

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Кибернетики  
Направление подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология  
Кафедра систем управления и мехатроники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Применение кислотно-основных индикаторов, иммобилизованных в полиметакрилатную матрицу в качестве индикатора свежести молочной продукции</b>

УДК 627.12.04/.07:543-4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Г31	Овсянникова Анастасия Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры систем управления и мехатроники	Суханов Алексей Викторович	к.х.н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры МЕН ИСГТ ТПУ	Николаенко Валентин Сергеевич			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер лаборатории радиационной спектроскопии	Маланова Наталья Викторовна	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой систем управления и мехатроники	Губин Владимир Евгеньевич	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

## Планируемые результаты обучения по направлению

### 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>Профессиональные компетенции</b>		
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для решения комплексных задач метрологического обеспечения, контроля качества, технического регулирования и проверки соответствия с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения	Требования ФГОС (ОК-12, 13, 15, 16, 19; ПК- 17, 18, 19, 21, 22, 26). Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров, устанавливать оптимальные нормы точности и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов, кроме того, уметь принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа	Требования ФГОС (ОК-5. ПК-3, 4. 8. 12. 23. 24). Критерий 5 АИОР (п.1.4. 1.5. 1.6). согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Выполнять работы в области стандартизации и сертификации: по созданию проектов стандартов, методических и нормативных материалов и технических документов, по нормоконтролю и экспертизе технической документации, участвовать в проведении сертификации продукции, услуг, систем качества и систем экологического управления предприятием, участвовать в аккредитации органов по сертификации, измерительных и испытательных лабораторий	Требования ФГОС (ОК-17. 19: ПК- 1. 6. 7. 8. 11. 14. 16. 17, 18, 21. 24). Критерий 5 АИОР (п.1.5. 1.6). согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Выполнять работы в области контроля и управления качеством: участвовать в оперативной работе систем качества, анализировать оценку уровня брака и предлагать мероприятия по его предупреждению и устранению, участвовать в практическом освоении систем менеджмента качества.	Требования ФГОС (ОК-3. 9, 15, ПК-2. 5. 11. 12. 13. 15. 21). Критерий 5 АИОР (п. 1.5. 1.6). согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
P5	Использовать базовые знаний в области экономики, проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; проводит анализ затрат на обеспечение требуемого качества и деятельности подразделения, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений.	Требования ФГОС (ОК-8. 9. 18, ПК-10. 25). Критерий 5 АИОР (п.2.1. 1.3. 1.5). согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
Универсальные компетенции		
P6	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-3. 4, 5). Критерий 5 АИОР (п.2.6). согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы	Требования ФГОС (ОК-3, 18, ПК-26). Критерий 5 АИОР (п.2.3). согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, представлять и защищать результаты инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-17,19). Критерий 5 АИОР (п.2.2). согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а также различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду	Требования ФГОС (ОК-1, 13, 14, ПК-26). Критерий 5 АИОР (п.2.5). согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6, 7). Критерий 5 АИОР (п.1.6. 2.4). согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики  
 Направление подготовки (специальность) 27.03.01 Стандартизация и метрология  
 Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)

\_\_\_\_\_  
 (Дата)

В.Е. Губин  
 (Ф.И.О.)

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

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Г31	Овсянниковой Анастасии Владимировне

Тема работы:

Применение кислотно-основных индикаторов, иммобилизованных в полиметакрилатную матрицу в качестве индикатора свежести молочной продукции	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 1651/с от 10.03.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.06.2017 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></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>1 ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности (с Поправкой).</p> <p>2 ГОСТ 4919.1-77 Реактивы и особо чистые вещества. Методы приготовления растворов индикаторов (с Изменением N 1).</p> <p>3 Alexey Sukhanov, Anastasia Ovsyannikova, Natalya Gavrilenko, Nadezhda Saranchina. Polymethacrylate Matrix with Immobilized Acid–Base Indicators as pH Sensor// Procedia Engineering 168 (2016) 477-480.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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>	<p>1 Способы определения качества (свежести) продукции  1.1 Традиционные методы определения свежести продукции  1.2. Современные методы определения качества (свежести) продукции  1.3 Сенсорные технологии  2 Экспериментальная часть  2.1. Используемые оборудование и реактивы  2.1.1 Спектрофотометр Shimadzu UV-1800  2.1.2 Ионномер лабораторный И-160  2.1.3 Спектрофотометр Avantes AvaSpec-2048  2.1.4 Оборудование, необходимое для приготовления растворов  2.2 Исходные вещества и реактивы  2.3 Методика проведения эксперимента  2.3.1 Изучение кислотно-основных свойств иммобилизованных индикаторов  2.3.2 Определение кислотности молока от времени и условий хранения  2.3.3 Оценка кислотности молока с помощью ПММ с иммобилизованными индикаторами  3 Результаты проведения исследований  3.1 Теоретическое обоснование выбора индикаторов  3.2 Кислотно-основные индикаторы, иммобилизованные в ПММ  3.3 Результат определения кислотности молока от времени и условий хранения  3.3 Кислотно-основные свойства выбранного индикатора  3.4 Результаты испытаний выбранных индикаторов на молоке</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p>	<p>Презентация, выполненная в программе Microsoft Power Point.</p>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	В.С. Николаенко
Социальная ответственность	Н.В. Маланова

<b>Дата выдачи задания на выполнение ВКР по линейному графику</b>	13.02.2017 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры СУМ	А.В. Суханов	к.х.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Г31	Овсянникова Анастасия Владимировна		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Г31	Овсянниковой Анастасии Владимировне

<b>Институт</b>	Кибернетики	<b>Кафедра</b>	Систем управления и мехатроники
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	27.03.01 «Стандартизация и метрология»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных аналитических материалах, научных публикациях, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах, опрос, наблюдение.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа НИ: оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения НИ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры и трудоемкости работ в рамках научно-технического исследования (НТИ), разработка графика проведения НТИ, планирование бюджета НТИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального показателя ресурсоэффективности для всех видов исполнения НТИ.

