

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Применение информационных технологий и алгоритмов машинного обучения для определения качества пастеризованного молока

УДК 004.923.4:004.85:543:637.123

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E82	Тхан Куок Дат		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов Алексей Викторович	к.х.н., доцент		

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
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н., доцент		

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 управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК(У)-2	Владеет физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем
ОПК(У)-3	Владеет современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности
ОПК(У)-4	Готов собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-5	Способен использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники
ПК(У)-2	Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования
ПК(У)-3	Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий
ПК(У)-4	Способен осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск

ПК(У)-5	Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
ПК(У)-6	Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем
ПК(У)-7	Готов участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок
ПК(У)-8	Способен внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности
ПК(У)-9	Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем
ПК(У)-10	Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
ПК(У)-11	Способен производить расчёты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием
ПК(У)-12	Способен разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
ПК(У)-13	Готов участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний
Профессиональные компетенции университета	
ДПК (У)-1	Способен проводить проверку технического состояния оборудования, обоснование экономической эффективности внедрения проектируемых модулей и подсистем мехатронных и робототехнических устройств, настройку системы управления и обработки информации с использованием соответствующих инструментальных средств

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделения автоматизации и робототехники

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврская работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
8E82	Тхан Куок Дат

Тема работы:

Применение информационных технологий и алгоритмов машинного обучения для определения качества пастеризованного молока	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.04.2022, 119-20/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом разработки является графический интерфейс пользователя для определения качества молока.</p> <p>Графический интерфейс пользователя должен показывать состояние молока и определять оставшееся время хранения молока.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение аактуальности работы 2. Состав технического задания 3. Сбор данных 4. Изучение и реализация алгоритма для прогнозирования 5. Расчёт отклонения модели прогнозирования 6. Написания графический интерфейс пользователя
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема подключения датчиков к микрокомпьютеру 2. Реализованный графический интерфейс пользователя

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и рурсосбережение	Былкова Татьяна Васильевна, доцент ОСГН ШБИП, к.э.н.
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, Старший преподаватель ООД ШБИП

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

нет

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов Алексей Викторович	к.х.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E82	Тхан Куок Дат		

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Форма представления работы:

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

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

Срок сдачи студентов выполненной работы:	06.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
02.06.2022	<i>Основная часть</i>	60
30.05.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	20
30.05.2022	<i>Социальная ответственность</i>	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов Алексей Викторович	к.х.н., доцент		29.04.2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н., доцент		29.04.2022

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

Студенту:

Группа	ФИО
8E82	Тхан Куок Дат

Школа	Информационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06. Мехатроника и робототехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Районный коэффициент 30%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисление во внебюджетные фонды 30%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	Оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	Представить план НИ
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	Рассчитать бюджета НИ
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	Рассчитать интегральный финансовый показатель, интегральный показатель ресурсоэффективности, Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала:

1. <i>Оценка конкурентоспособности ИР</i>
2. <i>Диаграмма Ганта</i>
3. <i>Бюджет НИ</i>
4. <i>Основные показатели эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	07.02.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	К.Э.Н		07.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E82	Тхан Куок Дат		07.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 8E82		ФИО Тхан Куок Дат	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ Специальность	Мехатроника и робототехника (15.03.06)

Тема ВКР:

Применение информационных технологий и алгоритмов машинного обучения для определения качества пастеризованного молока

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> Приложения для оценки и прогнозирования срока употребления молока.</p> <p><i>Область применения:</i> Электроника, анализ данных, химическая технология.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> лаборатория, офис.</p> <p><i>Размеры помещения (климатическая зона*):</i> 8*6 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> Рабочий стол, персональный компьютер, датчик температуры, рН-датчик, макетная плата и набор проводов.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> установка места для молочной продукции и электронных компонентов, разработка программного обеспечения на языке программирования Python для оценки и прогнозирования срока употребления молока.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке</p> <ul style="list-style-type: none"> – Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ в положении сидя</p> <p>СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».</p> <p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов; – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора. 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения; - Отклонение показателей микроклимата; - Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело

	<p>человека</p> <p>Требуемые средства коллективной защиты от выявленных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Источники света для нормализации освещения. - Автоматический выключатель для защиты от поражения электрическим током.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<p>Воздействие на селитебную зону: не происходит.</p> <p>Воздействие на литосферу при утилизации составных компонентов проекта.</p> <p>Воздействие на гидросферу не происходит.</p> <p>Воздействие на атмосферу не происходит.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<p>Возможные ЧС: Пожар и аварии на электросетях.</p> <p>Наиболее типичная ЧС: Пожар на рабочем месте.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E82	Тхан Куок Дат		

Реферат

Выпускная квалификационная работа имеет 81 страниц, 22 рисунка, 20 таблиц, 30 источника и 2 листинга.

Ключевые слова: ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, МЕТОД ДОВЕРИТЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ, ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, КИСЛОТНОСТЬ.

Объектом исследования является графический интерфейс пользователя для определения качества молока.

Цель работы – разработать графический интерфейс для контроля качества и прогнозирования времени хранения молока.

В ходе работы была разработана система для показания состояния молока и прогнозирования времени хранения молока. Подобраны датчики температуры и кислотности. Собраны данные для обучения модели прогнозирования. Реализован алгоритм для задачи прогнозирования и графический интерфейс системы с помощью языка программирования Python.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016.

Содержание

Введение.....	13
1 Выбор датчиков для измерения параметров молочной продукции.....	15
1.1 Датчик температуры	15
1.1.1 Изучение видов термометра	15
1.1.2 Цифровой температурный датчик DS18B20.....	18
1.2 Датчик кислотности жидкости	20
1.2.1 Что такое кислотность жидкости	20
1.2.2 Типы датчиков кислотности жидкости	20
2 Подключение датчиков и создание интерфейса в микрокомпьютере Raspberry Pi.....	23
2.1 Микрокомпьютер Raspberry Pi	23
2.2 Схема подключения датчиков к Raspberry Pi	23
2.3 Написание интерфейса для получения информации из датчиков	24
2.3.1 Обзор программных инструментов для создания интерфейса	24
2.3.2 Калибровка датчика кислотности	25
2.3.3 Результат первого этапа	27
3 Обзор методов машинного обучения для задачи прогнозирования	28
3.1 Введение в машинное обучение	28
3.2. Задача прогнозирования.....	28
3.2.1 Основные понятия и определения	28
3.2.2 Методы оптимизации	29
3.2.3 Метод доверительной области (Trust-region method)	30
3.2.4 Алгоритм Dogleg.....	32
4 Результат проведенного исследования	35
4.1 Результат измерения	35
4.2 Результат анализа данных	38
4.3 Анализ качества модели.....	41
4.4. Графический интерфейс.....	44

5.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВ-НОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЖЕНИЕ	46
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	46
5.1.1 Анализ конкурентных технических решений	46
5.2 Планирование научно-исследовательских работ	48
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	48
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	49
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	51
5.3 Бюджет научного исследования	52
5.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	52
5.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы	53
5.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	53
5.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	54
5.3.5 Накладные расходы	55
5.3.6 Бюджетная стоимость НИ.....	55
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	56
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	61
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
6.1.1 Правовые нормы трудового законодательства.....	62
6.2 Производственная безопасность	63
6.3. Экологическая безопасность.....	68
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	69
Заключение	72
Приложение 1	73
Приложение 2	77
Список литературы	79

Введение

Сегодня «Машинное обучение и анализ данных» являются одними из важнейших областей исследований и разработок информационной технологии, кибернетики, мехатроники и робототехники. С развитием машинного обучения и анализа данных решено множество практических задач во многих областях, таких как экономика, медицина и интеллектуальная робототехника.

Во выпускной квалификационной работе представлено применение машинного обучения для задачи прогнозирования качества и срока потребления молочной продукции.

Актуальность данной работы в том, что молоко является питательным и незаменимым продуктом в повседневной жизни. По данным, опубликованным в 2018 году уровень потребления молочной продукции в России – 250 кг на человека. Однако употребление недоброкачественного молока может нанести большой вред здоровью человека. Хранение в условиях, когда нарушаются рекомендации производителя приводит к тому, что срок годности молока не соответствует первоначальному указанному на упаковке. Проверка качества молока очень необходима и поможет пользователям защитить свое здоровье.

Двумя из важнейших факторов, влияющих на качество молока, являются условия хранения и начальное качество молока. В бытовых условиях срок годности молока может сократиться так как повышение температуры хранения является хорошим условием для роста бактерий и как следствие изменение физико-химических параметров. В настоящее время контроль качества молока в лаборатории уже не является сложной задачей, однако проверка качества молока в домашних условиях по-прежнему не популярна из-за дорогого оборудования. Эта работа позволит упростить проверку качества молока в домашних условиях.

В настоящей работе рассмотрены изменение кислотности упакованного пастеризованного молока по времени при различных температурах, исследование их зависимости для прогнозирования срока потребления молока.

Цель данной работы – создание интерфейса для контроля кислотности, температуры хранения и определения срока потребления молочной продукции.

Задачи, которые необходимо решить для достижения цели:

1. Выбрать датчик температуры и датчик кислотности жидкости.
2. Написать интерфейс для получения информации о температуре и кислотности молочной продукции.
3. Измерить кислотность молока от свежего до полностью испорченного.
4. Рассмотреть алгоритм для поиска зависимости кислотности молока от времени и температуры хранения.
5. Реализовать алгоритм для прогнозирования срока потребления молочной продукции.
6. Анализ погрешности прогнозирования.

1 Выбор датчиков для измерения параметров молочной продукции

1.1 Датчик температуры

1.1.1 Изучение видов термометра

Доступно множество различных типов датчиков температуры, и все они имеют различные функции в зависимости от области применения. Датчик температуры состоит из двух основных типов: контактных и бесконтактных датчиков температуры.

Типы контактных датчиков температуры - Эти типы датчиков температуры требует непосредственный контакт с измеряемой целью и использовать проводимость для контроля изменений температуры

Типы бесконтактных датчиков температуры - Эти типы датчиков температуры используют методы излучения и конвекции для контроля изменений температуры.

Сравнение бесконтактных датчиков и контактных датчиков температуры:

Точность: контактные датчики значительно более точны, чем бесконтактные датчики.

Время измерения: бесконтактные датчики реагируют быстрее, чем контактные датчики.

Возможности измерения: бесконтактные датчики измеряют только температуру поверхности (не сердцевины), поэтому не всегда подходят для некоторых пищевых продуктов.

На рисунке 1.1 показаны все виды датчиков температуры.

