.

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot k_{\text{р}}$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приводится в таблице 8.

Таблица 9 – Расчет основной заработной платы и отчислений в социальные внебюджетные фонды

Исполнители	Оклад, Руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	Тр, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.	Отчисления в социальные внебюджетн ые фонды 30%
Руководитель	39300	1,3	51090	2482,105	5,6	13899,79	4169,94
Инженер(студент)	16242	1,3	21114,6	1025,811	42,1	43186,62	12955,99
Итого						57086,41	17125,92

Определение бюджета затрат на научно-исследовательскую деятельность представлено в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1 Материалы и комплектующие	18284,94	18284,94	18284,94
1. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	67701,3	80262,3	67130
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	57086,41	57086,41	57086,41
4. Отчисления во внебюджетные фонды	17125,92	17125,92	17125,92
Итого	160198,6	172759,6	159627,27

6.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой эффективности исследования

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi p i}{\Phi max} \quad (3)$$

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

$\Phi p i$ – стоимость i-го варианта исполнения;

Φmax – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Φmax зависит от сложности проекта, который разрабатывается для компании заказчика.

Расчет интегрального финансового показателя разработки представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет интегрального финансового показателя разработки

Исполнитель	Φ_{pi}	Φ_{max}	$I_{студент\ финр}$	$I_{Исп.1\ финр}$	$I_{Исп.2\ финр}$
Исп. 1	160198,6	172759,6	0,93	1,00	0,92
Исп. 2	172759,6				
Исп.3	159627,27				

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

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

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

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

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

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

$$I_{Исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр.1}} I_{Исп.2} = \frac{I_{p-исп.2}}{I_{финр.2}} \quad (4)$$

Сравнительная эффективность вариантов исполнения рассчитывается по формуле, представленной ниже:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{Исп.1}}{I_{Исп.2}} \quad (5)$$

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,93	1,00	0,92
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	4,4	4,3
3	Интегральный показатель эффективности	5,1	4,4	4,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,15	1,08	

5

Сравнивая значения общих показателей эффективности, мы пришли к выводу, что общие показатели эффективности исполнения 1 выше, чем у исполнения 2 и 3 на 15 % и 8 %.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158T92	Чжан И

ШКОЛА	ИШИТР	Отделение	ОРА
Уровень образования	Бакалавриат	Направление /специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема дипломной работы: Автоматизированная обработка изображений, полученных с помощью установки физического подобию «Оптическое определение дисперсного состава скважинной жидкости»

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	Объектом исследования является процесс анализа дисперсного состава скважинной жидкости. Областью применения являются нефтедобыча. Рабочей зоной является офис и лаборатория. Размеры помещения - не менее 20м*20м*5м. Экспериментальное оборудование: компьютер, микроскоп, камера, насос, регулируемый источник питания
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ. 2.ГОСТ 12.0.003-2015«Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации): – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные факторы: 1. Анализ показателей микроклимата 2. Анализ показателей шума и вибрации 3. Анализ освещенности рабочей зоны 4. Анализ безопасности для вибрации 5. Анализ электробезопасности 6. Анализ безопасности при статическом электричестве и коротких замыканиях
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на селитебную зону: воздействие Отсутствует Воздействие на литосферу: утилизация элементов отработавшего оборудования, макулатуры, аккумуляторов, люминесцентных ламп Воздействие на гидросферу: продукты жизнедеятельности персонала Воздействие На атмосферу: задымление В случае

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации	Наиболее типичная ЧС: Пожар В следствие короткого замыкания.
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.02.23 г.
---	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		27.02.2023г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Чжан И		27.02.2023г.

7 Социальная ответственность

7.1 Введение

В исследовательской работе используется программное обеспечение Rucharm, программы написаны на персональном компьютере, поэтому в разделе «Производственная безопасность при проведении геоэкологических исследований» рассматривается «Производственная безопасность при работе на персональных компьютерах».

Цель данного раздела является: анализ опасных и вредных факторов при данном виде производственной деятельности и решение вопроса обеспечения защиты в соответствии с требованиями действующих норм и технических документов. В соответствии со стандартом целями составления настоящего раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

7.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Исследовательская работа включает в себя использование персональных компьютеров. Поэтому, в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 [12], при планировании рабочего места необходимо учитывать следующие моменты.

1. Рекомендуется, чтобы проход справа и спереди от стола составлял 500 мм, а для левого прохода оставалось 300 мм;
2. При выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется отделять рабочие места друг от друга перегородками (высотой 1,5-2,0 м). Расстояние между экраном видеомонитора и глазами пользователя быть (600-700) мм, но не ближе 500 мм, с учетом размера буквенно-цифровых знаков и символов. Рабочий стол должен иметь эргономичный дизайн;

3. Стул должен быть сконструирован таким образом, чтобы поддерживать разумную рабочую позу при работе с компьютером и позволять изменять позу для снижения статической нагрузки на мышцы шеи, плеч и спины и предотвращения возникновения усталости. Тип рабочего кресла следует выбирать с учетом роста пользователя, а также характера и продолжительности работы на компьютере;

4. Стул не должен располагаться непосредственно на краю рабочей зоны. Рекомендуются, чтобы расстояние от спинки стула до границы было не менее 300 мм [13].

7.3 Производственная безопасность

Для анализа вредных и опасных факторов необходимо воспользоваться ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Рабочее место представляет собой помещение, где располагается ПК для разработки ВКР.