**Перечень графического материала:**

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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	15.03.2017 г.
---	---------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент кафедры менеджмент ИСГТ	Николаенко Валентин Сергеевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Г31	Овсянникова Анастасия Владимировна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Г31	Овсянниковой Анастасии Владимировне

<b>Институт</b>	Кибернетики	<b>Кафедра</b>	Систем управления и мехатроники
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	27.03.01 «Стандартизация и метрология»

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В разделе «Социальная ответственность» рассматриваются вопросы, связанные с организацией рабочего места инженера по качеству в соответствии с нормами производственной санитарии, техники безопасности и охраны окружающей среды. Объектом исследования является колонка для определения фазового состава растворов углеводов и их количественного соотношения.
--	---

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

<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	Проводится анализ выявленных вредных факторов производственной среды, таких как: - отклонение показателей микроклимата; - повышенный уровень шума на рабочем месте; - повышенный уровень электромагнитных излучений; - недостаточная освещенность рабочей зоны; - повышенный уровень вибрации. Анализ выявленных опасных факторов производственной среды, таких как: - Электробезопасность - Пожаробезопасность
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	Анализ воздействия на литосферу: образование отходов при поломке или утилизации компьютера, хроматографа.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Защита в чрезвычайных ситуациях: - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - компоновка рабочей зоны

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2017 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Инженер	Маланова Наталья Викторовна			

Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Г31	Овсянникова Анастасия Владимировна		



**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт – Кибернетики  
Направление подготовки (специальность) – 27.03.01 Стандартизация и метрология  
Уровень образования – Бакалавриат  
Кафедра – Систем управления и мехатроники  
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)  
Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы	19.06.2017 г.
---	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.11.2016	Обзор литературы	
15.12.2016	Выбор кислотно-основных индикаторов	
20.02.2017	Иммобилизация кислотно-основных индикаторов в ПММ	
10.03.2017	Получение спектральных характеристик кислотно-основных индикаторов, иммобилизованных в ПММ	
06.04.2017	Выявление зависимости изменения pH молока от времени	
31.04.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
11.05.2017	Социальная ответственность	
13.05.2017	Проведение эксперимента с молоком	
12.06.2017	Оформление расчетно-пояснительной записки	

**Составил преподаватель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. СУМ	А.В. Суханов	К.Х.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. каф. СУМ	В.Е. Губин	К.Т.Н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 87 с., 21 рис., 24 табл., 33 источника.

Ключевые слова: кислотно-основные индикаторы, полиметакрилатная матрица, колориметрический pH сенсор, молоко, кислотность.

Объектом исследования является колориметрический pH сенсор, представленный в виде кислотно-основного индикатора, иммобилизованного в полиметакрилатную матрицу.

Целью работы является возможность использования полиметакрилатной матрицы с иммобилизованным кислотно-основным индикатором для оценки кислотности молока.

В процессе исследования проводились опыты для нахождения наиболее подходящего кислотно-основного индикатора, который визуальное достоверно показывает изменение pH молока при двух способах хранения.

В результате исследования были получены спектры кислотно-основных индикаторов и был подобран кислотно-основный индикатор, иммобилизованный в полиметакрилатную матрицу, который визуальное подтверждает изменение кислотности молока.

Степень внедрения: НИР, выполняемые на кафедре СУМ ТПУ.

Область применения: результаты, полученные при проведении исследований, могут быть использованы в реальном секторе экономики и способствовать улучшению качества потребляемой продукции, а также снижению риска отравления некачественной продукцией.

Экономическая эффективность и значимость работы заключается в том, что для оценки качества (свежести) молока будет использован колориметрический pH сенсор на основе полиметакрилатной матрицы.

## Содержание

	С.
Введение	13
1 Способы определения качества (свежести) продукции	15
1.1 Традиционные методы определения свежести продукции	15
1.2. Современные методы определения качества (свежести) продукции	16
1.3 Сенсорные технологии	17
2 Экспериментальная часть	20
2.1. Используемые оборудование и реактивы	20
2.1.1 Спектрофотометр Shimadzu UV-1800	20
2.1.2 Иономер лабораторный И-160	21
2.1.3 Спектрофотометр Avantes AvaSpec-2048	23
2.1.4 Оборудование, необходимое для приготовления растворов	24
2.2 Исходные вещества и реагенты	24
2.3 Методика проведения эксперимента	25
2.3.1 Изучение кислотно-основных свойств иммобилизованных индикаторов	25
2.3.2 Определение кислотности молока от времени и условий хранения	25
2.3.3 Оценка кислотности молока с помощью ПММ с иммобилизованными индикаторами	26
3 Результаты проведения исследований	27
3.1 Теоретическое обоснование выбора индикаторов	27
3.2 Кислотно-основные индикаторы, иммобилизованные в ПММ	29
3.3 Результат определения кислотности молока от времени и условий хранения	33
3.3 Кислотно-основные свойства выбранного индикатора	35
3.4 Результаты испытаний выбранных индикаторов на молоке	36
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	39
Введение	39
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	39
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	39
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	41
4.1.3 Технология QuaD	42
	11

4.1.4 SWOT-анализ	43
4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	45
4.3 Планирование научно-исследовательских работ	46
4.3.1 Составление перечня работ	46
4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	47
4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования	47
4.3.4 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	50
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	51
5 Социальная ответственность	54
Введение	54
5.1 Производственная безопасность	56
5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	56
5.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.	56
5.1.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	57
5.2 Экологическая безопасность	70
5.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	70
5.2.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.	70
5.2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	71
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	72
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	74
5.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности	74
5.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности	76
Заключение	78
Список использованных источников	79
Приложение А (обязательное)	83
Приложение Б (обязательное)	85
CD-диск. Бакалаврская работа. Применение кислотно-основных индикаторов, иммобилизованных в полиметакрилатную матрицу в качестве индикатора свежести молочной продукции. Файл ВКР Овсянникова. pdf	

## Введение

Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года (утвержденная распоряжением Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р) ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества. В рамках данной стратегии есть направление реализации «Приоритетное развитие научных исследований в области питания населения, в том числе в области профилактики наиболее распространенных неинфекционных заболеваний и разработки технологий производства, направленных на повышение качества пищевой продукции» одной из цели, которого является обеспечение проведение фундаментальных, поисковых и проблемно-ориентированных прикладных научных исследований.

Данная работа направлена на разработку высокочувствительных и прецизионных аналитических методов обнаружения, идентификации и количественного определения опасных, потенциально опасных загрязнителей пищевой продукции, а также пищевых добавок, биологически активных веществ в пищевой продукции [1]. Одним из способов достижение цели, указанного направления, может быть решение задачи, связанной с разработкой простых, недорогих, быстрых, надежных, неинвазивных и неразрушающих способов оценки различных физико-химических параметров пищевых продуктов, в режиме реального времени интегрированных с упаковочным материалом [2].

Целью работы является возможность использования полиметакрилатной матрицы с иммобилизованным индикатором для оценки кислотности молока.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выбор кислотно-основных индикаторов для иммобилизации в ПММ;
2. Установление спектральных характеристик кислотно-основных индикаторов, иммобилизованных в ПММ;
3. Установление интервалов перехода окраски рН индикаторов, иммобилизованных в ПММ;
4. Установление спектральных характеристик в зависимости от кислотности молока.

## **1 Способы определения качества (свежести) продукции**

### **1.1 Традиционные методы определения свежести продукции**

Порядок проведения экспертизы по показателям свежести, наружный осмотр, отбор образцов, экспертиза товарно-сопроводительных документов, описание стандартных, в том числе лабораторных, методов оценки свежести продукции описаны в специальных государственных документах (стандартах) [3-10]. Там же дана характеристика видов порчи продукции в результате автолитических (глубокий автолиз), микробиологических (гниение, кислотное брожение, плесневение, пигментация) и химических (окисление липидов и пигментов продукта) процессов.