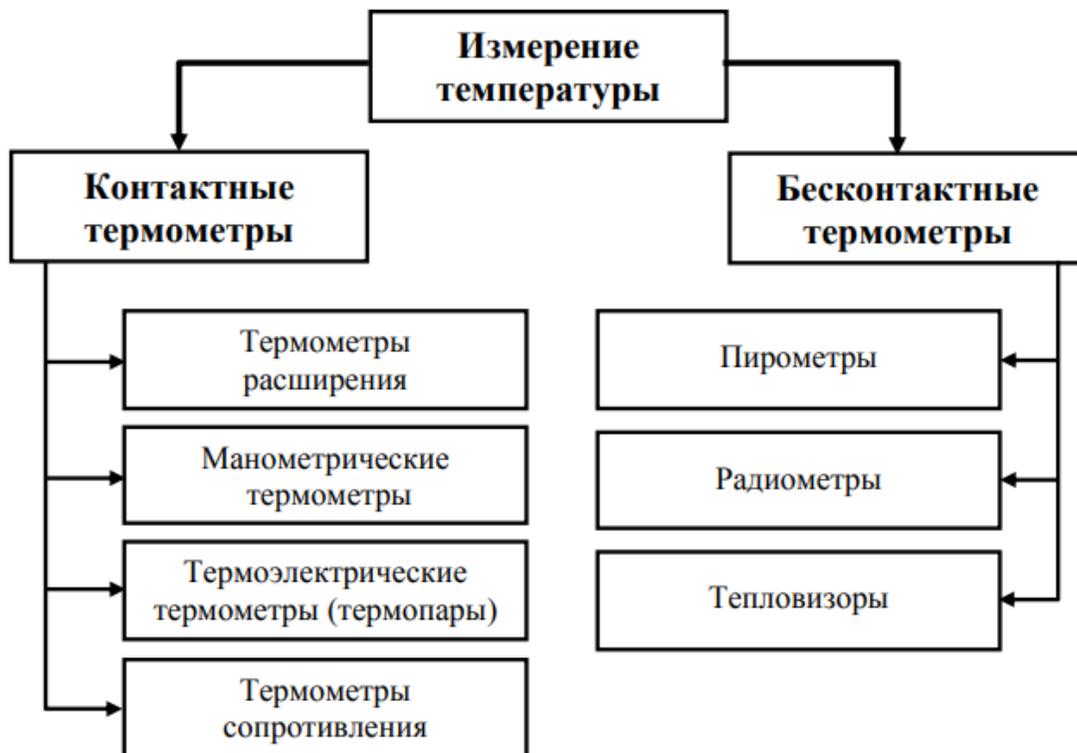


Рисунок 1.1 – Датчики измерения температуры

Четыре наиболее распространенных типа датчиков температуры, различающихся по чувствительности и точности от высокой до низкой:

1. Термопары

- Структура: состоит из 2 различных металлических материалов, сваренных на одном конце.
- Принцип работы: изменение температуры вызывает изменение электродвижущей силы (мВ).
- Преимущества: прочное, высокотемпературное измерение.
- Минусы: на ошибку влияет множество факторов. Чувствительность не высокая.
- Использование: нагревательная печь, суровые условия, измерение температуры компрессорного масла, и т.д.
- Диапазон измерения: $-100 - 1400^{\circ}\text{C}$.

2. Датчик температуры сопротивления

- Структура: включает металлическую проволоку, изготовленную из: меди, никеля, платины, ... обернутую в форме большой головы.
- Принцип работы: при изменении температуры сопротивление между этими двумя металлическими проводами будет меняться, и в зависимости от материала металла в определенном диапазоне температур будет линейность.
- Преимущества: более точные, чем термопары, более простые в использовании, неограниченная длина провода.
- Минусы: Меньший диапазон измерения, чем у термопар, более высокая стоимость, чем у термопар.
- Использование: в общих отраслях, экологических отраслях или при обработке материалов, химикатов и т. д.
- Диапазон измерения: $-200 - 700^{\circ}\text{C}$

3. Термистор

- Структура: изготовлена из смеси оксидов металлов: марганца, никеля, кобальта, ...
- Принцип работы: изменение сопротивления при изменении температуры.
- Достоинства: Прочный, недорогой, простой в изготовлении.
- Минусы: узкий линейный диапазон.
- Использование: для защитных функций, прижатия к обмоткам двигателя, электронным схемам.
- Диапазон измерения: -50 до 250°C для термисторов со стеклянным корпусом или 150°C для стандартных термисторов.

4. Полупроводниковые датчики температур

- Структура: Изготовлен из всех видов полупроводников.

- Принцип работы: на поляризацию полупроводников влияет температура.
- Преимущества: дешевый, простой в изготовлении, высокая чувствительность, хорошая защита от помех, простая схема обработки.
- Минусы: не устойчив к высоким температурам, менее прочный.
- Обычно используется: измерение температуры воздуха, используемое в измерительных устройствах, защита электронных схем.
- Диапазон измерения: $-50 - 150^{\circ}\text{C}$

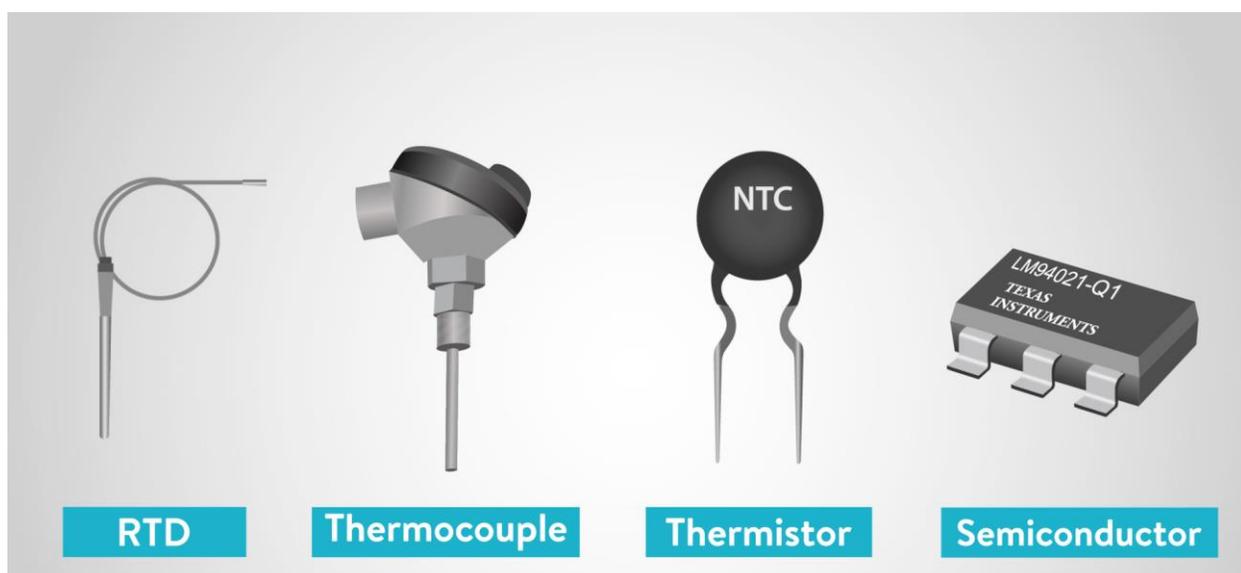


Рисунок 1.2. 4 наиболее распространенных типа датчиков температуры

1.1.2 Цифровой температурный датчик DS18B20

В данной работе использован герметичный цифровой температурный датчик на базе термосопротивления DS18B20.



Рисунок 1.3 – Термометр сопротивления DS18B20

Достоинствами данного датчика являются высокая точность ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), стабильность параметров, почти линейная зависимость сопротивления от температуры объекта и низкая стоимость. На таблице 1.1 представлены его характеристики.

Таблице 1.1 – Характеристики датчика температуры DS18B20

1. Модуль	DS18B20
2. Интерфейс	1-Wire
3. Диапазон измеряемых температур	от -55 до $+125^{\circ}\text{C}$
4. Погрешность	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
5. Разрешение	9/10/11/12 битов
6. Напряжение питания	от 3 до 5,5 В
7. Диаметр гильзы	6 мм
8. Потребляемый ток	750 нА в состоянии покоя и 1 мА при запросе данных

1.2 Датчик кислотности жидкости

1.2.1 Что такое кислотность жидкости

Кислотность рН является мерой того, насколько кислой/основной является жидкость. Диапазон варьируется от 0 до 14, где 7 означает нейтральное значение рН. рН менее 7 указывает на кислотность, тогда как рН более 7 указывает на щелочь. Кислотность некоторых продуктов в хорошем состоянии: яблочный сок: 3.35-4.0, молоко: 6.6-6.9, сливочное масло: 6,27 - 6,58, и т.д. На рисунке 1.4 показана шкала рН продуктов в обычном условии.

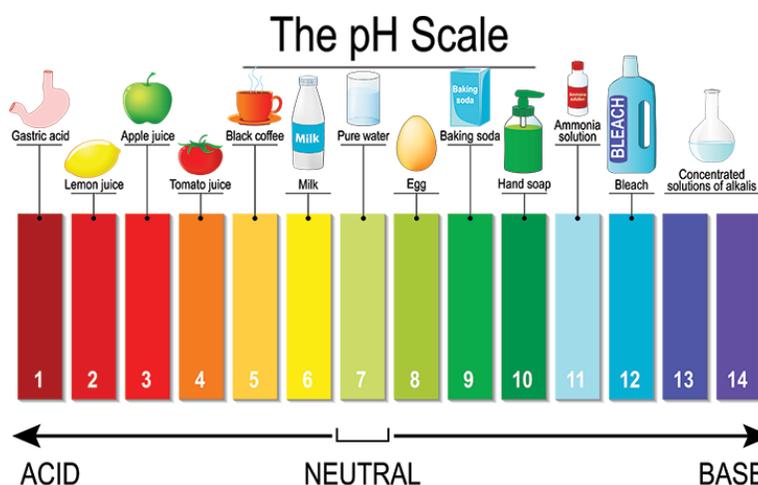


Рисунок 1.4 – Шкала рН

1.2.2 Типы датчиков кислотности жидкости

Датчик кислотности жидкости (рН-метр) – это датчик, позволяющий определить рН жидкостей. Он может использоваться для контроля комфортной среды для выращивания растений, мониторинга уютных условий для рыбок в аквариуме и приготовления настоящего кваса.

Существует четыре основных типа датчиков рН, которые включают комбинированные датчики, дифференциальные датчики, лабораторные датчики и датчики процесса, каждый из которых подходит для различных приложений.

В данной работе был использован наиболее часто используемый датчик – комбинированный. Достоинствами данного датчика являются простота эксплуатации, отсутствие чувствительности электрода к загрязнению.

В состав рН-датчика входит измерительный щуп и плата управления. Щуп сенсора выполнен в пластиковом герметичном цилиндре с двумя электродами на конце. При погружении в измеряемый раствор или воду между электродами возникает разность потенциалов, которое фиксирует и обрабатывает плата управления.

Плата управления считывает разность потенциалов между электродами. При погружении в жидкость, между электродами возникает сопротивление, которое пропорционально электропроводности раствора. Далее сигнал стабилизируется и усиливается с помощью операционных усилителей. На выходе сигнал проходит фильтрацию и поступает на выходной сигнал платы.



Рисунок 1.5 – рН-датчик

На таблице 1.2 представлены его характеристики.

Таблице 1.2 - Характеристики датчика кислотности

1. Напряжение питания	3,3–5 В
2. Потребляемый ток	меньше 25 мА
3. Интерфейс	Аналоговый сигнал
4. Диапазон выходного сигнала	При питании 5 В: от 0 до 4 В При питании 3,3 В: от 0 до 2,6 В
5. Диапазон измерений	0–14 рН
6. Погрешность	0.01 рН
7. Длина кабеля щупа	0,9 м
8. Габариты модуля	25×25×39 мм
9. Габариты щупа	144×20×20 мм

2 Подключение датчиков и создание интерфейса в микрокомпьютере Raspberry Pi

2.1 Микрокомпьютер Raspberry Pi

Raspberry Pi - одноплатный компьютер с размером банковской карты. Он разрабатывается британской компанией Raspberry Pi Foundation во главе с Эбеном Аптоном. Сегодня он широко используется в области “Интернета вещей” со многими приложениями, такими как: умный дом, настройка недорогого сервера, решение для удаленного мониторинга, и т.д.

В данной работе используется микрокомпьютер Raspberry Pi 4 Model B 4ГБ, который представляется в рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Raspberry Pi 4 Model B

2.2 Схема подключения датчиков к Raspberry Pi

На рисунке 2.2 представлена схема подключения датчиков к Raspberry Pi.