Возможные опасные и вредные факторы перечислены в таблице 14 [14].

Таблица 14 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха	СанПиН 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха;
2. Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде (повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума)	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности; СанПиН 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23- 03-2003.

Продолжение таблицы 14

3. Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого	СанПиН 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение;
4. Повышенный уровень вибрации	ГОСТ 12.4.002 - 97 ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования.
5. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;	СанПиН 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий; ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
6. Статическое электричество, короткое замыкание	ГОСТ 12.1.009 - 2017 ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения.

7.3.1 Анализ показателей микроклимата

Для создания благоприятных условий труда и удовлетворения физиологических потребностей организма человека санитарные нормы определяют оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещений. К микроклиматическим показателям относятся температура воздуха и поверхности, относительная влажность и скорость движения воздуха. Оптимальные значения вышеперечисленных факторов зависят от времени года и тяжести работы. Компьютерное моделирование относится к категории 1b - работа, выполняемая сидя, стоя или при ходьбе и сопровождающаяся физической нагрузкой [15].

В таблице 15 приведены оптимальные значения микроклимата для данной категории тяжести для теплого и холодного времени года.

Таблица 15 - Показатели микроклимата на рабочих местах производственных помещений для категории 1б

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	(23 - 25)	(21 - 25)	(40 - 60)	0,1
Холодный	(20-22)	(22-26)	(40-60)	0,1

Поддержание оптимального микроклимата обеспечивает благоприятные условия труда и способствует повышению производительности. Для этого быть предусмотрены следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная) и искусственное кондиционирование воздуха.

7.3.2 Анализ показателей шума и вибрации

Воздействие шума может оказывать негативное влияние на нервную систему и значительное психологическое воздействие. Длительное воздействие шума на уровне (70-90) децибел может привести к неврологическим расстройствам. Кроме того, воздействие шума может привести к развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

Основными источниками шума в проектируемом стенде являются насосы и ПК. Произведем расчет ожидаемого уровня шума. В процессе работы возможны разные комбинации оборудования, находящегося в рабочем режиме, сделаем расчет для максимального возможного количества одновременно работающих устройств. В динамическом режиме работы стенда возможна одновременная работа мешалки, двух насосов, компрессора и ПК. Используемые в установке насосы обладают уровнем шума 65 и 60 дБ(А), ПК – 40 дБ(А).

При нескольких источниках шума определяется разность двух максимальных уровней, затем – соответствующую этой разности добавка.

Далее добавка суммируется с максимальным уровнем и полученный уровень сравнивается со следующим и так далее:

$$L_1 - L_2 = 65 - 60 = 5 \text{ дБ(А)}, \quad (6)$$

где L_1 – уровень шума первого насоса, дБ(А);

L_2 – уровень шума второго насоса, дБ(А).

Добавка при разности 5 дБ(А) составляет 1,2 дБ(А):

$$L_o = 65 + 1,2 = 66,2 \text{ дБ(А)}, \quad (7)$$

$$L_o - L_3 = 66,2 - 40 = 26,2 \text{ дБ(А)}, \quad (8)$$

где L_o – ожидаемый уровень шума, дБ(А);

L_3 – уровень шума ПК, дБ(А).

Допустимые показатели звукового давления в помещениях для данного типа работ представлены в таблице 5.

Таблица 16 – Допустимые уровни звука на рабочем месте оператора

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, ГЦ									Уровни эквивалентного звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая, научная деятельность	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Измерения, аналитические работы	93	84	79	70	68	57	55	52	49	60

Согласно расчетам, уровень шума превышает допустимый уровень. Для снижения уровня шума необходимо регулярно проводить техническое обслуживание, например, удаление пыли и своевременную смазку. Если эти меры недостаточно эффективны, необходимо использовать средства индивидуальной защиты.

7.3.3 Анализ освещенности рабочей зоны

Согласно СП 52.13330.2016 отсутствие освещения или его нехватка классифицируется как вредный производственный фактор. Работа при

недостаточном освещении может привести к переутомлению, усталости глаз, головным болям, что неизбежно приводит к снижению работоспособности. Математическое моделирование с помощью ПК оценивается как зрительная работа очень высокой точности, при этом наименьший размер объекта различения ограничивается (0,15-0,3) мм (II разряд зрительной работы) [16].

В помещениях, предназначенных для работы с ПЭВМ, освещенность рабочей поверхности от систем общего освещения E_n должна быть не менее 300 лк. Коэффициент пульсации освещенности K_n не должен превышать 5 %, коэффициент естественной освещенности не должен превышать 2,1 % .

Расчет искусственного освещения для учебной аудитории:

- размеры помещения: $A = 7$ м; $B = 8$ м; $H = 3,7$ м; $S = 56$ м;
- высота рабочей поверхности $h_p = 0,7$ м;
- высота подвеса светильника над полом $h_c = 3,5$ м;
- высота светильника над рабочей поверхностью $h = 2,8$ м;
- коэффициент отражения стен $\rho_{ст} = 50$ %, при условии, что стены бетонные или побелены в серых помещениях;
- коэффициент отражения потолка $\rho_{п} = 70$ %, при условии, что потолки свежепобелены;
- коэффициент запаса для помещения с малым выделением пыли $K_z = 1,5$;
- коэффициент неравномерности освещения $Z = 1,1$;
- параметр для светильника типа ОДР с защитной решеткой $\lambda = (1,1-1,3)$;
- световой поток одной лампы $\Phi_1 = 2500$ лм.