Стандартными методами определения свежести продукции являются:

- органолептические [4,6,8];
- химические [7,9];
- микробиологические исследования [5,10].

Органолептический метод определения свежести продукции. При оценке свежести продукции большое значение придается органолептическому методу. Однако метод субъективен и бывает недостаточен для правильной оценки годности продукции, особенно в начальной стадии порчи. Для более правильной санитарно-гигиенической оценки продукта в комплексе с органолептическим используют микробиологические, химические и другие соответствующие методы.

Органолептическое исследование включает определение внешнего вида и цвета, консистенции, запаха и общего состояния. Исследовать продукт лучше при естественном освещении, а при искусственном освещении подбирают светильники, которые не меняют цветовой окраски продукта при его осмотре. С более подробным описанием метода отбора образцов и органолептического

исследования можно ознакомиться в соответствующих государственных документах (стандартах) [4,6,8].

Микробиологический и химический методы определения свежести продукции. К микробиологическим методам [5,10] относят количественный учет микробов в пересчете на 1 г продукта, бактериоскопию мазков-отпечатков, проведение проб, определение активности ферментов, продуцируемых микроорганизмами.

Химический метод анализа [1,7,9] основан на учете изменений микроструктурных показателей в образцах, происходящих в процессе его порчи. Следует отметить, что метод химического анализа регламентирован не только для определения степени свежести продукции, но и для определения степени созревания, его качественной оценки при возникающих разногласиях, а также пригодности к хранению и транспортировке.

Указанные лабораторные методы нередко дают противоречивые результаты из-за их несовершенства. Кроме того, разнообразие микрофлоры вызывает различные виды порчи продукта, в результате чего конечные продукты разложения белков и жиров отличаются многообразием, что также влияет на снижение эффективности химических методов.

Основными недостатками способов органолептической оценки свежести являются субъективизм и отсутствие точных цифровых данных.

Недостатками микроскопии мазков отпечатков являются неточность и нестабильные результаты.

## **1.2. Современные методы определения качества (свежести) продукции**

Для оценки свежести продуктов питания широко применяется сенсорные технологии на основе колориметрических сенсорных массивов [14-16], включая оптоэлектронный нос [17–19], pH индикаторов,



иммобилизованных на (или в) подходящих матрицах [13], умного упаковочного материала для пищевых продуктов [20–22]. В основе их работы лежит контроль за содержанием углекислого газа, аммиака и его производных посредством оценки кислотности среды в подупаковочном пространстве.

При разработке pH чувствительных систем могут применяться новые синтезированные pH чувствительные реагенты. Синтез новых реагентов, как правило, требует много времени и лабораторных условий, а новые синтезированные реагенты – дополнительных исследований. Тем не менее, это позволяет получать новые реагенты с требуемыми свойствами.

Для определения кислотности, также могут применяться традиционные титриметрические индикаторы, используемые индивидуально [11-14,16–18,23–25] или в составе смесей [20,22,26]. Основное преимущество титриметрических индикаторов – коммерческая доступность и хорошо изученные свойства во всем диапазоне pH [27]. Несмотря на это, существуют известные трудности их применения в pH сенсорах: узкий pH интервал перехода окраски, не стабильность индикаторов и их окраски в агрессивных средах. Указанные недостатки традиционных pH индикаторов могут быть устранены путем иммобилизации их на подходящей твердой матрице.

### **1.3 Сенсорные технологии**

В настоящее время быстрыми темпами развиваются сенсорные технологии. Вот только представить, что маленький элементарный индикатор, который постоянно проверяет наличие в доме таких опасных химикатов, как природный газ, угарный газ или озон. Просто представить стержень, воткнутый в землю для проверки почвы, индикатор для проверки проточной воды или умную упаковку в супермаркете, по которой можно сразу понять, свежий продукт или уже испорченный. Все описанные ситуации иллюстрируют потенциальные сферы применения сенсоров. Сенсоры уже используются в нашем обществе, но наилучшие из них будут делаться из наноструктур, и

первым делом они должны вызвать революцию в сфере упаковки продуктов. Среди таких сенсоров особый интерес представляют колориметрические сенсоры, действие которых основано на изменении цвета при обнаружении аналита, в связи с тем, что позволяют получать визуально наблюдаемый и вполне легко измеряемый аналитический сигнал.

Для измерения аналитического сигнала может быть использовано как стандартное спектрофотометрическое оборудование, так и портативные оптоволоконные спектрометры, подключенные к ноутбуку или мобильному телефону/КПК. Дизайн колориметрических сенсоров основан на использовании химически разнообразных реагентов, иммобилизованных на твердой фазе и взаимодействующих с определяемым веществом. Для иммобилизации реагентов в основном используют золь-гель и полимерные материалы. Преимуществом полимерных материалов является высокая механическая прочность, химическая устойчивость, технологичность. Основными требованиями к полимерам, используемым для создания колориметрических сенсорных материалов, являются хорошая растворимость реагента в полимере, способность аналита быстро диффундировать в полимер и внутри полимера, а также отсутствие собственной окраски и прозрачность.

Основная проблема, возникающая при разработке оптических элементов, заключается в выборе носителя для иммобилизации реагента. Носитель должен обеспечить высокие кинетические характеристики чувствительного элемента, устойчивость и удобство в условиях работы.

Несомненный интерес для иммобилизации реагентов представляет полиметакрилатная матрица [28]. Оптические свойства полиметакрилата хорошо сочетаются с его технологичными свойствами, что способствует получению из него оптически прозрачных тонких пластин с высоким пропусканием. Прозрачность и отсутствие собственной окраски носителя реагентов облегчает визуальную и инструментальную оценку изменения окраски матрицы после ее контакта с определяемым элементом. Поэтому одной из проблем при создании оптических чувствительных элементов является

сохранение в прозрачной полимерной фазе ее оптических характеристик со способностью к иммобилизации реагентов без потери прозрачности и способности реагентов вступать в аналитическую реакцию с определяемым компонентом в твердой фазе, сопровождающуюся оптическим эффектом.

## **2 Экспериментальная часть**

### **2.1. Используемое оборудование и реактивы**

#### **2.1.1 Спектрофотометр Shimadzu UV-1800**

Для анализа оптической плотности ПММ в видимой области регистрировали на спектрофотометре «Shimadzu – UV 1800». Данный спектрофотометр характеризуется высокой точностью производимых измерений, отличными оптическими характеристиками, надежностью в использовании, простотой в ознакомлении и дальнейшей работе с прибором, современным дизайном.

Результаты анализа отображаются на жидкокристаллическом экране. Данные можно передавать на ПК с помощью USB. Кроме того, с помощью программного обеспечения UVProbe, установленного на ПК, можно все управление спектрофотометром вести непосредственно через компьютер.

Shimadzu UV-1800 (рисунок 1) согласно встроенным программам, способен работать в нескольких режимах: фотометрический, спектральный, кинетический, количественный.