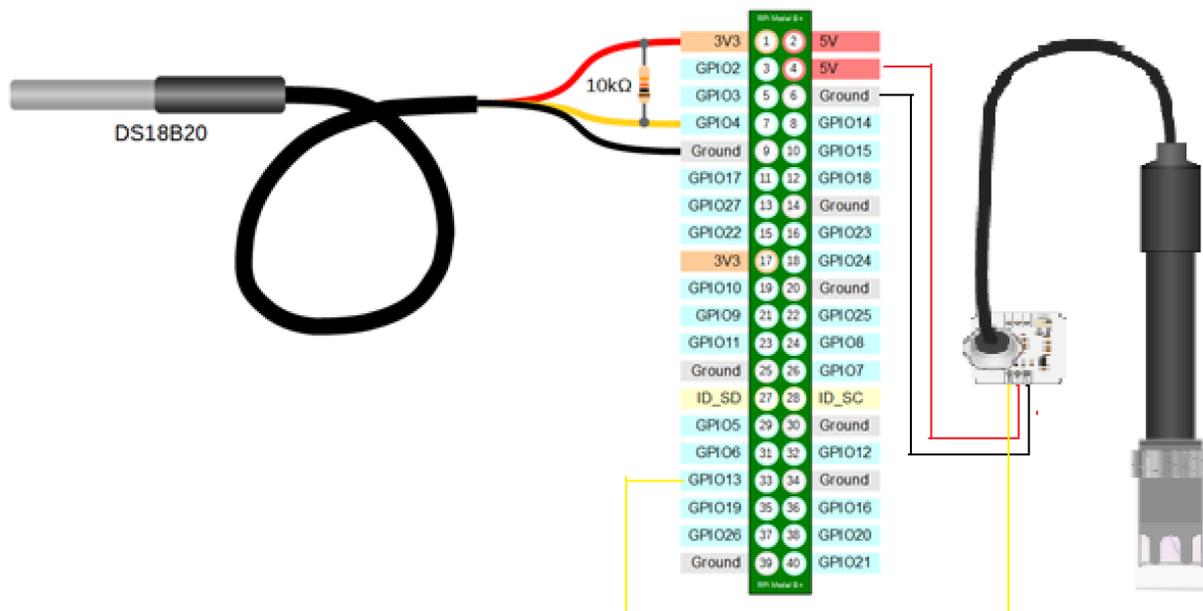


Рисунок 2.2 – Схема подключения

2.3 Написание интерфейса для получения информации из датчиков

2.3.1 Обзор программных инструментов для создания интерфейса

В качестве основного программного инструмента, был выбран язык программирования Python.

Язык программирования Python - язык программирования общего назначения, созданный в 1991 году Гвидо ван Россумом. Это язык программирования с такими сильными сторонами, как простота чтения, легкость запоминания, простота изучения.

Он используется для:

- Создания Веб-сайтов с помощью фрейворка
- Прототипирования программного обеспечения
- Написания инструментов для автоматизации работы
- Компьютерной науки
- Интернета вещей

- Блокчейна
- Компьютерных игры
- Машинного обучения

PyQt5 фреймворк - PyQt - это Python-интерфейс Qt, комбинация языка программирования Python и библиотеки Qt, библиотеки, включающей компоненты интерфейса управления (виджеты, графические элементы управления). Qt - это кроссплатформенная среда приложений, написанная на языке C++, используемая для разработки настольных, встроенных и мобильных приложений. Поддержка платформ включает: Linux, OS X, Windows, VxWorks, QNX, Android, iOS, BlackBerry, ОС Sailfish и ряд других.

Numpy - очень популярная и мощная математическая библиотека Python. NumPy оснащен оптимизированными функциями, позволяющими эффективно работать с матрицами и массивами, особенно с матричными данными и большими массивами со скоростью обработки во много раз большей, чем при использовании одного только Python.

2.3.2 Калибровка датчика кислотности

Для получения информации о кислотности жидкости необходимо провести калибровку датчика. В качестве калибровки датчика кислотности были использованы буферные порошки на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Буферные порошки рН 4.00, 6.86 и 9.18.

В результате калибровки получена линейная зависимость между напряжением и рН.

$$\text{pH} = a \cdot U + b,$$

где рН – кислотности раствора;

U – Напряжение между электродами;

a, b – Константы.

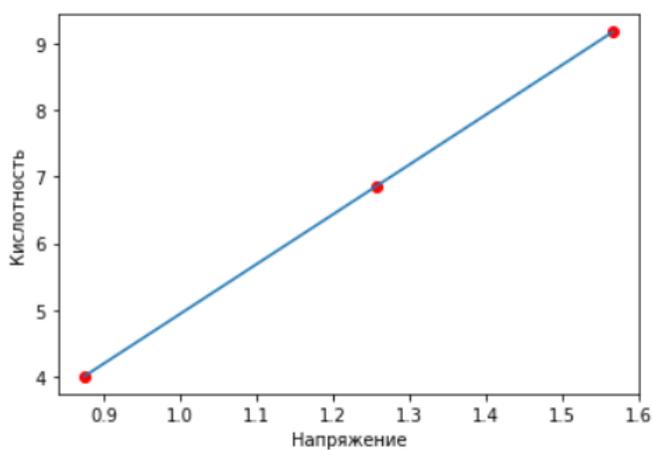


Рисунок 2.4 – Графика зависимости U и рН.

2.3.3 Результат первого этапа

В результат данного этапа было создано приложение с графическим интерфейсом, который показывает pH и температуры жидкости. Результат показан на рисунке 2.5.

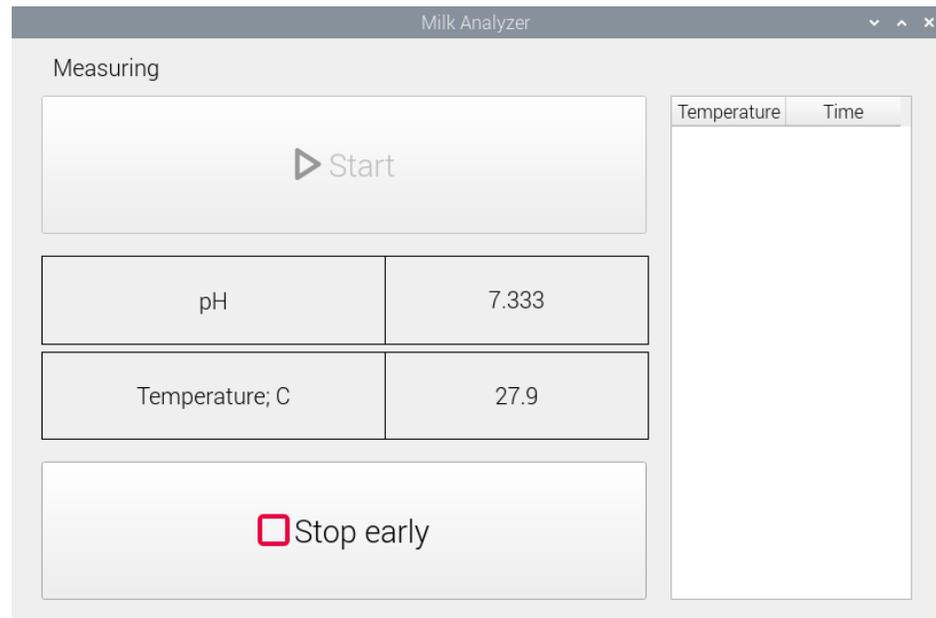


Рисунок 2.5 – Графический интерфейс

3 Обзор методов машинного обучения для задачи прогнозирования

3.1 Введение в машинное обучение

Машинное обучение – это технология, разработанная в области искусственного интеллекта. Алгоритмы машинного обучения — это компьютерные программы, способные учиться выполнять задачи и улучшать производительность с течением времени.

Машинное обучение по-прежнему требует человеческого участия для понимания базовых данных и выбора правильных методов анализа данных. Кроме того, перед использованием данные должны быть чистыми, свободными от предвзятости и ложных данных.

Обучение с учителем - при обучении с учителем компьютеры учатся моделировать отношения на основе размеченных данных. После изучения наилучшего способа моделирования отношений для помеченных данных обученные алгоритмы используются для новых наборов данных.

Обучение без учителя – при обучении без учителя компьютеру не даются помеченные данные, а вместо этого даются только данные, которые алгоритмы ищут для описания данных и их структуры.

Обучение с подкреплением – тип машинного обучения требует использования системы вознаграждения/штрафа. Его цель – вознаградить машину, когда она учится правильно, и наказать машину, когда она учится неправильно.

3.2. Задача прогнозирования

3.2.1 Основные понятия и определения

Задача прогнозирования относится к обучению с учителем или обучению по прецедентам. Можно определить её следующим образом:

Задано множество объектов X , множество допустимых ответов Y , существует целевая функция (target function) $y^*: X \rightarrow Y$, значения которой $y_i = y^*(x_i)$ известны только на конечном подмножестве $\{x_1, \dots, x_l\} \in \mathcal{X}$.

Пары «Объект-Ответ» (x_i, y_i) называются прецедентами. Совокупность пар $X^l = (x_i, y_i)_{i=1}^l$ называется обучающей выборкой (training example).

Задача обучения по прецедентам заключается в том, чтобы по выборке X^l восстановить зависимость y^* , то есть построить решающую функцию (decision function) $a: X \rightarrow Y$, которая приближала бы целевую функцию $y^*(x)$, причём не только на объектах обучающей выборки, но и на всём множестве X .

Решающая функция a должна допускать эффективную компьютерную реализацию, по этой причине будем называть её алгоритмом.

3.2.2 Методы оптимизации

Основным блоком машинного обучения является оптимизация некоторой целевой функции, такой как минимизация среднеквадратической потери или максимизация функции правдоподобия. Оптимизация весов может быть выполнена двумя способами: метод линейного поиска (linear search) и метод доверительной области (trust region-TR).

Метод линейного поиска выбирает длину шага (называемую скоростью обучения) для обновления весов. А метод доверительной области выбирает доверительную область вокруг (с максимальным размером шага или скоростью обучения) и внутри этой области необходимо найти точку улучшения. На рисунке 3.1 иллюстрирован разницу между двумя приведенными методами.

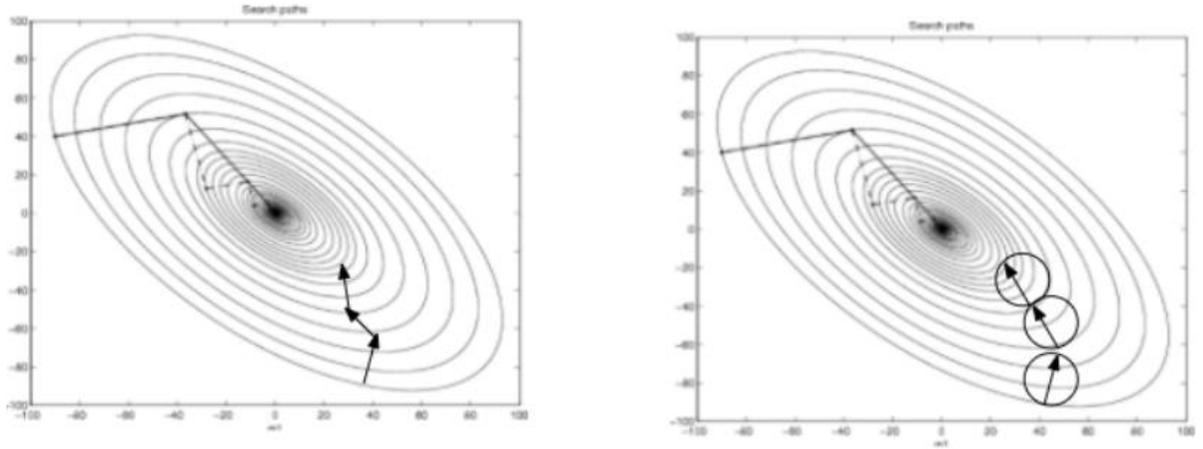


Рисунок 3.1. Метод линейного поиска (слева) и метод доверительной области (справа)

3.2.3 Метод доверительной области (Trust-region method)

Метод доверительной области использует квадратичную модель. На каждой итерации шаг вычисляется путем решения следующей квадратичной задачи:

$$\min_{p \in R^n} m_k(p) = f_k + p^T g_k + \frac{1}{2} p^T B_k p, \text{ s.t. } |p| \leq \Delta_k,$$

Где $f_k = f(x_k)$;

$g_k = \nabla f(x_k)$;

$B_k = \nabla^2 f(x_k)$;

$\Delta_k > 0$ - радиус доверительность (trust-region радиус).