Для определения размещения светильников в помещении, рассчитаем расстояние между светильниками L по формуле :

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2,8 = 3,36 .$$

Оптимальное расстояние от крайнего ряда до стены равно $L/3 = 1,12$ м. Количество рядов светильников с люминесцентными лампами определим по формуле (31):

$$n_{\text{ряд}} = \frac{B - \frac{2}{3}L}{L} + 1 = \frac{8 - \frac{2}{3} \cdot 3,36}{3,36} + 1 = 2,7.$$

Округляя число рядов, получаем $n_{\text{ряд}} = 3$. Количество светильников с люминесцентными лампами в ряду определим по формуле :

$$n_{\text{св}} = \frac{A - \frac{2}{3}L}{L} + 1 = \frac{7 - \frac{2}{3} \cdot 3,36}{3,36} + 1 = 2,1.$$

Округляя число светильников, получаем $n_{\text{св}} = 2$. Общее количество светильников с люминесцентными лампами $N = 6$. Расположение светильников представлено на рисунке 26.

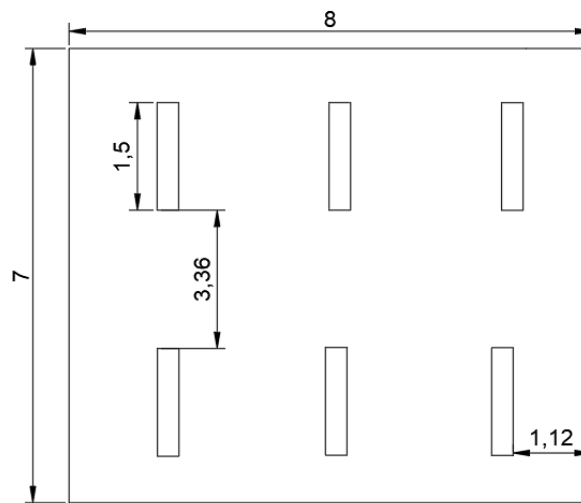


Рисунок 26 – Размещение светильник в помещении

Рассчитаем индекс помещения i по формуле :

$$i = \frac{S}{H \cdot (A + B)} = \frac{56}{3,7 \cdot (7 + 8)} = 1.$$

Исходя из значения индекса помещения коэффициент использования светового потока, зависящий цвета стен и потолка, $\eta = 49 \%$. Учитывая, что в каждом светильнике установлено 2 лампы, общее число ламп в помещении $N_{\text{л}} = 12$. Требуемый световой поток найдем по формуле :

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N_{\text{л}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 56 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,49} = 4714 \text{ лм.}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу –ЛХБ 80 Вт с потоком 5000 лм. Проверим полученное значение по формуле .

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq 5,72\% \leq +20\%$$

Рассчитаем номинальную мощность системы по формуле :

$$P = N_{\text{л}} \cdot p_{\text{л}} = 12 \cdot 80 = 960 \text{ Вт}$$

Таким образом рассчитанный световой поток не выходит за пределы диапазона, соответственно корректировки числа светильников или высоты подвеса не требуется. Номинальная мощность системы составила 960 Вт.

7.3.4 Анализ безопасности для вибрации

Кроме того, фактор "чрезмерной вибрации" является одним из факторов риска на рабочем месте. В данном случае на производстве под вибрацией понимается вибрация твердых тел, основными источниками которой являются различные станки, двигатели и другое крупное оборудование.[18]

Чрезмерная вибрация может воздействовать на отделы центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта и вестибулярного аппарата. Одним из наиболее распространенных профессиональных заболеваний, вызванных длительным воздействием вибрации, является вибрационная болезнь, которая имеет следующие побочные эффекты: головокружение, онемение нижних конечностей и дезориентация. Для профилактики этого заболевания компании регламентируют режим работы людей, работающих с вибрационным оборудованием - продолжительность рабочей смены, обязательные перерывы и перерывы на отдых.

Для того, чтобы защитить работника от вибрации на производстве (согласно [ГОСТ 12.4.002 - 97]), применяются следующие средства защиты:

- антивибрационные рукавицы (для защиты от вибрирующих объектов);
- специальная обувь на антивибрационной подошве (для защиты от вибрирующего пола);
- резино-войлочные маты;
- антивибрационные площадки;
- антивибрационные сидения [17].

7.3.5 Анализ электробезопасности

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 поражение электрическим током относится к опасным производственным факторам. Электрический ток способен привести к острому поражению или мгновенному воздействию

относительно высокоинтенсивного воздействия, приводящий к летальному исходу [19].

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденным приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903н пользоваться ПК может персонал, имеющий I группу электробезопасности [20].

Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением. Специфическая опасность электроустановок - токоведущие проводники, корпуса стоек ЭВМ и прочего оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения изоляции, не подают каких-либо сигналов, которые предупреждают человека об опасности. Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании последнего через тело человека.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, то есть соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ:

- все узлы одного персонального компьютера и подключённое к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети;
- корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;
- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный пункт с автоматами и общим рубильником;
- все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключённом электропитании.

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин

травматизма, относятся: систематический контроль за состоянием изоляции электропроводов, кабелей и т.д.

Разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники и контроль за их соблюдением:

- 1) соблюдение правил противопожарной безопасности;
- 2) своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово- профилактических работ и предупредительных ремонтов.

7.3.6 Анализ безопасности при статическом электричестве и коротких замыканиях

Поражение электрическим током может быть вызвано дефектами оборудования, подключенного к электрической сети. Источниками электрической опасности являются оголенные части проводов или отсутствие изоляции.

В компьютерной аудитории эксплуатируется 11 компьютеров, подключенных к электрической сети 220 В и серверное оборудование, подключенное к сети 380 В.

Компьютерная аудитория второго корпуса ТПУ по опасности поражения электрическим током относится к первому классу - помещение без повышенной опасности, т.к. температура в помещении не превышает 30 °С, относительная влажность воздуха не превышает 70 %, токопроводящие полы отсутствуют (полы выполнены из керамической плитки).

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме эксплуатации электроустановок в компьютерной аудитории применены следующие меры защиты:

1. Защитное заземление и зануление;
2. Изолирующие электрозащитные средства;
3. Устройства автоматического отключения питания. Необходимо также проводить мероприятия по закреплению работниками правил безопасной работы с электрическим оборудованием.

7.4 Экологическая безопасность

Основным инструментом работы при разработке является ПК. Для удовлетворения потребности в электроэнергии, в настоящее время приходится увеличивать мощность и количество электростанций. Это приводит к нарушению экологической обстановки, так как электростанции в своей деятельности используют различные виды топлива, водные ресурсы, а также являются источником вредных выбросов в атмосферу. Данная проблема является мировой. На сегодняшний день во многих странах внедрены альтернативные источники энергии (солнечные батареи, энергия ветра). Еще одним способом решения данной проблемы является использование энергосберегающих систем.

К отходам, производимым в помещении, можно отнести бытовой мусор и твердые отходы при поломки частей ПК. Согласно СанПиН 2.1.3684-21 оборудование в случае полной неработоспособности и неремонтопригодности утилизировано на полигоне твердых бытовых отходов [21].

Необходимо предпринимать различные меры, для того чтобы как можно больше сократить негативное влияние на окружающую среду. В качестве таких мер можно рассматривать:

- использование экономного режима работы электротехники;
- использовать энергосберегающие лампы для освещения помещений;
- устанавливать режим освещения, соответствующий времени года;
- правильно утилизировать отходы (компьютерный лом, газоразрядные лампы, бумага и др.);

7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Для ослабления последствий пожара в здании должны находиться углекислотный огнетушитель, сухой песок и внутренние пожарные

водопроводы находиться. Они предназначены для своевременного тушения небольших локальных возгораний.

Действия, которые можно предпринять для предотвращения пожара:

- организация обучения персонала правилам пожарной безопасности;
- разработка мероприятий по действиям персонала на случай возникновения пожара и организация эвакуации людей;

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

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

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

7.6 Вывод по разделу «социальная ответственность»

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

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

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен иметь допуск с I группой по электробезопасности. Согласно

СанПиН 1.2.3685-21 "Санитарные нормы и требования к обеспечению населения безопасными и (или) экологически чистыми факторами", категория труда для лабораторий относится к группе Tab (работа, выполняемая сидя, стоя или при ходьбе и связанная с физической нагрузкой).

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

Заключение

В результате окончательной идентификации было разработано программное обеспечение для статического и динамического анализа состава эмульсии.

Эта работа включала отладку аппаратных средств и написание программного обеспечения, а также разработку алгоритмов системы: были разработаны алгоритмы для динамической и статической работы верстака. А также был определен оптимальный метод приготовления эмульсии.

Сравнение методов измерения распределения размеров латексных сфер показало, что оптическая микроскопия является наиболее подходящим методом для решения этой задачи. Предложенное решение для сокращения времени анализа и повышения эффективности оптического метода заключается в использовании информационно-измерительной системы на основе машинного зрения. По результатам проверки точность распознавания алгоритма хафа и эффективность его исполнения наилучшим образом подошли для данного проекта.

В ходе работы были определены оптимальные режимные параметры работы установки приготовления эмульсий и проведен анализ дисперсного состава эмульсий в статических и получены статистические характеристики распределения капель эмульсии по размерам.

Список публикаций обучающегося

1. Кучман А.В., Филипас А.А., Чжан И.. Автоматизированная обработка микрофотографий эмульсии с целью определения дисперсного состава скважинной жидкости //XX Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых МОЛОДЕЖЬ И СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, аспирантов и молодых ученых– 2023.

Список использованных источников

1. Образование устойчивых водонефтяных эмульсий Очилов А. А.¹ , Суяров М. Т.² Очилов А. А., Суяров М. Т. Образование устойчивых водонефтяных эмульсий 1 Очилов Абдурахим Абдурасулович / Ochilov Abdurahim Abdurasul
2. Droplet size distributions derived from evolution of oil fraction during phase separation of oil-in-water emulsion tracked by electrical impedance spectroscopy
3. M.I.I.Z. Abidin, A.A.A. Raman, M.I.M. Nor, Review on measurement techniques for drop size distribution in a stirred vessel, Ind. Eng. Chem. Res. 52 (46) (2013) 16085–16094
4. Детектор границ Канни [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/114589/> – свободный (дата обращения 24.05.2022).
5. Алгоритмы выделения контуров изображений [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/114452/> – свободный (дата обращения 24.05.2022).
6. Edge detection using Prewitt, Scharr and Sobel Operator [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.geeksforgeeks.org/edge-detection-using-prewitt-scharr-and-sobel-operator/> – свободный (дата обращения 24.05.2022).
7. Roberts Cross Edge Detector Operator [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/roberts.htm> – свободный (дата обращения 24.05.2022).
8. Hough Transform [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/hough.htm> – свободный (дата обращения 24.05.2022)
9. René Iser, Behrang Karimibabak, Simon Winkelbach–Hough Transformation in Slope-Intercept Form
10. René Iser, Behrang Karimibabak, Simon Winkelbach–Hough Transformation in Normal Form