*Рисунок 1 – Спектрофотометр Shimadzu UV-1800*

Метрологические характеристики спектрофотометра занесены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Метрологические характеристики «Shimadzu – UV 1800»

Характеристика	Значение
Спектральный диапазон волн	190-1100 нм
Спектральная ширина щели	1 нм
Фотометрический диапазон	от -4,0 до +4,0 Abs (единиц оптической плотности); от 0 до 400% Т (пропускание).
Фотометрическая точность	$\pm 0,002$ Abs (при 0,5 Abs); $\pm 0,004$ Abs (при 1,0 Abs); $\pm 0,006$ Abs (при 2,0 Abs).
Флуктуации (колебания) нулевой линии	$\pm 0,0006$ Abs (от 200 нм до 1100 нм) через 1 час после начала работы прибора.

### 2.1.2 Иономер лабораторный И-160

Иономер лабораторный И-160 (рисунок 2) предназначен для измерения активности одновалентных и двухвалентных анионов и катионов (рХ), в том числе ионов водорода (рН).

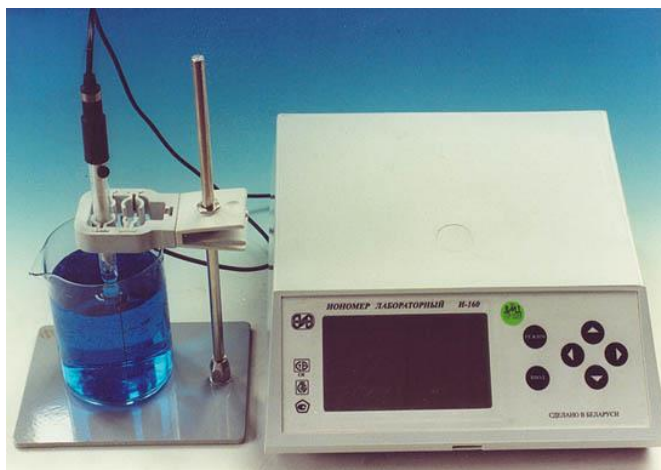


Рисунок 2 – Иономер лабораторный И-160

В основу работы лабораторного иономера И-160 (далее – прибор) положен потенциометрический метод измерений pH растворов.

Прибор состоит из измерительного преобразователя и комплекта запасных частей для измерения. При измерении pH растворов используется электродная система, состоящая из измерительного и вспомогательного электродов (или одного комбинированного электрода). Электродная система, при погружении в контролируемый раствор, развивает ЭДС, линейно зависящую от активности ионов и температуры раствора. Для измерения температуры используется термокомпенсатор. Работа преобразователя основана на преобразовании ЭДС электродной системы и сопротивления термокомпенсатора соответственно в значения активности ионов (концентрации) раствора и значения температуры раствора. Одновременно преобразователь может работать с одной электродной системой. В энергонезависимой памяти преобразователя могут сохраняться настроечные константы девяти электродных систем. Информация о результатах измерений отображается на графическом экране, расположенном на лицевой панели.

Прибор изготавливают из следующего исполнения: микропроцессорный прибор с возможностью передачи данных на персональный компьютер по стандартному цифровому интерфейсу RS-232.

Метрологические характеристики представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Метрологические характеристики иономера лабораторного И-160

Измеряемая величина	Пределы допускаемых значений основной абсолютной погрешности
Активность одновалентных ионов преобразователей, рХ (рН)	$\pm 0,02$
Активность двухвалентных ионов преобразователей, рХ	$\pm 0,04$
Температура анализируемой среды преобразователей, °С	$\pm 0,5$
Активность одновалентных ионов приборов: ионов водорода, рН нитратных ионов, рNO <sub>3</sub>	$\pm 0,04$

### 2.1.3 Спектрофотометр Avantes AvaSpec-2048

AvaSpec-2048 высокочувствительный оптоволоконный спектрофотометр рекомендуется использовать для аналитических исследований с высокой фотометрической чувствительностью в спектральном диапазоне 200-1100 нм и оптическим разрешением от 0,04 нм.

Оптоволоконный спектрофотометр AvaSpec-2048 сконструирован с использованием модульного принципа, что обеспечивает гибкость и масштабируемость спектрофотометрической системы и позволяет использовать спектрофотометр для построения разнообразных измерительных систем в комплексе с различными источниками света, фиброоптическими принадлежностями и датчиками Avantes.

Настольный автоматизированный спектрофотометр AvaSpec-2048 (рисунок 3) может также использоваться как фотоколориметр, радиометр, нефелометр, спектрофлюориметр и люминометр благодаря возможности изменений конфигурации спектрометрической системы.



*Рисунок 3 – Схема подключения спектрофотометра для снятия спектральных характеристик*

### **2.1.4 Оборудование, необходимое для приготовления растворов**

Для приготовления растворов, необходимых для иммобилизации реагентов в ПММ понадобились:

- лабораторные электронные весы ВСЛ с пределом взвешивания 200 гр. и классом точности по ГОСТ 24104;
- посуда лабораторная мерная стеклянная по ГОСТ 1770;
- посуда лабораторная мерная пластиковая по ГОСТ 25336;
- дозаторы медицинские лабораторные с диапазоном дозирования (20-200) мм<sup>3</sup> и (100-1000) мм<sup>3</sup> по ГОСТ 28311.

### **2.2 Исходные вещества и реагенты**

В работе были использованы реактивы марки «чда». Исходные вещества метиловый красный, тимоловый синий, бромкрезоловый зеленый, бромтимоловый синий, бромкрезоловый пурпуровый и *м*-Крезоловый пурпуровый концентрации 0,1мг/мл готовили растворением точной навески 0,05 г в мерной колбе вместимостью 50 мл в дистиллированной воде и в спирте (метиловый красный). Рабочие растворы получали разбавлением исходных растворов дистиллированной водой. В работе использовались стандартные буферные растворы: 0.2 М NaOH и универсальная буферная смесь, приготовленная из фосфорной, уксусной и борной кислоты.



## 2.3 Методика проведения эксперимента

### 2.3.1 Изучение кислотно-основных свойств иммобилизованных индикаторов

В четыре мерных пластиковых цилиндра с растворами объемом 25 мл и разным рН помещались полиметакрилатные матрицы с иммобилизованными индикаторами. Данные пробирки устанавливались на вибросмесителе на время, пока в матрицах не установится равновесие. После регистрировались спектры поглощения ПММ с иммобилизованными индикаторами.

Таблица 2.3 – Условия иммобилизации кислотно-основных индикаторов в ПММ

Объем раствора для иммобилизации, мл	Время иммобилизации, мин	Количество пластин, шт	Добавки
10 мл	10	10	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH, 2 капли HNO <sub>3</sub>

### 2.3.2 Определение кислотности молока от времени и условий хранения

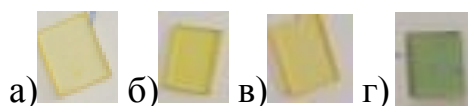
При оценке качества молока проверяют и его кислотность. Кислотность – это свойство молока, которое оказывает наибольшее влияние на способность молока к фертильной коагуляции. Она выражается в условных градусах Тёрнера и составляет для свежего молока 16-18°Т, но не выше 21°Т [7]. Градус Тёрнера – это число миллилитров 0,1 н. раствора гидроксида натрия (или гидроксида калия), необходимое для нейтрализации 100 мл или 100 гр. продукта. Учитывая строгую связь между рН и титруемой кислотностью, эта последняя характеристика также является важным требованием при оценке молочно-технологического качества молока.