Таким образом метод требует последовательного вычисления аппроксимаций квадратичной модели, в которых целевая функция и условие (которое может быть записано $p^T p \leq \Delta_k^2$) тоже квадратично. Когда гессиан (B_k) положительно определен и $|B_k^{-1} \nabla f_k| \leq \Delta_k$ решение легко определить — это безусловный минимум $p_k^B = -B_k^{-1} \nabla f$. В данном случае p_k^B называют полным шагом. Решение не так очевидно в других случаях, однако поиск его не стоит слишком дорого. Нам необходимо найти лишь

приблизительное решение, чтобы получить достаточную сходимость и хорошее поведение алгоритма на практике. Существует несколько стратегий аппроксимации квадратичных моделей, самой популярной из которых является алгоритм Dogleg.

Первая проблема, которая возникает при определении TR алгоритма — это выбор стратегии для поиска оптимального TR радиуса Δ_k на каждой итерации. Выбор основывается на сходстве функции m_k и целевой функции f на предыдущей итерации. После нахождения p_k мы определяем следующее соотношение:

$$\rho_k = \frac{\text{actual reduction}}{\text{predicted reduction}} = \frac{f(x_k) - f(x_k + p_k)}{m_k(0) - m_k(p_k)}$$

Знаменатель всегда должен быть неотрицателен, поскольку шаг p_k получается путем минимизации квадратичной модели m_k по региону, который включает в себя шаг $p = 0$. Отношение используется для определения преобладности шага и последующего обновления TR радиуса.

- Если $\rho_k < 0$ или $\rho_k \approx 0$ мы уменьшаем размер TR области.
- Если $\rho_k \approx 1$ тогда модель хорошо соответствует целевой функции. В данном случае следует расширить TR на следующей итерации.
- В других случаях TR остается неизменным.

Определяем стартовую точку x_0 максимальный TR радиус $\bar{\Delta}$, начальный TR радиус $\Delta_0 \in (0, \bar{\Delta})$ и константу $\eta \in [0, \frac{1}{4}]$. На рисунке 3.2 показан алгоритм.

Algorithm (Trust Region).

Given $\bar{\Delta} > 0$, $\Delta_0 \in (0, \bar{\Delta})$, and $\eta \in [0, \frac{1}{4})$:

for $k = 0, 1, 2, \dots$

 Obtain p_k

 Evaluate ρ_k

 if $\rho_k < \frac{1}{4}$

$$\Delta_{k+1} = \frac{1}{4} \|p_k\|$$

 else

 if $\rho_k > \frac{3}{4}$ and $\|p_k\| = \Delta_k$

$$\Delta_{k+1} = \min(2\Delta_k, \bar{\Delta})$$

 else

$$\Delta_{k+1} = \Delta_k;$$

 if $\rho_k > \eta$

$$x_{k+1} = x_k + p_k$$

 else

$$x_{k+1} = x_k;$$

end (for).

Рисунок 3.2. Алгоритм Trust Region

3.2.4 Алгоритм Dogleg

Алгоритм Dogleg - метод аппроксимации квадратичной модели, который является одним из самых распространенных и эффективных методов. Используется в случае, если матрица Гессе (или ее приближение) положительно определена.

Метод начинается с проверки эффективности TR радиуса в решении $p^*(\Delta)$ квадратичной модели $m(p)$. Когда B положительно определена, как уже было отмечено, оптимальным решением будет полный шаг $p^B = -B^{-1}g$. Когда эта точка может быть найдена, очевидно, она будет являться решением.

$$p^*(\Delta) = p^B, \quad \Delta \geq |p^B|.$$

Когда Δ_k весьма мало, ограничение $|p| \leq \Delta_k$ гарантирует, что квадратный член в модели $m(p)$ оказывает небольшое влияние на решение. Реальное решение $p(\Delta)$ аппроксимируется также, как если бы мы оптимизировали линейную функцию $f + g^T p$ при условии $|p| \leq \Delta$, тогда:

$$p^*(\Delta) \approx -\Delta \frac{g}{|g|}$$

Когда Δ достаточно мало.

Для средних значений Δ решение $p^*(\Delta)$, как правило, следует за криволинейной траекторией, как показано на рисунке 3.3:

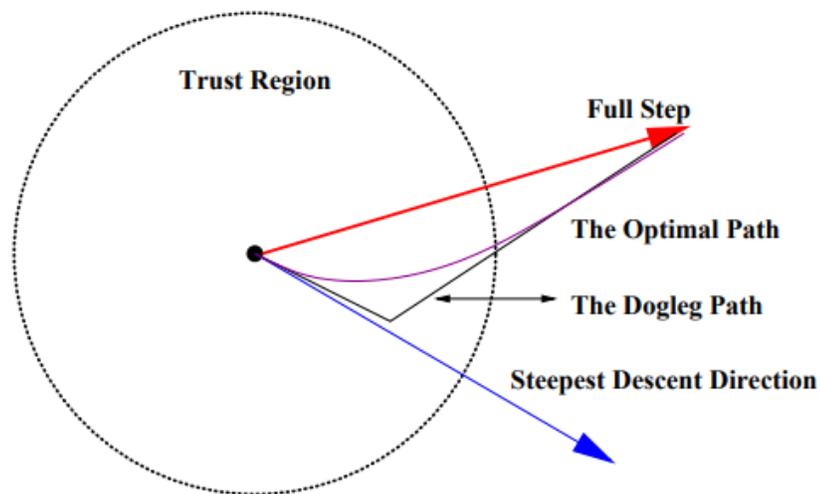


Рисунок 3.3. Алгоритм Dogleg

Dogleg метод аппроксимирует криволинейную траекторию $p^*(\Delta)$ линией, состоящей из двух прямых. Первый отрезок начинается с начала и простирается вдоль направления наискорейшего спуска (steepest descent direction) и определяется следующим образом:

$$p^U = -\frac{g^T g}{g^T B g} g$$

Второй начинается с p^U и продолжается до p^B . Формально мы обозначим траекторию $p(\tau)$, где $\tau \in [0, 2]$;

$$\tilde{p}(\tau) = \begin{cases} \tau p^U, & 0 \leq \tau \leq 1, \\ p^U + (\tau - 1)(p^B - p^U), & 1 \leq \tau \leq 2. \end{cases}$$

Для поиска τ необходимо решить квадратное уравнение, следующего вида:

$$|p^U + \tau * (p^B - p^U)|^2 = \Delta^2$$

$$(p^U)^2 + 2\tau(p^B - p^U)p^U + \tau^2(p^B - p^U)^2 = \Delta^2$$

Находим дискриминант уравнения:

$$D = 4(p^B - p^U)^2(p^U)^2 - 4(p^B - p^U)^2((p^U)^2 - \Delta^2)$$

$$\sqrt{D} = 2(p^B - p^U)\Delta$$

Корень уравнения равен:

$$\tau = \frac{-2(p^B - p^U)p^U + 2(p^B - p^U)\Delta}{2(p^B - p^U)^2} = \frac{\Delta - p^U}{p^B - p^U}$$

Dogleg метод выбирает p_k , чтобы минимизировать модель m вдоль этого пути. В действительности нет необходимости выполнять поиск, поскольку Dogleg путь пересекает границу TR только один раз и точка пересечения может быть найдена аналитически.

4 Результат проведенного исследования

4.1 Результат измерения

В данной работе использовано значение рН как показатель качества молока. Значение рН пастеризованного молока составляет 6.6-6.9, а при рН ниже 6.5 молоко считается испорченным.

Температура является очень важным фактором при хранении молока.

В данной работе представлено изменение кислотности в различных температурных условиях в том числе 5,7,10,13,15,19 и 24 градусов. В большинстве случаев молоко хранится в этом температурном диапазоне (от холодильника до комнатной температуры). В таблице 4.1 показано среднее количество дней до порчи молока при различных температурах по результатам исследования.

Таблица 4.1 – Среднее количество дней до порчи молока

Температура (°C)	Среднее время до порчи
5	29 ± 0.7; дней
7	25.1 ± 0.8; дней
10	13.5 ± 0.9; дней
13	3.6 ± 0.1; дней
15	1.9 ± 0.1; дней
19	1.2 ± 0.1; дней
24	14± 0.1; час

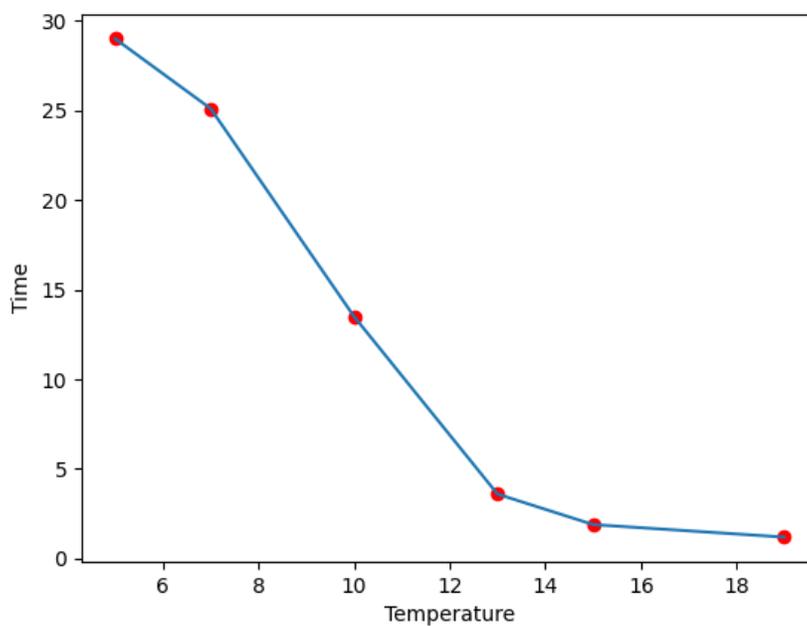


Рисунок 4.1 – Графика зависимости времени использования от температуры сохранения

Очевидно, в графике показано, что чем больше температура, тем меньше время использования. При температурах 19, 15 и 13 °С рН достиг прогнозируемого уровня для значений порчи, который составляет 6,5 через 24, 48 и 72ч соответственно. Температура хранения повлияла на рН пастеризованного молока. Молоко, хранящееся при более низких температурах (5, 7 и 10 °С), сохраняло стабильный рН в течение длительного периода хранения, особенно при 5 и 7 °С. А при комнатной температуре (24°С) молоко может храниться только 14 часов.

Более детально, образцы, хранившиеся при 5, 7 и 10°С, рН которых измерена каждые 3 дня; при 13, 15 и 19 °С - каждые 8 часов в течение 3 дней, а при 24 °С - каждые 10 минут в течение 16 часов. На рисунках 4.2, 4.3, 4.4 показано значение рН при разных моментах времени и различных температурах.