11. Мигель Алёна Владимировна –Разработка стенда физического подобия «Исследование дисперсного состава водо-масляных эмульсий»

12. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913>, свободный (дата обращения 10.05.2022).

13. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200012834>, свободный (дата обращения 10.05.2022).

14. ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200025975>, свободный (дата обращения 10.05.2022).

15. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>, свободный (дата обращения 10.05.2022).

16. СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение"Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*(утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства – Режим доступа:https://energy.midural.ru/images/Upload/2017/101/SPEIO_07.11.2016_77.pdf, свободный (дата обращения 10.05.2022).

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

обитания" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>, свободный (дата обращения 7.05.2022).

18. Суммарный уровень шума нескольких источников [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3940278/page:4/>, свободный (дата обращения 6.05.2022).

19. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200233>, свободный (дата обращения 21.05.2022).

20. ГОСТ 12.1.008-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608>, свободный (дата обращения 21.05.2022).

21. ГОСТ Р 56828.43-2018 Утилизация и обезвреживание нефтесодержащих отходов. Показатели для идентификации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200159496>, свободный (дата обращения 21.05.2022). [nt/565837297?marker=6520IM](https://studfile.net/565837297?marker=6520IM), свободный (дата обращения 21.05.2022).

Приложение А (обязательное)

Решения для статической идентификации

Листинг А.1 – Программный код

```
# Время: 2022/7/1 15:26

import cv2 as cv
import os
import xlwings as xl

plottingscale10X = 431.35 #Определение размера одного пикселя
plottingscale40X = 0.1087
sheet = 1 # Определение рабочей книги
time=1#Определите количество экспериментов
chuangjiangongzuopu=1
###Определите адрес хранения EXCEL #####
app = xl.App(visible=True, add_book=False)
excelfilepath = "C:\Users\59966\PycharmProjects\pythonProject\анализ.xlsx"
ex = app.books.open(excelfilepath)

for names in range(48): #Прохождение 48 папок
    name = str(names + 1)
    for filename in os.listdir("C:/Users/59966/PycharmProjects/pythonProject/photo/" + 'No' + name): # Итерация файлов в каждой папке
        (фотографии)
        circles = cv.imread("C:/Users/59966/PycharmProjects/pythonProject/photo" + "/" + 'No' + name + "/" + filename)
        #Считывание изображений и преобразование в полутоновую шкалу
        gay_img = cv.cvtColor(circles, cv.COLOR_BGR2GRAY)
        #Де-шум
        img = cv.medianBlur(gay_img, 7)
        # Инспекционный парк Хоув
        circles0 = cv.HoughCircles(img, cv.HOUGH_GRADIENT, 1, 40, param1=100, param2=60, minRadius=0,
                                   maxRadius=200)
        circles1 = cv.HoughCircles(img, cv.HOUGH_GRADIENT, 1, 30, param1=100, param2=200, minRadius=200,
                                   maxRadius=700)
        ##Запись данных в EXCEL ###
        if chuangjiangongzuopu in {1, 7, 13, 19, 25, 31, 37,
                                   43,49,55,61,67,73,79,85,91,97,103,109,115,121,127,133,139,145,151,157,163,169,175,181,187,193,199,205,211,217,223,229,235,241,247,253,2
                                   59,265,271,277,283,289,295}:
            ex.sheets.add("№" + str(sheet))

            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("A1").value =

# Время: 2022/7/1 15:26

import cv2 as cv
import os
import xlwings as xl

plottingscale10X = 431.35 #Определение размера одного пикселя
plottingscale40X = 0.1087
sheet = 1 # Определение рабочей книги
time=1#Определите количество экспериментов
chuangjiangongzuopu=1
```

```

###Определите адрес хранения EXCEL #####
app = xl.App(visible=True, add_book=False)
excelfilepath = "C:\Users\59966\PycharmProjects\pythonProject\анализ.xlsx"
ex = app.books.open(excelfilepath)

for names in range(48): #Прохождение 48 папок
    name = str(names + 1)
    for filename in os.listdir("C:/Users/59966/PycharmProjects/pythonProject/photo/" + 'No' + name): # Итерация файлов в каждой папке (фотографии)
        circles = cv.imread("C:/Users/59966/PycharmProjects/pythonProject/photo" + "/" + "No" + name + "/" + filename)
        #Считывание изображений и преобразование в полутоновую шкалу
        gray_img = cv.cvtColor(circles, cv.COLOR_BGR2GRAY)
        # Де-шум
        img = cv.medianBlur(gray_img, 7)
        # Инспекционный парк Хоув
        circles0 = cv.HoughCircles(img, cv.HOUGH_GRADIENT, 1, 40, param1=100, param2=60, minRadius=0,
                                   maxRadius=200)
        circles1 = cv.HoughCircles(img, cv.HOUGH_GRADIENT, 1, 30, param1=100, param2=200, minRadius=200,
                                   maxRadius=700)

        ##Запись данных в EXCEL ###
        if chuangjiangongzuopu in {1, 7, 13, 19, 25, 31, 37,
43,49,55,61,67,73,79,85,91,97,103,109,115,121,127,133,139,145,151,157,163,169,175,181,187,193,199,205,211,217,223,229,235,241,247,253,2
59,265,271,277,283,289,295}:
            ex.sheets.add("№" + str(sheet))

            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("A1").value =
                "1координата x"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("B1").value = "координата y"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("C1").value = "Радиус"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("D1").value = "Средний радиус"

            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("E1").value = "2координата x"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("F1").value = "координата y"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("G1").value = "Радиус"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("H1").value = "Средний радиус"

            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("I1").value = "3координата x"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("J1").value = "координата y"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("K1").value = "Радиус"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("L1").value = "Средний радиус"

            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("M1").value = "4координата x"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("N1").value = "координата y"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("O1").value = "Радиус"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("P1").value = "Средний радиус"

            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("Q1").value = "5координата x"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("R1").value = "координата y"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("S1").value = "Радиус"
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("T1").value = "Средний радиус"

            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("U1").value = "6координата x"