Для подтверждения зависимости кислотности молока от изменения рН среды, был проведён эксперимент, где была получена зависимость изменения рН молока от времени и условий хранения.

В два сосуда с одинаковым объёмом было налито молоко фирмы «Деревенское молочко» 3,2 %. Условия хранения первого образца в холодильнике при температуре 8 °С, а второго при комнатной температуре  $T = (24 \pm 3)^\circ\text{C}$ . Ежедневно снимались показания рН обоих образцов на иономере лабораторном И-160.

### **2.3.3 Оценка кислотности молока с помощью ПММ с иммобилизованными индикаторами**

Эксперимент проводился на молоке фирмы «Деревенское молочко» 3,2 %. На первом этапе проверки были выбраны кислотно-основные индикаторы, иммобилизованные в ПММ: тимоловый синий, бромкрезоловый пурпурный, бромтимоловый синий и *м*-Крезоловый пурпурный (рисунок 4).



*Рисунок 4 – Индикаторы, а) м-КП, б) БТС, в) ТС, г) БКП, иммобилизованные в ПММ*

Далее в каждый из четырех мерных пластиковых прозрачных цилиндра с одинаковым объёмом молока была помещена матрица таким образом, чтобы у неё был контакт с молоком и была возможность визуально отследить изменение окраски матрицы. С наружной стороны стакана была закреплена матрица-образец для визуального сравнения. Данные цилиндры хранились при разных условиях. Первая серия образцов хранилась в холодильнике с  $T = 8^\circ\text{C}$ , а вторая серия при  $T = (24 \pm 3)^\circ\text{C}$ .

### 3 Результаты проведения исследований

#### 3.1 Теоретическое обоснование выбора индикаторов

Химические индикаторы позволяют быстро и достаточно точно контролировать состав жидких или газообразных сред, следить за изменением их состава, или за протеканием химической реакции.

Широко используются кислотно-основные индикаторы, разбавленные растворы которых обладают способностью заметно изменять цвет, в зависимости от кислотности раствора. Причина изменения цвета — изменения в строении молекул индикатора в кислой и щелочной среде, что приводит к изменению спектра поглощения раствора.

Окраска индикатора при заданном значении pH определяется отношением концентраций кислотной формы ( $\text{HInd}$ ) и основной ( $\text{Ind}^-$ ) форм.

Равновесие индикаторной системы смещается при уменьшении pH в сторону большего образования  $\text{HInd}$ -формы, а увеличение pH способствует образованию анионов индикаторов  $\text{Ind}^-$ . Следовательно, окраска индикатора зависит от значения pH. Если индикатор диссоциирован примерно на 50 %, т.е.  $[\text{HInd}] \approx [\text{Ind}^-]$ , окраска будет переходной. Соответствующее значение pH при 50% ионизации называется «точкой перехода». Значение точки перехода индикатора-кислоты численно равно показателю степени константы ионизации индикатора-кислоты.

В точке перехода не происходит резкого изменения окраски индикатора, а изменение идет постепенно в некоторой области значений pH. Окраска зависит от соотношения концентраций кислотной и основной форм, что определяется концентрацией водородных ионов в растворе (рисунок 5).



Рисунок 5 – Шкала pH

При любой концентрации водородных ионов присутствуют все формы индикатора. От ряда условий зависит минимальная концентрация каждой из двух форм, при которой можно наблюдать одну окраску в присутствии другой. Здесь имеют значение интенсивность обеих окрасок, освещение, зрительная способность аналитика и т.д. Вообще говоря, два цвета можно различить при их совместном присутствии, если концентрация одной из форм индикатора составляет 10% концентрации другой.

Из-за эффективности и простоты, индикаторы pH могут быть использованы для контроля и указания свежести продуктов питания, находящихся на хранении, поскольку процесс порчи обычно сопровождается изменением pH. Например, изменение pH пищевых продуктов может контролироваться визуальными колориметрическими изменениями встроенного в упаковку колориметрического сенсора.

Также, индикаторы можно классифицировать на три группы:

- 1) Синтезированные pH индикаторы [29];
- 2) Природные (натуральные) pH индикаторы [30];
- 3) Традиционные pH индикаторы [31].]

В большинстве случаев, предпочтение отдают именно традиционным индикаторам, так как это давно проверенные химические реагенты, и они отлично реагируют на изменение pH в среде.

Как известно, колориметрическое определение pH основывается на том, что окраска кислотно-основных цветных индикаторов зависит от pH. Естественно, что отдельные индикаторы пригодны для определения в интервале значений  $pH = pK_{ind} \pm 1$ , т.е. в той области, где происходит изменение

их окраски. Измерения наиболее точны в непосредственной близости к показателю индикатора  $pK_{ind}$  [27]. В приложении А представлены спектральные свойства кислотно-основных индикаторов.

### 3.2 Кислотно-основные индикаторы, иммобилизованные в ПММ

На рисунках 6-11 представлены спектры кислотно-основных индикаторов, полученные на спектрофотометре Shimadzu UV-1800.

#### 1 Метиловый красный

При иммобилизации МК в полиметакрилатную матрицу(ПММ), матрица окрашивается в оранжевый цвет. Спектры поглощения ПММ с иммобилизованным метиловым красным характеризуются наличием двух пиков при длине волны 419 нм и 494 нм (рисунок 6).