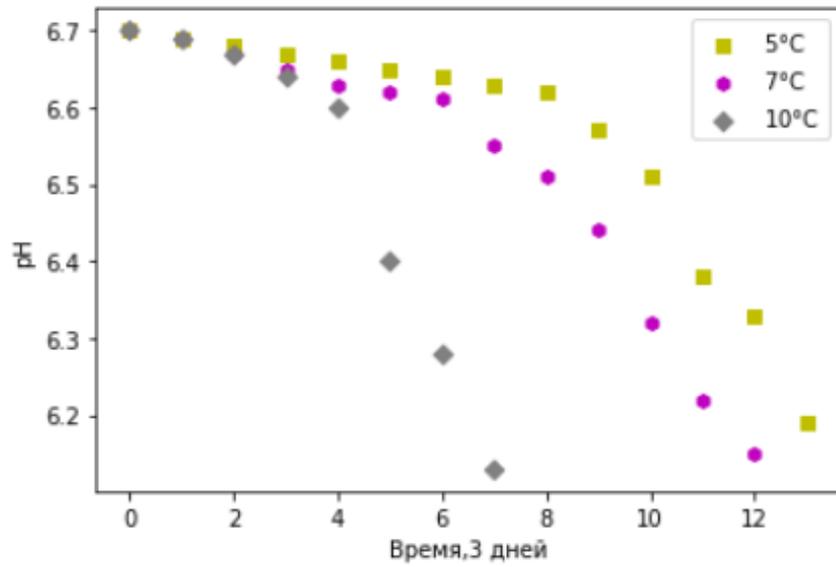


Рисунок 4.2 – Графика рН(t) при 5,7,10 °С

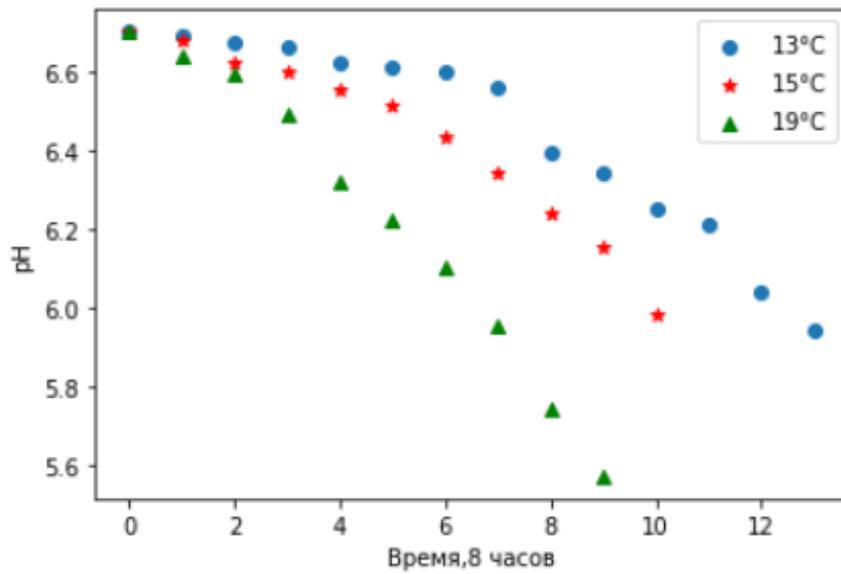


Рисунок 4.3 – Графика рН(t) при 13,15,19 °С

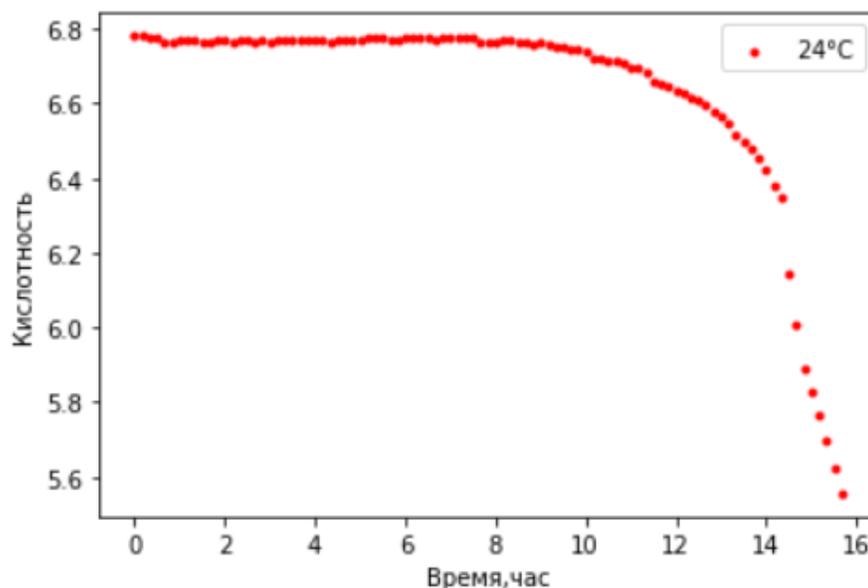


Рисунок 4.4 – Графика pH(t) при 24 °C

4.2 Результат анализа данных

Целью данного раздела является исследование зависимости кислотности от времени на основе измеренных данных, полученных с помощью алгоритма доверительной области (TR) Dogleg. В этой работе был использован язык программирования Python и необходимые библиотеки: Matplotlib, Numpy и Pandas.

Для поиска зависимости кислотности молока от времени, была выбрана экспоненциальная модель:

$$pH = \theta_1 * e^{-\theta_2 * t} + \theta_3,$$

где pH – показатель кислотности молока, который используется для оценки качества молока;

θ_1 - скаляр;

θ_2 - параметр скорости роста;

θ_3 - асимптота;

t - время (час).

При реализации метода доверительной области Dogleg были получены параметры модели при различных температурах. Они показаны в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Рассчитанные параметры модели

Температура; °C	Параметры		
	θ_1	θ_2	θ_3
5	-0.008282	-0.004417	6.6997
7	-0.003867	-0.003201	6.7382
10	-0.05643	-0.004905	6.7780
13	-0.08810	-0.02221	6.8055
15	-0.1292	-0.02337	6.8261
19	-0.3215	-0.02108	7.0
24	- 0.00003508	-0.6723	6.7713

Очевидно, что значение θ_2 при низкой температуре много меньше, чем θ_2 при высокой температуре.

На рисунках 4.5, 4.6 и 4.7 показаны графика измеренных значений pH(t) и рассчитанных pH с помощью модели прогнозирования.

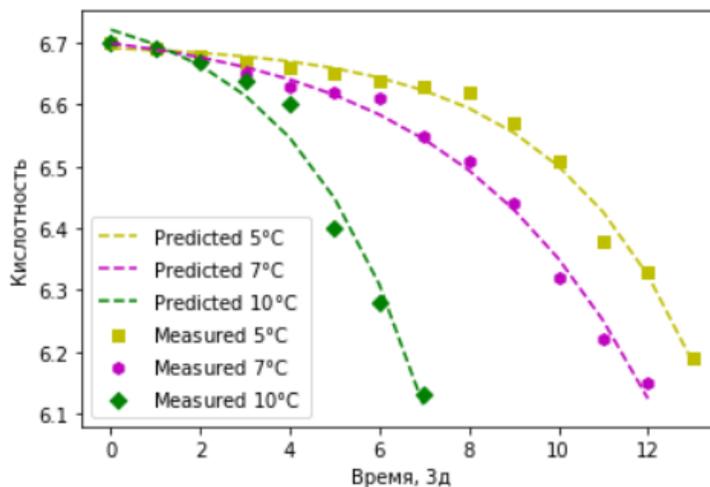


Рисунок 4.5 – Измеренные и рассчитанные рН(t) при 5,7,10°C

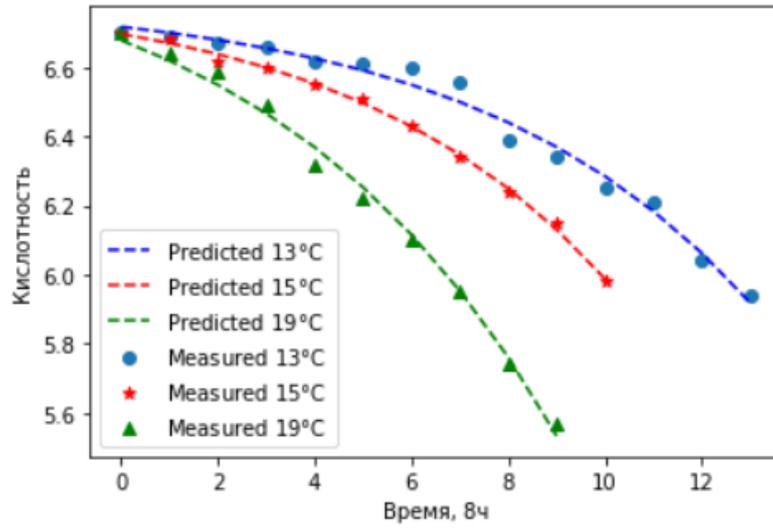


Рисунок 4.6 – Измеренные и рассчитанные рН(t) при 13,15,19°C

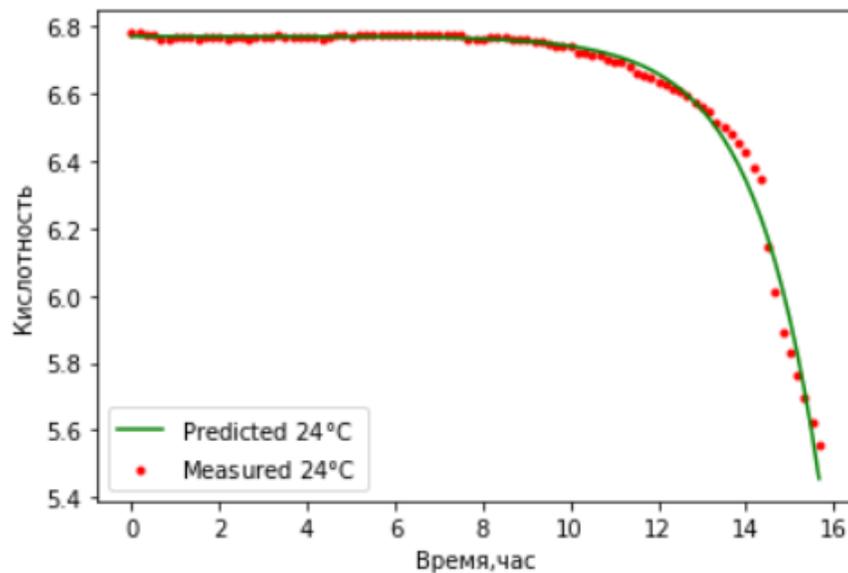


Рисунок 4.7 – Измеренные и рассчитанные рН(t) при 24°C

На рисунках измеренные значения рН обозначают точками, а рассчитанные рН обозначают кривыми.

4.3 Анализ качества модели

Для анализа качества модели вычислим отклонение значение кислотности измеренных и рассчитанных.

Отклонение результата модели по сравнению с реальными данными рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta = \frac{|pH_{рас} - pH_{изм}|}{pH_{изм}}$$

Где $pH_{рас}$ – Рассчитанные данные с помощью модели;

$pH_{изм}$ – Измеренные данные.

На таблицах 4.3, 4.4 показаны $pH_{рас}$, $pH_{изм}$ и ошибки модели.

Таблица 4.3 – $pH_{рас}$, $pH_{изм}$ и ошибки модели при 5,7 и 10°C

Температура	Т = 5 °С			Т = 7 °С			Т = 10 °С		
	$pH_{изм}$	$pH_{рас}$	$\Delta, \%$	$pH_{изм}$	$pH_{рас}$	$\Delta, \%$	$pH_{изм}$	$pH_{рас}$	$\Delta, \%$
0	6.70	6.691	0.13	6.70	6.70	0.01	6.70	6.722	0.32
72	6.69	6.689	0.02	6.69	6.689	0.01	6.69	6.698	0.11
144	6.68	6.684	0.06	6.67	6.677	0.10	6.67	6.664	0.10
216	6.67	6.678	0.12	6.65	6.661	0.16	6.64	6.615	0.37
288	6.66	6.670	0.15	6.63	6.641	0.17	6.60	6.546	0.81
360	6.65	6.659	0.14	6.62	6.616	0.06	6.40	6.448	0.75
432	6.64	6.644	0.06	6.61	6.584	0.39	6.28	6.308	0.45
504	6.63	6.623	0.11	6.55	6.544	0.09	6.13	6.109	0.34

576	6.62	6.594	0.39	6.51	6.494	0.25	-	-	-
648	6.57	6.555	0.23	6.44	6.351	0.15	-	-	-
720	6.51	6.501	0.15	6.32	6.351	0.48	-	-	-
792	6.38	6.426	0.72	6.22	6.250	0.48	-	-	-
864	6.33	6.323	0.10	6.15	6.124	0.43	-	-	-
936	6.19	6.183	0.12	-	-	-	-	-	-
Макс. ошибка	-	-	0.72	-	-	0.48	-	-	0.81

Таблица 4.4 – $pH_{рас}$, $pH_{изм}$ и ошибки модели при 13,15 и 19°C

Температура	T = 13 °C			T = 15 °C			T = 19 °C		
	$pH_{изм}$	$pH_{рас}$	$\Delta, \%$	$pH_{изм}$	$pH_{рас}$	$\Delta, \%$	$pH_{изм}$	$pH_{рас}$	$\Delta, \%$
0	6.70	6.717	0.26	6.70	6.697	0.05	6.70	6.678	0.32
8	6.69	6.700	0.15	6.68	6.670	0.15	6.64	6.619	0.31
16	6.67	6.680	0.15	6.62	6.638	0.28	6.59	6.549	0.61
24	6.66	6.655	0.07	6.60	6.600	0.01	6.49	6.467	0.36
32	6.62	6.626	0.09	6.55	6.553	0.05	6.32	6.369	0.77
40	6.61	6.591	0.28	6.51	6.497	0.20	6.22	6.253	0.53
48	6.60	6.550	0.76	6.43	6.429	0.01	6.10	6.116	0.26
56	6.56	6.500	0.91	6.34	6.348	0.12	5.95	5.953	0.06
64	6.39	6.441	0.76	6.24	6.249	0.15	5.74	5.761	0.36
72	6.34	6.370	0.45	6.15	6.130	0.31	5.57	5.533	0.65

80	6.25	6.285	0.54	5.98	5.988	0.13	-	-	-
88	6.21	6.184	0.41	-	-	-	-	-	-
96	6.04	6.063	0.36	-	-	-	-	-	-
104	5.94	5.918	0.35	-	-	-	-	-	-
Макс. ошибка	-	-	0.91	-	0.31	-	-	-	0.77

По полученным результатам ошибки модели при $T=5,7,10,13,15,19^{\circ}\text{C}$ не больше 0.91%. А при $T=24^{\circ}\text{C}$ они не превышают 2%.