```

```

ex.sheets["№" + str(sheet)].range("V1").value = "координата y"
ex.sheets["№" + str(sheet)].range("W1").value = "Радиус"
ex.sheets["№" + str(sheet)].range("S1").value = "Средний радиус"
chuangjiangongzuopu=chuangjiangongzuopu+1
lie = 2 # Определение начальной строки данных
try:
    if time==1:

        for n in circles0[0]:
            for m in range(3):
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("A" + str(lie)).value = str(n[0])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("B" + str(lie)).value = str(n[1])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("C" + str(lie)).value = str(n[2])
                lie = lie + 1

        for n in circles1[0]:
            for m in range(3):
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("A" + str(lie)).value = str(n[0])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("B" + str(lie)).value = str(n[1])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("C" + str(lie)).value = str(n[2])
                lie = lie + 1
    lie=2
    print(time)
except:
    print("Наличие пустых данных")
    lie
    lie=2
    print(time)
except:
    print("Наличие пустых данных")
    lie = 2
    try:
        if time==2:

            for n in circles0[0]:
                for m in range(3):
                    ex.sheets["№" + str(sheet)].range("E" + str(lie)).value = str(n[0])
                    ex.sheets["№" + str(sheet)].range("F" + str(lie)).value = str(n[1])
                    ex.sheets["№" + str(sheet)].range("G" + str(lie)).value = str(n[2])
                    lie = lie + 1
            for n in circles1[0]:
                for m in range(3):
                    ex.sheets["№" + str(sheet)].range("E" + str(lie)).value = str(n[0])
                    ex.sheets["№" + str(sheet)].range("F" + str(lie)).value = str(n[1])
                    ex.sheets["№" + str(sheet)].range("G" + str(lie)).value = str(n[2])
                    lie = lie + 1
            lie = 2
    except:
        print("Наличие пустых данных")
        lie = 2
    try:
        if time==3:

```

```

        for n in circles0[0]:
            for m in range(3):
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("I" + str(lie)).value = str(n[0])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("J" + str(lie)).value = str(n[1])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("K" + str(lie)).value = str(n[2])
            lie = lie + 1
    for n in circles1[0]:
        for m in range(3):
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("I" + str(lie)).value = str(n[0])
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("J" + str(lie)).value = str(n[1])
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("K" + str(lie)).value = str(n[2])
        lie = lie + 1

    lie = 2
    except:
        print("Наличие пустых данных")
        lie = 2
    try:
        if time==4:
            = 2
    for n in circles0[0]:
        for m in range(3):
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("M" + str(lie)).value = str(n[0])
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("N" + str(lie)).value = str(n[1])
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("O" + str(lie)).value = str(n[2])
        lie = lie + 1

    for n in circles1[0]:
        for m in range(3):
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("M" + str(lie)).value = str(n[0])
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("N" + str(lie)).value = str(n[1])
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("O" + str(lie)).value = str(n[2])
        lie = lie + 1

    lie = 2
    except:
        print("Наличие пустых данных")
        lie = 2
    try:
        if time==5:

            for n in circles0[0]:
                for m in range(3):
ex.sheets["№" + str(sheet)].range("Q" + str(lie)).value = str(n[0])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("R" + str(lie)).value = str(n[1])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("S" + str(lie)).value = str(n[2])
            lie = lie + 1

    for n in circles1[0]:
        for m in range(3):
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("Q" + str(lie)).value = str(n[0])
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("R" + str(lie)).value = str(n[1])
            ex.sheets["№" + str(sheet)].range("S" + str(lie)).value = str(n[2])