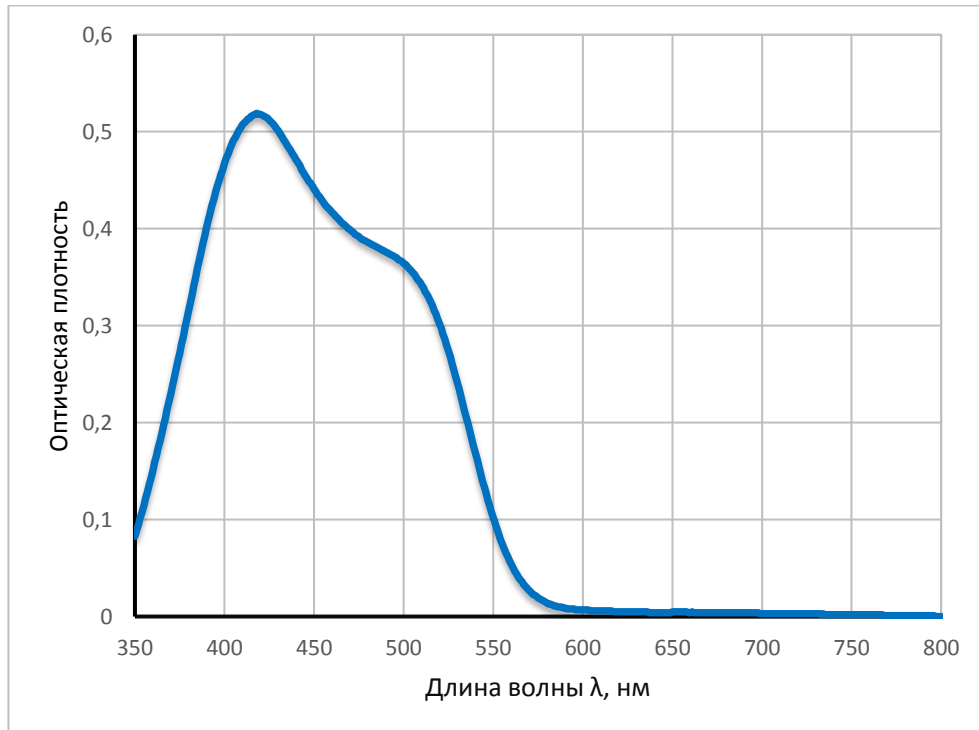


Рисунок 6 – Спектр поглощения ПММ с иммобилизованным МК

## 2 Бромтимоловый синий

При иммобилизации БТС в ПММ, матрица окрашивается в желтый цвет. Спектры поглощения ПММ с иммобилизованным БТС характеризуются наличием ярко-выраженного пика при длине волны 411 нм (рисунок 7).

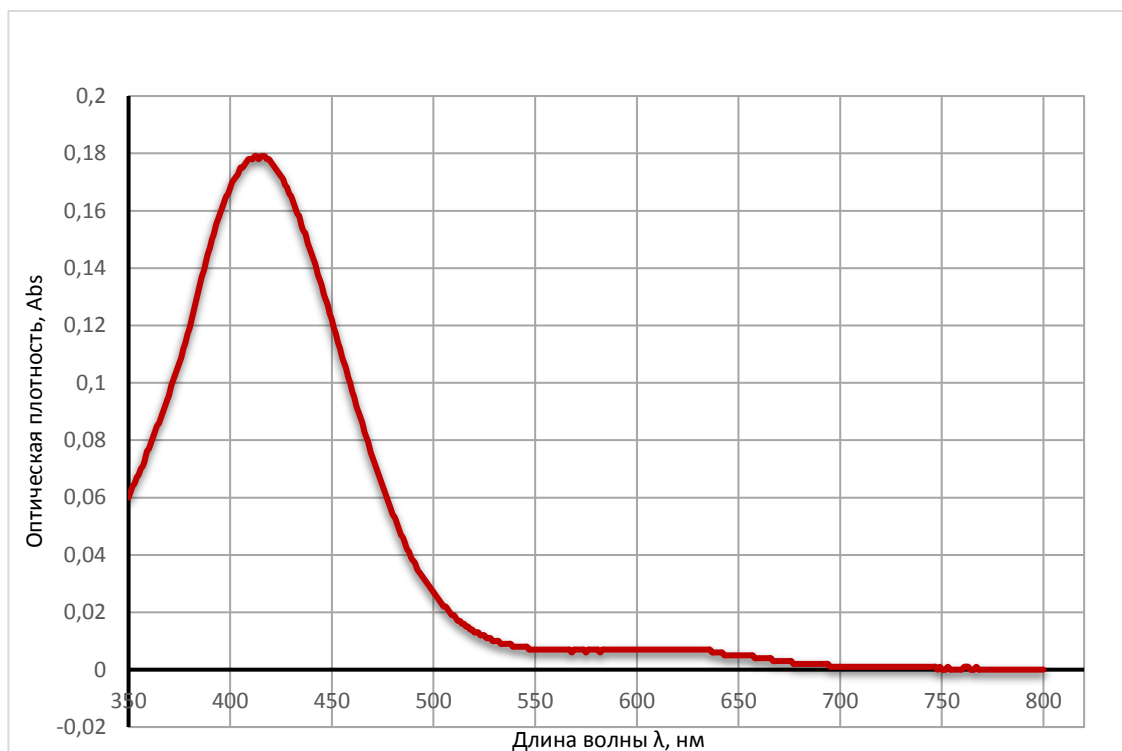
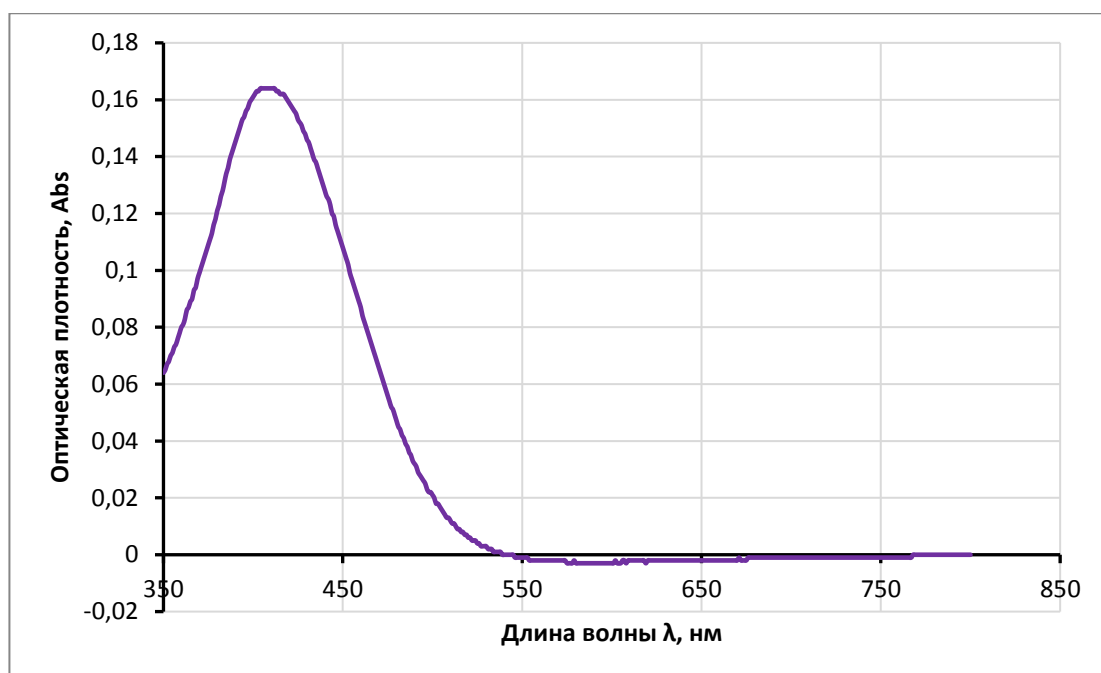