Исходя из выше представленных результатов, делаем вывод, что метод доверительной области происходит с достаточно высокой точностью. При этом можем привести формулу для прогнозирования срока потребления молока на основании текущей кислотности $pH_{\text{мек}}$, которая получена с помощью датчика кислотности:

- Если pH больше 6.5: Молоко испорчено, $t = 0$.

- Если pH меньше 6.5:

$$t = t_{pH=6.5} - t_{\text{мек}}$$

$$t = -\frac{1}{\theta_2} \ln\left(\frac{6.5 - \theta_3}{\theta_1}\right) - \left(-\frac{1}{\theta_2} \ln\left(\frac{pH_{\text{мек}} - \theta_3}{\theta_1}\right)\right)$$

$$t = \frac{1}{\theta_2} \ln\left(\frac{pH_{\text{мек}} - \theta_3}{6.5 - \theta_3}\right)$$

Например, при $T = 13^{\circ}\text{C}$, $pH = 6.62$ получим:

$$t = \frac{1}{\theta_2(T=13)} \ln\left(\frac{pH_{\text{мек}} - \theta_3(T=13)}{6.5 - \theta_3(T=13)}\right)$$

$$t = \frac{1}{-0.02221} \ln\left(\frac{6.62 - 6.8055}{6.5 - 6.8055}\right) = 22.57$$

При этом пользователей рекомендуют использовать молоко в течение 22 часов.

4.4. Графический интерфейс

Для создания приложения с графическим интерфейсом был использован фреймворк PyQt5. Оно даёт пользователю информацию о условиях хранения, состоянии молока текущего момента и рекомендацию об оставшемся времени использования. Реализация приложения показана на рисунках 4.8 и 4.9.

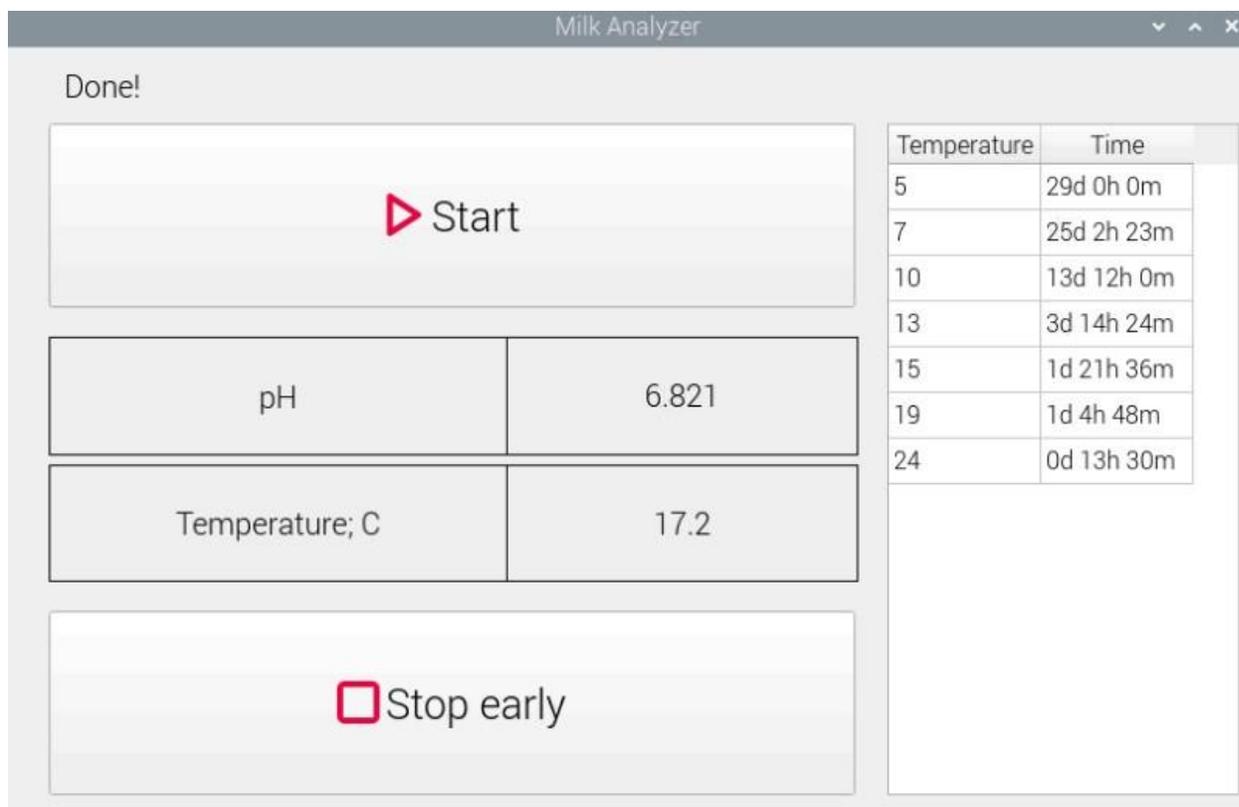


Рисунок 4.8 – Интерфейс

На рисунке 4.8 представлены кислотность $\text{pH} = 6.821$, температура = 17.2 градусов. При этом рекомендация по времени использования вычислена на правой таблице.

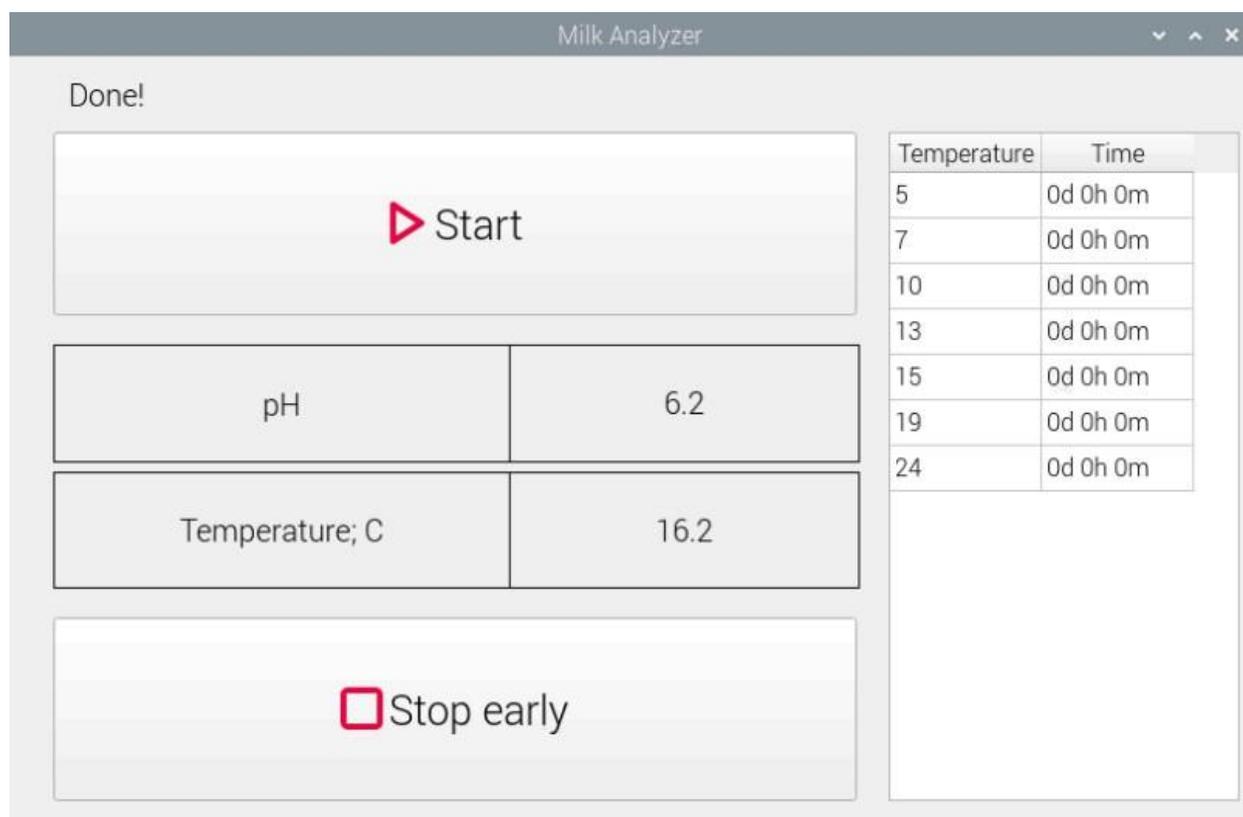


Рисунок 4.9 – Интерфейс

На рисунке 4.9 показано что, кислотности молока $pH=6.2$, температура $T = 16.2$ градусов. При этом молоко уже испорчено, время использования = 0, употребление этого молока может вредить здоровью.

Время измерения и расчета процесса составляет 40-50 секунд, в зависимости от разницы между температурой и кислотностью молока и датчиками. Это можно считать приемлемым и применимым.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЖЕНИЕ

Введение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Анализ конкурентных технических решений

На данный момент на рынке нет анализатора для прогнозирования срока потребления молока на основе кислотности - рН. Однако существуют анализаторы качества молока на основе жирности.

В табл. 5.1 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические решения в области.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i; \quad (5.1)$$

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

Таблица 5.1– Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия В	Баллы		Конкурента способность	
		B_ϕ	$B_{\kappa 1}$	B_ϕ	$B_{\kappa 1}$
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурс эффективности					
1. Точность продукта	0,33	4	3	1,32	0,99
2. Простота использования	0,06	4	3	0,24	0,18
3. Время измерения и анализирования	0,08	4	4	0,32	0,32
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,08	4	3	0,32	0,24
5. Размер анализатора	0,12	4	3	0,48	0,36
Экономические критерии оценки эффективности					

1. Цена	0,2	4	2	0,8	0,4
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	0,4	0,4
3. Сервисное обслуживание	0,05	4	2	0,2	0,1
Итого	1	32	24	4,08	2,99

Из таблицы 5.1 видно, что конкурентоспособность разработки составила 4,08, в то время как другого аналога 2.99. Результаты показывают, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как количество выхода продукта, качество продуктам, предполагаемый эксплуатации, финансирование.

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта. Линейный график представлен в виде таблицы (табл. 5.2).