```

```

        lie = lie + 1
    lie = 2

except:
    print("Наличие пустых данных")
    lie = 2

try:
    if time==6:
        for n in circles0[0]:
            for m in range(3):
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("U" + str(lie)).value = str(n[0])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("V" + str(lie)).value = str(n[1])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("W" + str(lie)).value = str(n[2])
            lie = lie + 1
        for n in circles1[0]:
            for m in range(3):
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("U" + str(lie)).value = str(n[0])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("V" + str(lie)).value = str(n[1])
                ex.sheets["№" + str(sheet)].range("W" + str(lie)).value = str(n[2])
            lie = lie + 1
        lie = 2
except:
    print("Наличие пустых данных")
    lie = 2

time=time+1
if time==7:
    time=1
    sheet = sheet + 1

## Нарисуємо ego

try:
    for i in circles0[0, :]:
        cv.circle(circles, (int(i[0]), int(i[1])), int(i[2]), (0, 255, 0), 3)
        cv.circle(circles, (int(i[0]), int(i[1])), 2, (0, 0, 255), 1)
        c = 1
if c <= 3:
    d = i[2] * plottingscale10X * 2
    dx = str(round(d, 1))
    cv.putText(circles, dx, (int(i[0]), int(i[1])), cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    c = c + 1
else:
    d = i[2] * plottingscale40X * 2
    dx = str(round(d, 1))
    cv.putText(circles, dx, (int(i[0]), int(i[1])), cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    c = 0

print("C:/Users/59966/PycharmProjects/pythonProject/photo" + "/" + name + "/" + filename + "  YES①")
except:
    print("/No" + name + "/" + filename + "  NO!!!!!!①")

try:
    for i in circles1[0, :]:

```

```

cv.circle(circles, (int(i[0]), int(i[1])), int(i[2]), (0, 255, 0), 3)
cv.circle(circles, (int(i[0]), int(i[1])), 2, (0, 0, 255), 1)

c = 1

if c <= 3:
    d = i[2] * plottingscale10X * 2
    dx = str(round(d, 1))
    cv.putText(circles, dx, (int(i[0]), int(i[1])), cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    c = c + 1
else:
    d = i[2] * plottingscale40X * 2
    dx = str(round(d, 1))
    cv.putText(circles, dx, (int(i[0]), int(i[1])), cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
c = 0

print("C:/Users/59966/PycharmProjects/pythonProject/photo" + "/" + name + "/" + filename + " YES②")
except:
    print("/No" + name + "/" + filename + " NO!!!!!!②")
# #отображение изображения
# print("C:/Users/59966/PycharmProjects/pythonProject/photo/" + name + "/" + filename)
# plt.figure(figsize=(10, 8), dpi=100)
# plt.imshow(circles[:, :, :-1])
# plt.xticks([]), plt.yticks([])
# plt.show()
namebaocun = str(names) + filename + '.png' # Сохранить идентифицированную фотографию
cv.imwrite(namebaocun, circles, [cv.IMWRITE_PNG_COMPRESSION, 0])

```

Приложение Б (обязательное)

Решения для динамической идентификации

Листинг Б-1 – Программный код

```
import cv2 as cv
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import time

plottingscale10X = 0.1091821#431.35 # 定义单个像素的大小 Определение размера
одного пикселя
plottingscale40X = 0.1091821
T=0 #控制循环 Контур управления

def catch_video(T,video_index=0):
    Fcircle = cv.VideoCapture(video_index)
    if not Fcircle.isOpened():
        # 如果没有检测到摄像头·报错 Если камера не обнаружена, сообщается об
        ошибке
        raise Exception('Check if the camera is on.')
    if Fcircle.isOpened():
        catch, Tcircles = Fcircle.read() # 读取每一帧图片 Считывание каждого
        кадра
        cv.imwrite(str(T)+'.png', Tcircles, [int(cv.IMWRITE_JPEG_QUALITY),
        95])
        Fcircle.release()
        cv.destroyAllWindows()

def photoread(T):
    ad = "C:/Users/59966/PycharmProjects/pythonProject/"+str(T)+".png"
    circles = cv.imread(ad)
    return circles

def Hough(circles):
    gay_img = cv.cvtColor(circles, cv.COLOR_BGRA2GRAY)
    # 去噪点 Де-шум
    img = cv.medianBlur(gay_img, 7)
    # 霍夫检测园 Инспекционный парк Хоув
    circles0 = cv.HoughCircles(img, cv.HOUGH_GRADIENT, 1, 20, param1=70,
    param2=40, minRadius=15,maxRadius=100)
    circles1 = cv.HoughCircles(img, cv.HOUGH_GRADIENT, 1, 20, param1=70,
    param2=17, minRadius=4,maxRadius=14)
    # circles1 = cv.HoughCircles(img, cv.HOUGH_GRADIENT, 1, 20,
    param1=70, param2=40, minRadius=15,maxRadius=100)
    # circles0 = cv.HoughCircles(img, cv.HOUGH_GRADIENT, 1, 20,
    param1=70, param2=17, minRadius=4,maxRadius=14)
    return circles0,circles1

def writelength(C1,C2,T):
    try:
        for i in circles0[0, :]:
            cv.circle(circles, (int(i[0]), int(i[1])), int(i[2]), (0, 255,
            0), 3)
            d = i[2] * plottingscale10X * 2
            dx = str(round(d, 4))
            cv.putText(circles, dx, (int(i[0]), int(i[1])),
            cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
```

```

        cv.imwrite(str(T)+'.png', circles,
[int(cv.IMWRITE_JPEG_QUALITY), 95])
        # c = 1
        # if c <= 3:
        #     d = i[2] * plottingscale10X * 2
        #     dx = str(round(d, 4))
        #     cv.putText(circles, dx, (int(i[0]), int(i[1])),
cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
        #     c = c + 1
        #     d = i[2] * plottingscale40X * 2
        #     dx = str(round(d, 4))
        #     cv.putText(circles, dx, (int(i[0]), int(i[1])),
cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
        # c = 0
    except:
        print("Data is empty and cannot be measured")
# try:
#     for i in circles1[0, :]:
#         cv.circle(circles, (int(i[0]), int(i[1])), int(i[2]), (0, 255,
0), 3)
#         d = i[2] * plottingscale10X * 2
#         dx = str(round(d, 4))
#         cv.putText(circles, dx, (int(i[0]), int(i[1])),
cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
#         # c = 1
#         # if c <= 3:
#         #     d = i[2] * plottingscale10X * 2
#         #     dx = str(round(d, 4))
#         #     cv.putText(circles, dx, (int(i[0]), int(i[1])),
cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
#         #     c = c + 1
#         # else:
#         #     d = i[2] * plottingscale40X * 2
#         #     dx = str(round(d, 4))
#         #     cv.putText(circles, dx, (int(i[0]), int(i[1])),
cv.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
#         # c = 0
#         print("Fault")
# except:
#     print("Fault")
return circles

def drawtables(circles0,circles1):
    data=np.array([0])
    try:
        for n in circles0:
            for m in n:
                array2 = np.array([m[2]* plottingscale10X * 2])
                data = np.concatenate((data, array2))
    except:
        print('The first value is empty')
    try:
        for n in circles1:
            for m in n:
                array2 = np.array([m[2]]* plottingscale40X * 2)
                data = np.concatenate((data, array2))
    except:
        print('The second value is empty')
# try:
    data=np.sort(data,None)
    n = np.size(data)*5 # 横坐标数值Значения горизонтальных координат
    print(n)
    X = np.arange(0, n , 1)
    plt.hist(data,X)