Рисунок 7 – Спектр поглощения ПММ с иммобилизованным БТС

## 3 Тимоловый синий

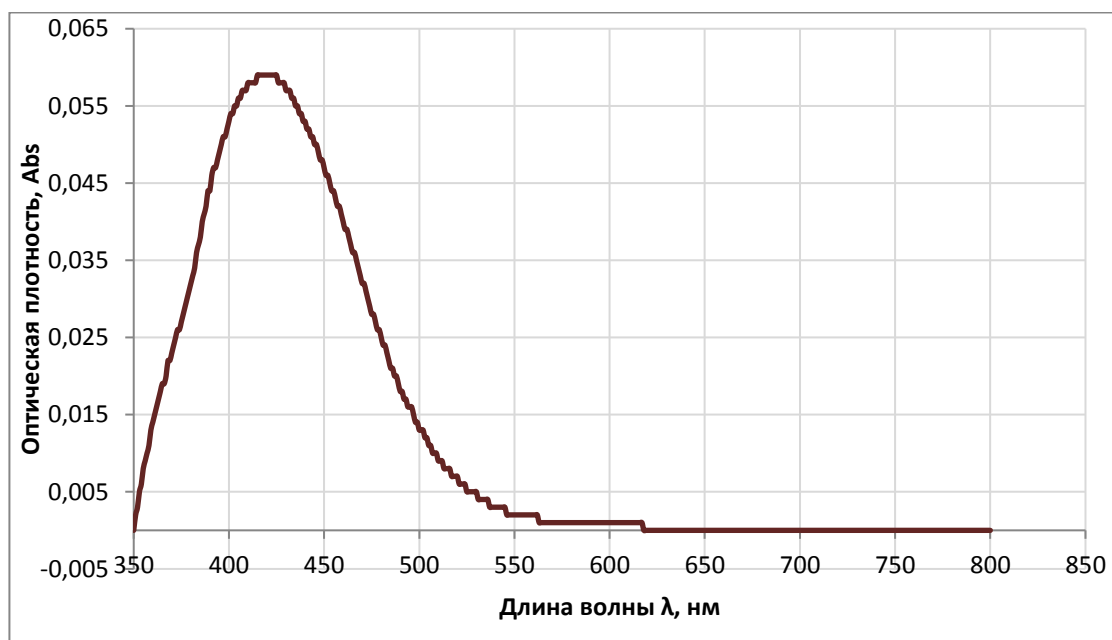
При иммобилизации ТС в ПММ, матрица окрашивается в желтый цвет. Спектры поглощения ПММ с иммобилизованным ТС характеризуются наличием одного пика при длине волны 404 нм. (рисунок 8)



*Рисунок 8 – Спектр поглощения ПММ с иммобилизованным ТС*

#### **4 м-Крезоловый пурпуровый**

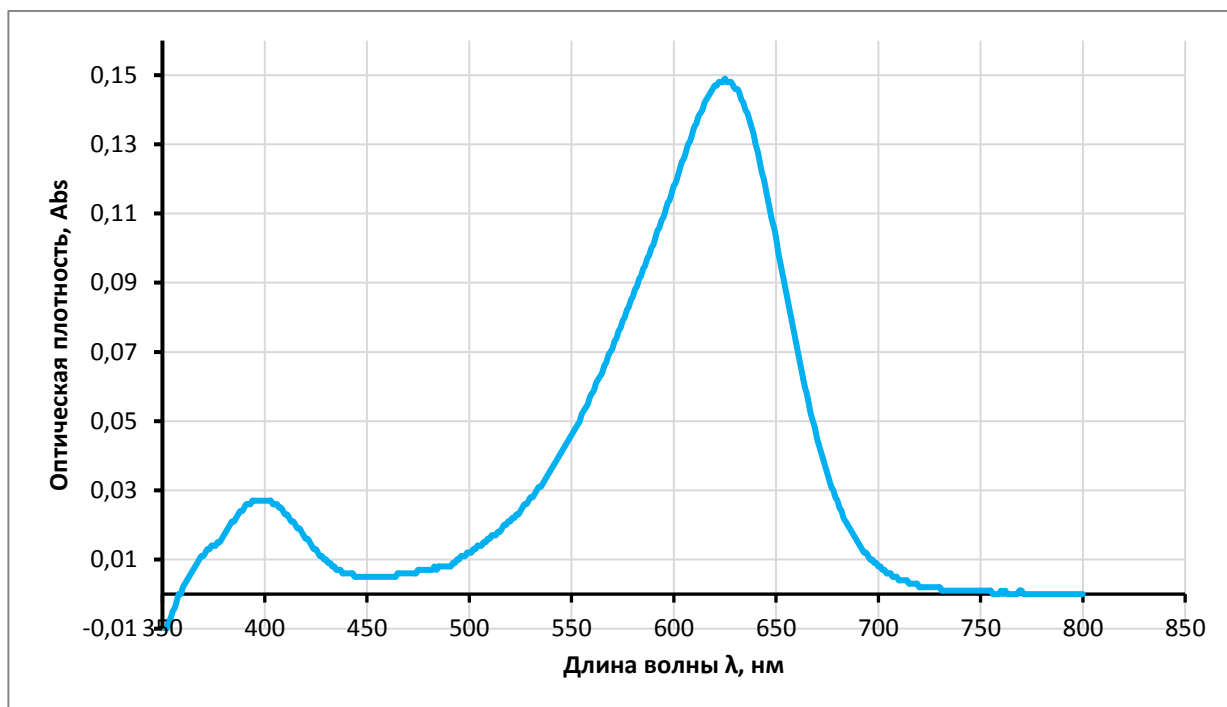
При иммобилизации *м*-КП в ПММ, матрица окрашивается в желтый цвет. Спектры поглощения ПММ с иммобилизованным *м*-КП характеризуются наличием одного пика при длине волны 426 нм. (рисунок 9).



*Рисунок 9 – Спектр поглощения ПММ с иммобилизованным м-КП*

## 5 Бромкрезоловый зеленый

При иммобилизации БКЗ в ПММ, матрица окрашивается в синий цвет. Спектры поглощения ПММ с иммобилизованным БКЗ характеризуются наличием ярко-выраженного пика при длине волны 625 нм (рисунок 9).