Таблица 5.2 – Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Составление ТЗ	3	03.01.22	05.01.22	Руководитель
Изучение литературы, составление литературного обзора	37	06.01.22	20.02.22	Исполнитель
Выбор и заказ электронных компонентов для	4	24.02.22	27.02.22	Исполнитель

проекта				
Сборка электрической цепи, разработка алгоритма и написание интерфейса для подключения к датчикам и расчёта	27	28.02.22	26.03.22	Исполнитель
Создание 3D-модели для анализатора	14	27.03.22	10.04.22	Исполнитель
Оформление выводов	18	17.04.22	29.04.22	Исполнитель
Оформление пояснительной записки	16	30.04.22	16.05.22	Руководитель Исполнитель
Итого:	119	03.01.22	16.05.22	

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5.2)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; ($T_{\text{кал}} = 366$);

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; ($T_{\text{вых}} = 104$);

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году. ($T_{\text{пр}} = 15$);

$$k_{\text{кал}} = 366 / (366 - 104 - 15) = 1,48$$

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Расчеты временных показателей проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожид}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление ТЗ	1	-	3	-	1,8	-	1,8	3
Изучение литературы, составление литературного обзора	-	24	-	26	-	24,8	24,8	37
Выбор и заказ электронных компонентов для проекта	2	2	3	3	2,4	2,4	2,4	4
Сборка электрической цепи, разработка алгоритма и написание интерфейса для подключения к датчикам и расчёта	-	17	-	20	-	18,2	18,2	27
Создание 3D-модели для анализатора	-	9	-	10	-	9,4	9,4	14
Оформление выводов	-	11	-	13	-	11,8	11,8	18
Оформление пояснительной записки	10	10	12	12	10,8	10,8	10,8	16
Итого:	13	73	18	84	15	77,4	77,4	119

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта представлена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Календарный план-график проведения НИР по теме

Вид работ	Исполнитель и	Тк, кал, дн	Продолжительность выполнения работ														
			январь			февраль			март			апрель			май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
Составление ТЗ	Руководитель	3	■														
Изучение литературы, составление литературного обзора	Исполнитель	37	■	■	■	■	■	■	■								
Выбор напр. исслед.	Руководитель Исполнитель	4						■									
Расчет математической модели	Исполнитель	27						■	■	■							
Обсуждение полученных результатов	Исполнитель	14									■	■					
Оформление выводов	Исполнитель	18											■	■			
Оформление пояснительной записки	Руководитель Исполнитель	16													■	■	



Исполнитель



Руководитель

5.3 Бюджет научного исследования

5.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). Включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов).

Материальные затраты необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 – Материальные затраты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб	Сумма, руб.
Микрокомпьютер Raspberry Pi 4 Model B – ОЗУ 4ГБ		1	23000	23000
Цветной сенсорный HDMI-дисплей для Raspberry Pi 1024*600/7”		1	10000	10000
Плата расширения для микрокомпьютера		1	2500	2500
Датчик кислотности жидкости		1	3300	3300
Герметичный датчик температуры DS18B20		1	400	500
Макетная плата, провода и резисторы		1	650	700
Молоко		10	150	1500
Порошок для калибровки рН-датчика		5	150	750
Дистиллированная вода		4	50	200
Всего за материалы				42450
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				1550
Итого по статье С _М				44000

5.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала представлен в таблице 5.6.

Таблица 5.6– Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
–выходные дни	118	118
–праздничные дни		
Потери рабочего времени		
–отпуск	24	48
–невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	199

Расчет основной заработной платы сводим в таблицу 5.7.

Таблица 5.7– Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _б , руб.	k_p	З _м , руб	З _{дн} , руб.	Т _р , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	28944,94	1,3	37628,42	1889,86	15	28347,9
Исполнитель	11400		14820	744,3	77,4	57608,82

5.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10–15% от

основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (5.3)$$

Где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, рублей;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В табл.5.9 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы

Таблица 5.8 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная зарплата	28347,9	57608,8
Дополнительная зарплата	4252,2	8641,3
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	32600,1	66250,1

5.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.4)$$

где $k_{\text{внеб}} = 30\%$ коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 5.9).

Таблица 5.9– Отчисления на социальные нужды

	Руководитель	Исполнитель
Зарплата	32600,1	66250,1
Отчисления на социальные нужды	9780	19875

5.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (5.5)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

5.3.6 Бюджетная стоимость НИ

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, рублей	
	Исп.1	Исп.2
1. Материальные затраты НТИ	44000	40000
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	85956	85956
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12894	12894
4. Отчисления во внебюджетные фонды	29655	29655
5. Накладные расходы	21858	21218
6. Бюджет затрат НТИ	194363	189723

5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической 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 показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат нескольких вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^P = \frac{\Phi_{pi}}{\phi_{\max}} \quad (5.6)$$

Где I_{ϕ}^P - интегральный финансовый показатель разработки;

ϕ_{pi} - стоимость i -го варианта исполнения;

ϕ_{\max} - максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

$$I_{\phi_{исп1}}^P = \frac{194363}{194363} = 1 - \text{интегральный финансовый показатель разработки первого}$$

исполнения

$$I_{\phi_{исп2}}^P = \frac{189723}{194363} = 0.97 - \text{интегральный финансовый показатель разработки}$$

второго исполнения.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i * b_i^a, I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i * b_i^p \quad (5.7)$$

Где I_m - интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i - весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p - бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения. Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 5.11– Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2
1. Стоимость	0,2	5	4
2. Материалоемкость	0,2	5	4
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,3	5	5
4. Надежность	0,3	5	5
ИТОГО	1		

$$I_{p-ucn1} = 5*0,2 + 5*0,2 + 5*0,3 + 5*0,3 = 5$$

$$I_{p-ucn2} = 4*0,2 + 4*0,2 + 5*0,3 + 5*0,3 = 4,6$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (I_{ucni}) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{ucni} = \frac{I_{p-ucni}}{I_{\phi}^{p-ucni}} \quad (5.8)$$

$$I_{исп1} = \frac{5}{1} = 5$$

$$I_{исп2} = \frac{4,6}{0,976} = 4,71$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.5.13) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (Э_{сп}):

$$\mathcal{E}_{сп} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (5.9)$$

Таблица 5.12 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0.976
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	5	4.6
3	Интегральный показатель эффективности	5	4,71
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	$\frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} = 1,062$	$\frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} = 0,942$

Вывод к главе

Итак, в ходе выполнения данного раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» произведен анализ конкурентов исходя из которого можно заключить, что данное устройство является конкурентоспособным. Рассчитаны материальные затраты на изготовление данного устройства, а также затраты по основной и дополнительной заработной плате вовлечённых в разработку сотрудников, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы, на основании которых составлен бюджет затрат на НИИ. Произведена сравнительная эффективность разработки на основании интегрального показателя эффективности. Из таблицы 5.12 видно, что наиболее эффективным вариантом решения поставленной задачи является исполнение 1.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В рамках дипломной работы представлена разработка графического интерфейса для контроля качества и прогнозирования срока хранения молока.

Актуальность данной работы в том, что молоко является питательным и незаменимым продуктом в повседневной жизни. По данным, опубликованным в 2018 году уровень потребления молочной продукции в России – 250 кг на человека. Однако употребление недоброкачественного молока может нанести большой вред здоровью человека. Хранение в условиях, когда нарушаются рекомендации производителя, приводит к тому, что срок годности молока не соответствует первоначальному, указанному на упаковке. Проверка качества молока очень необходима и поможет пользователям защитить свое здоровье.

Для достижения поставленной задачи было проведено исследование изменения качества молока по времени при различных условиях. Параметры качества измерены с помощью датчиков. С помощью метода машинного обучения получена зависимость параметра качества молока от времени.

Рабочая зона – лаборатория. Размеры помещения составляет 8*6 м. Оборудование рабочей зоны – рабочий стол, персональный компьютер, микрокомпьютер Raspberry Pi 4 Model B 4 Гб, датчик температуры, pH-датчик, макетная плата и набор проводов.

В рабочей зоне проведены подключение датчики температуры и кислотности к микрокомпьютеру, разработка программного обеспечения на языке программирования Python.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Правовые нормы трудового законодательства

Согласно Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018) продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. В течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут. Всем работникам предоставляются выходные дни.

Рабочее пространство и рабочее место должны проектироваться в соответствии с ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ.

- При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.
- Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.
- Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.
- Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 - 0,7.

Поверхность пола в помещениях эксплуатации компьютеров должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать

антистатическими свойствами. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи, углекислотный огнетушитель для тушения пожара.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

6.2 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого решения. Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы.

Таблица 6.1 - Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте - Лаборатория.

Факторы	Нормативные документы
1. Отклонение показателей микроклимата;	1. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
2. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения;	2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
3. Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой.	3.СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	4.Требования к электробезопасности устанавливаются в ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты .

Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения

По принципу организации искусственного освещения можно разделить на два вида: комбинированное и общее. Работа за компьютером относится к IV разряду зрительной работы средней точности. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 – 1 мм. рекомендуемая освещенность помещения для данного разряда 400 лк (таблица 6.2)

Таблица 6.2 – Нормы освещенности

Разряд зрительной работы	Характеристика	Под разряд	Освещенность (комбинированная система), Лк	Освещенность (общая система), Лк
IV	Средней точности	Б	500	200

Требования к освещению рабочих мест, оборудованных персональным компьютером, показаны в таблице 6.3 в соответствии с нормами.

Таблица 6.3 – Требования к освещению на рабочих местах

Освещенность на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блёскость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослеплённости	не более 20
не более 20 Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
–между рабочими поверхностями	3:1–5:1
–между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

Рабочее освещение предусматривается для всех помещений производственных зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для устранения негативного влияния недостаточного освещения необходимо использовать равномерное освещение и лампы с подходящими характеристиками, а также совмещенное освещение.

Отклонение показателей микроклимата

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям персонала, санитарными нормами установлены оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне. Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола, где находится рабочее место. При этом измеряются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха. Проектирование выпускной квалификационной работы относится к категории Іб – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением. Поэтому, оптимальные и допустимые показатели микроклимата на рабочих местах в помещениях должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 6.4.

Таблица 6.4 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха не более, м/с
Холодный	Іб	19-20,9	18-25	15-75	0,1
Теплый	Іб	21,0-22,9	19,0-29,0	15-75	0,1

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 на человека – не менее 30 в час на человека; при объёме помещения более 40 на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция. В используемом помещении отсутствует принудительная вентиляция. Имеется лишь естественная, т.е. воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери. Основной недостаток такой вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Естественная вентиляция допускается при условии, что на одного работающего приходится более 40 объема воздуха в помещении. Поскольку в помещении не выполняется требование к объему воздуха на одного работающего (объём на одного человека — 22,4), то наличие принудительной вентиляции просто необходимо. Рекомендации по улучшению микроклимата в помещении. В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. При обеспечении оптимальных показателей микроклимата температура внутренних поверхностей, ограждающих рабочую зону конструкций (стен, пола, потолка) или устройств, а также температура наружных поверхностей технологического оборудования или его ограждающих устройств не должны выходить более чем на 2°С за пределы оптимальных величин температуры воздуха. При температуре внутренних поверхностей ограждающих конструкций ниже или выше оптимальных величин температуры воздуха рабочие места должны быть удалены от них на расстояние не менее 1 м. Во всех случаях температура нагретых поверхностей технологического оборудования или его ограждающих устройств в целях

профилактики типовых травм не должна превышать 45°C. В рассматриваемом помещении используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками.

Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой

Любая умственная работа вызывает нервно-эмоциональное напряжение, для каждого рода деятельности необходим свой оптимум эмоционального напряжения, при котором реакции организма оказываются наиболее совершенными и эффективными.

При выполнении человеком умственной работы с нервно-эмоциональным напряжением имеют место сдвиги в вегетативных функциях человека: повышение кровяного давления, изменение ЭКГ, увеличение легочной вентиляции и потребление кислорода, повышение температуры тела.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, целесообразно выполнять комплексы упражнений для глаз, улучшения мозгового кровообращения, снятия утомления с плечевого пояса и рук, туловища и ног.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Действие электрического тока на организм человека носит разносторонний характер. При поражении электрическим током могут возникнуть электрические травмы, поражение отдельного участка тела или органа человека (ожоги, металлизация кожи, электрические метки, механические повреждения) и электрические удары (шоки), действующие на организм в целом. Результатом воздействия на организм человека электрического тока могут быть электрические травмы, электрические удары, и даже смерть [ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ].

Поэтому, для обеспечения безопасности рабочих необходимо строго соблюдать технику безопасности, регулярно проверять заземления и качество рабочих оборудования, вести работы в защитной амуниции.