```

```

plt.xlabel('a')
plt.ylabel('b')

plt.title("c")
plt.show(block=False)
plt.pause(2) # 3 seconds, I use 1 usually
plt.close("all")
# except:
#     print("Error in the form")
while 1:
    T=T+1
    catch_video(T,video_index=0) #摄像头视频转换为图片Конвертация видео с
    веб-камеры в фотографии
    circles = photoread(T) #读取图片
    circles0, circles1 =Hough(circles) #识别圆Идентификационный круг
    circles = writelength(circles0,circles1,T) #测量长度Длина измерения
    cv.imshow("output",circles)
    drawtables(circles0, circles1)
    cv.waitKey(10)

```

Приложение В
(обязательное)
План эксперимента

Таблица В.1 – План эксперимента

№ эксперимента	Концентрация	Время	Напряжение	Мощность
1	80 на 20	5 минут	6 В	4.20W
2	80 на 20	5 минут	7 В	5.53W
3	80 на 20	5 минут	8 В	6.64W
4	80 на 20	5 минут	9 В	7.75W
5	80 на 20	5 минут	10 В	8.63W
6	80 на 20	5 минут	11 В	9.13W
7	80 на 20	5 минут	12 В	11.04W
8	85 на 15	5 минут	6 В	4.86W
9	85 на 15	5 минут	7 В	6.72W
10	85 на 15	5 минут	8 В	7.32W
11	85 на 15	5 минут	9 В	8.19W
12	85 на 15	5 минут	10 В	8.54W
13	85 на 15	5 минут	11 В	9.51W
14	85 на 15	5 минут	12 В	11.01W
15	90 на 10	5 минут	6 В	3.48W
16	90 на 10	5 минут	7 В	4.20W
17	90 на 10	5 минут	8 В	4.80W
18	90 на 10	5 минут	9 В	5.49W
19	90 на 10	5 минут	10 В	5.65W
20	90 на 10	5 минут	11 В	5.91W
21	90 на 10	5 минут	12 В	7.92W
22	95 на 5	3 минуты	6 В	2.82W
23	95 на 5	3 минуты	8 В	4.24W
24	95 на 5	3 минуты	10 В	5.00W
25	95 на 5	3 минуты	12 В	6.96W
26	95 на 5	5 минут	6 В	2.88W
27	95 на 5	5 минут	8 В	4.46W
28	95 на 5	5 минут	10 В	4.95W
29	95 на 5	5 минут	12 В	6.24W
30	95 на 5	7 минут	6 В	2.94W
31	95 на 5	7 минут	8 В	4.00W
32	95 на 5	7 минут	10 В	4.80W
33	95 на 5	7 минут	12 В	5.64W
34	95 на 5	10 минут	6 В	2.82W
35	95 на 5	10 минут	8 В	4.67W
36	95 на 5	10 минут	10 В	4.80W

Продолжение таблицы В.1

№ эксперимента	Концентрация	Время	Напряжение	Мощность
37	95 на 5	10 минут	12 В	5.88W
38	95 на 5	15 минут	6 В	2.76W
39	95 на 5	15 минут	8 В	3.84W
40	95 на 5	15 минут	10 В	4.90w
41	95 на 5	15 минут	12 В	5.88W
42	97 на 3	5 минут	6 В	2.83W
43	97 на 3	5 минут	7 В	3.21W
44	97 на 3	5 минут	8 В	3.64W
45	97 на 3	5 минут	9 В	4.41W
46	97 на 3	5 минут	10 В	5.00W
47	97 на 3	5 минут	11 В	5.28W
48	97 на 3	5 минут	12 В	6.12W