Техническими методами и средствами защиты для обеспечения электробезопасности в соответствии с ГОСТ “ССБТ Электробезопасность“. Общие требования“ являются защитное заземление и зануление, выравнивание потенциалов, малое напряжение, электрическое разделение цепей, изоляция токоведущих частей, ограждающие устройства, предупредительная сигнализация, средства защиты и предохранительные устройства.

Оборудование (ПЭВМ) в данном помещении относится к I классу по способу защиты от поражения электрическим током. Питание ПЭВМ в помещении осуществляется через сеть частотой 50 Гц, напряжением 220 В. Компьютер подключается к источнику питания с помощью трехжильного провода, в котором одна жила служит для заземления. Сопротивление заземляющего устройства для данного типа сети в помещении не должно превышать 4 Ом, что отвечает требованиям для электрооборудования с напряжением до 1000 В, сопротивление изоляции токоведущих проводов должно быть не менее 0,5 Ом. В данном помещении заземление произведено, сопротивление заземляющего устройства составляет 3,3 Ом, что соответствует требованиям. Контроль защитного заземления производится ежегодно.

6.3. Экологическая безопасность

Литосфера

По истечению срока эксплуатации, будет необходимо утилизировать составные компоненты, что повлечет возможное загрязнение литосферы. Поэтому нужно рассмотреть варианты утилизации деталей разрабатываемого

устройства. Макетная плата и проводники изготовлены из пластика или металла, который может быть переработан или использован вторично при совершении его ремонта. Также требуется утилизировать электронные компоненты: датчики и информационные устройства.

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее типичной ЧС для помещения, котором производится выполнение ВКР, является пожар. Данная ЧС может произойти в случае замыкания электропроводки оборудования, обрыву проводов, не соблюдению мер пожаробезопасности и т.д.

Пожарная безопасность объектов народного хозяйства, в том числе электрических установок, регламентируется ГОСТ 12.1.004-91, а также строительными нормами и правилами, межотраслевыми типовыми правилами пожарной безопасности на отдельных объектах. На таблице 6.6 приведен пожароопасной категории В1 – В4 помещения согласованы ГОСТ Р 22.0.07-95

Таблица 6.6 – Удельная пожарная нагрузка и способы размещения для категорий В1-В4

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж.м ⁻²	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401-2200	В соответствии с таблицей 6.7
В3	181-1400	В соответствии с таблицей 6.7
В4	1-180	На любом участке пола помещения площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10 м ² . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно таблице 6.7

Таблица 6.7 – Значение предельных расстояний $l_{пр}$ в зависимости от критической плотности падающих лучистых потоков $q_{кр}$

$q_{кр}, \text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{пр}, \text{м}$	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

По огнестойкости офисное здание относится к первой степени, как здание из искусственного каменного материала (кирпича) с применением листовых и плитных негорючих материалов. Данное помещение относится к категории В4 помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.

В помещении возможны пожары, относящиеся к классам А и Е. Пожары класса А связаны с горением твердых веществ, в основном органического происхождения, горение сопровождается тлением (древесина, текстиль, бумага). Пожары класса Е связаны с горением электрооборудования .

Для защиты от пожара в данном помещении должен иметься хотя бы один огнетушитель. Объем и другие параметры огнетушителя должны соответствовать требованиям СП 9.13130.20.2009 .

Работники обязаны знать и строго выполнять правила пожарной безопасности применительно к обслуживаемому участку. Они должны проходить инструктаж, обучение и проверку знаний в соответствии с действующими нормативными документами по СНиП 21-01-97.

Вывод к главе

В ходе реализации данного раздела были рассмотрены организационные и правовые вопросы обеспечения безопасности, проанализированы нормативные документы, касающиеся разработки графического интерфейса для контроля качества и пргнозирования срока потребления молока.

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были продемонстрированы в данном разделе. Категория помещения по электробезопасности, согласно ПУЭ, соответствует первому классу – «помещения без повышенной опасности».

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать I группой допуска по электробезопасности. Присвоение группы I по электробезопасности производится путем проведения инструктажа, который должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током.

Категория тяжести труда в лаборатории по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к категории Ib (работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением).

По взрывопожарной и пожарной опасности помещение лаборатории категории помещения группы В1-В4. Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении: Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б.

Рассмотренный объект, оказывающий незначительное негативное воздействие на окружающую среду, относится к объектам III категории

Заключение

В результате бакалаврской работы были проведены изучение литератур по теме исследования, сбор измеренных данных, рассмотрены различные виды алгоритмов для задачи прогнозирования качества молока и реализован графический интерфейс с помощью микрокомпьютера Raspberry Pi.

Для получения информации о состоянии молоко были использованы цифровой датчик температуры DS18B20 и комбинированный датчик кислотности.

Для прогнозирования качества молока был использован метод доверительной области. С использованием языка программирования Python и библиотек NumPy, Scipy и Matplotlib, PyQt5 был реализован графический интерфейс для предсказания качества и максимального времени хранения молока при различных температурах.

В результате реализации точность прогнозирования не превышает 2.3%. Время процесса прогнозирования составляет 40-50 секунд. Можно сделать вывод, что проект применимый.

Приложение 1
(рекомендуемое)

```
import time

import numpy as np

import sensors

import icons_rc

from PyQt5 import QtWidgets,QtCore,QtGui,uic

from PyQt5.QtCore import QThread,pyqtSignal

from PyQt5.QtWidgets import *

class MyThread(QThread):

    mysignal = QtCore.pyqtSignal(str,str,int,int)

    def __init__(self,parent=None):

        QtCore.QThread.__init__(self,parent)

    def run(self):

        t = 12000000

        for i in range(t):

            self.pH = str(np.round(sensors.get_pH(),3))

            self.temperature = str(np.round(sensors.get_temperature(),1))

            self.mysignal.emit(self.pH,self.temperature,t,i)

            time.sleep(1)
```

```

class MainWindow(QWidgets.QWidget):

    def __init__(self,parent=None):

        QtWidgets.QWidget.__init__(self,parent)

        uic.loadUi("design.ui",self)

        self.pH = 0.00

        self.temperature = 0.00

        self.estimated_time = 0.00

        self.mythread = MyThread()

        self.dataTable.verticalHeader().setVisible(False)

        self.startBtn.clicked.connect(self.on_clicked)

        self.stopBtn.clicked.connect(self.stop)

        self.mythread.started.connect(self.on_started)

        self.mythread.finished.connect(self.on_finished)

self.mythread.mysignal.connect(self.on_change,QtCore.Qt.QueuedConnectio
n)

    def stop(self):

        if self.mythread.isRunning():

            self.mythread.terminate()

    def on_clicked(self):

```

```

status = 'Waiting for a minute!'

self.startBtn.setDisabled(True)

self.status_label.setText(status)

self.mythread.start()

def on_started(self):

    self.status_label.setText('Started!')

def on_finished(self):

    self.status_label.setText('Done!')

    self.dataTable.setColumnCount(2)

    self.dataTable.setRowCount(7)

    Ts = [5,7,10,13,15,19,24]

    times = sensors.estimate_time(np.round(sensors.get_pH(),3))

    time_strs = []

    for time in times:

        time_str = '{}d {}h

{}m'.format(int(time//24),int(time%24),int(60*(time%24-int(time%24))))

        time_strs.append(time_str)

    for i in range(7):

        self.dataTable.setItem(i, 0, QTableWidgetItem(str(Ts[i])))

```

```

        self.dataTable.setItem(i,1, QTableWidgetItem(str(time_strs[i])))

self.startBtn.setEnabled(True)

def on_change(self,pH,temp,max_t,iteration):

    self.pH_label.setText(pH)

    self.temp_label.setText(temp)

    self.status_label.setText('Wait for { } seconds'.format(max_t-iteration))

    #self.status_label.setText('Measuring')

if __name__ == "__main__":

    import sys

    app = QtWidgets.QApplication(sys.argv)

    window = MainWindow()

    window.setWindowTitle("Milk Analyzer")

    tpu_icon = QtGui.QIcon("title_icons/TPU.png")

    window.setWindowIcon(tpu_icon)

    app.setWindowIcon(tpu_icon)

    # Show window

    window.show()

    sys.exit(app.exec_().

```

Приложение 2 (рекомендуемое)

```
import numpy as np

def get_temperature():

    from w1thermsensor import W1ThermSensor

    sensor = W1ThermSensor()

    temperature = sensor.get_temperature()

    return temperature

def get_pH():

    import gpioexp

    exp = gpioexp.gpioexp()

    pinSensor = 3

    # Считываем аналоговое значение с датчика кислотности жидкости

    adcSensor = exp.analogRead(pinSensor)

    # Переводим данные сенсора в напряжение

    voltageSensor = adcSensor * 3.3

    # Конвертируем напряжение в концентрацию pH

    pH = 7.4745*voltageSensor - 2.5335

    return pH

def estimate_time(pH):
```

```

# t = tmax + 1/theta2 * ln((pH-theta3)/theta1)

if pH<6.5:

    return np.array([0,0,0,0,0,0,0])

elif pH>6.7:

    return np.array([696,602.4,324,86.4,45.6,28.8,13.5])

else:

    theta2 = np.array([-0.00282,-0.003867,-0.05643,-0.08810,-0.1292,-
0.3215,-1])

    theta3 = np.array([6.6997,6.7382,6.7780,6.8055,6.8261,7.0,6.7713])

    return (1/theta2)*np.log((pH-theta3)/(6.5-theta3))

```

Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).
2. ГОСТ 12.1.019–85 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты, 1985.
3. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
4. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
5. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
6. СанПиН 2.2.2.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» регламентируются требования к микроклимату производственных помещений.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
8. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
9. ГОСТ 30772–2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. — Введ. 2002–07–01. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. — П. 6.12.
10. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
11. ГОСТ 22269-76. Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.

12. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
13. Прохоренок, Н.А «Python 3 и PyQt5 – Разработка приложений-2-е издание» - СПб: БХВ-Петербург, 2019г – 832с.
14. Aurélien Géron «Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 2nd Edition», Oreilly, 2019г – 856с.
15. Чистофорова Н.В., Колмогоров А.Г. Учебное пособие «Технические измерения и приборы. Часть 1. Измерение теплоэнергетических параметров» Ангарск, АГТА 2008 – 200 с.
16. Mohamed Ziyaina, Byju N. Govindan, Barbara Rasco, Todd Coffey, Shyam S. Sablani , Статья «Monitoring Shelf Life of Pasteurized Whole Milk Under Refrigerated Storage Conditions: Predictive Models for Quality Loss»// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1750-3841.13981>
17. Mykel J. Kochenderfer, Tim A. Wheeler, «Algorithms for Optimization», The MIT Press Cambridge, Massachusetts, 2019г-521с.
18. Метод искривления доверительной области (dogleg) // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russianblogs.com/article/9048809814/>
19. Метод оптимизации Trust-Region DOGLEG // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/335224/>
20. Trust region methods for deep reinforcement learning // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/analytics-vidhya/trust-region-methods-for-deep-reinforcement-learning-e7e2a8460284>
21. Датчик температуры DS18B20: подключение, распиновка и примеры работы // [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://wiki.amperka.ru/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B:ds18b20>

22. Что такое pH и зачем его измерять? // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.xn----itboohhbdm8h.xn--p1ai/articleph>

23. Датчик кислотности жидкости (pH-метр): инструкция, схемы и примеры использования—// [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://wiki.amperka.ru/products:troyka-ph-sensor>

24. 4 Most Common Types of Temperature Sensor —// [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ametherm.com/blog/thermistors/temperature-sensor-types>

25. Официальный ресурс библиотеки Numpy// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://numpy.org/>

26. Официальный ресурс библиотеки Scipy// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scipy.org/>

27. Официальный ресурс библиотеки Matplotlib// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://matplotlib.org/>

28. Официальный ресурс фреймворка PyQt5// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doc.qt.io/qtforpython/>

29. Ya-xiang Yuan, Recent Advances in Trust Region Algorithms»// [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10107-015-0893-2>

30. Русский профессиональный информационно-аналитический ресурс// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.machinelearning.ru/>