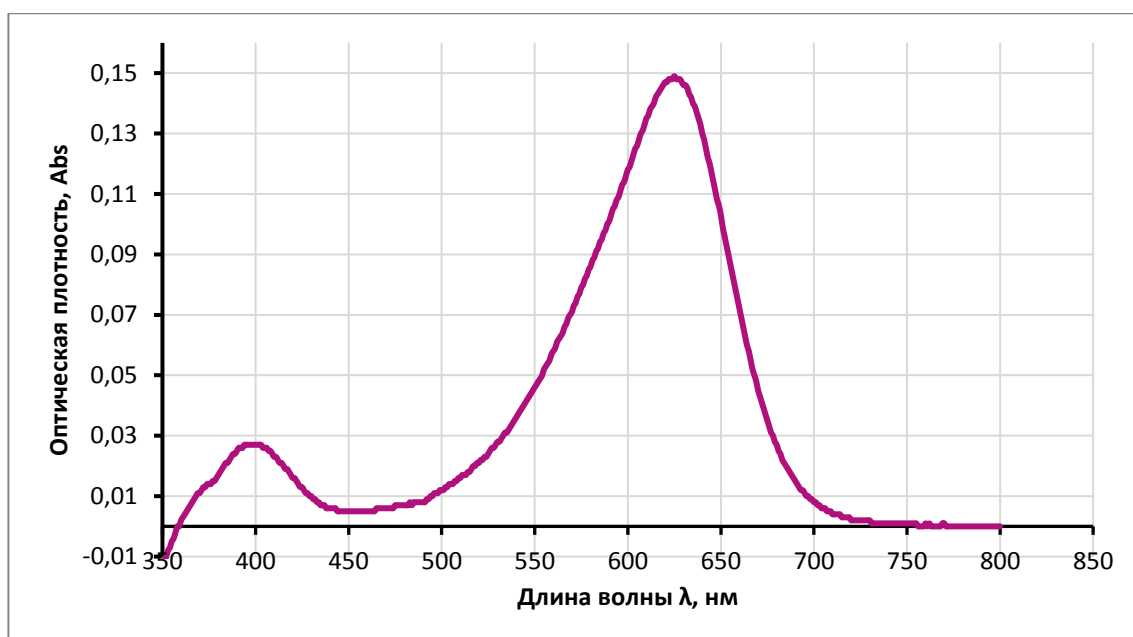


*Рисунок 10 – Спектр поглощения ПММ с иммобилизованным БКЗ*

## 6 Бромкрезоловый пурпуровый

При иммобилизации БКП в ПММ, матрица окрашивается в зелёный цвет. Спектры поглощения ПММ с иммобилизованным БКП характеризуются наличием ярко-выраженного пика при длине волны 610 нм (рисунок 11).





*Рисунок 11 – Спектр поглощения ПММ с иммобилизованным БКП*

### 3.3 Результат определения кислотности молока от времени и условий хранения

Для подтверждения зависимости кислотности молока были получены показания иономера, представленные в таблице 3.1 и получен графики зависимости изменения рН молока от времени и условий хранения (рисунок 12).

Таблица 3.2 – Показания рН

Дата	№ измерения	рН молока при температуре 8 °С	рН молока при температуре 24 °С
06.03.2017	1	6,91	6,84
	2	6,78	6,76
	3	6,91	6,84
	4	6,54	6,81
	5	6,81	6,83
07.03.2017	1	6,91	5,65
	2	6,89	5,73
	3	6,78	5,63
	4	6,84	5,59

Продолжение таблицы 3.1

	5	6,85	5,69
09.03.2017	1	6,59	4,38
	2	6,66	4,36
	3	6,61	4,40
	4	6,85	4,38
	5	6,97	4,47
10.03.2017	1	6,87	4,39
	2	6,94	4,28
	3	6,77	4,11
	4	6,56	4,27
	5	6,78	4,35
13.03.2017	1	5,94	-
	2	5,89	-
	3	5,53	-
	4	5,57	-
	5	5,61	-

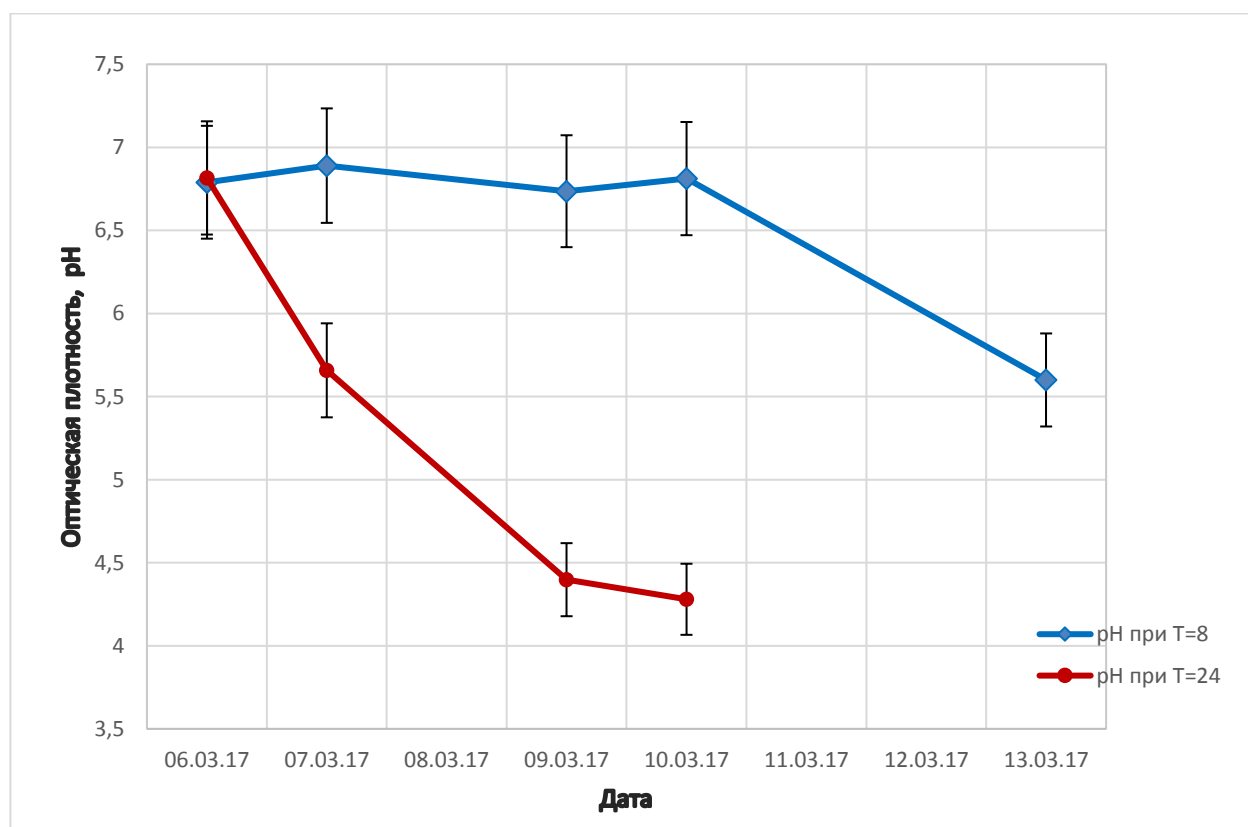


Рисунок 12 – Графики зависимости изменения pH молока от времени и условий хранения

Как видно на рисунке 12, показания pH молока со временем уменьшаются. Образец, при условии хранения  $T=8^{\circ}\text{C}$ , испортился спустя 5 дней хранения, а образец, при условии хранения  $T=(24\pm3)^{\circ}\text{C}$ , начался портиться спустя несколько часов хранения. Таким образом, можно сделать вывод о том, что уменьшением pH, увеличивается кислотность молока, так как органолептический метод оценки качества (свежести) продукции показал, что спустя 5 дней хранения образцов в обоих случаях молоко стало испорченным.

### 3.3 Кисотно-основные свойства выбранного индикатора

На рисунке 13 представлены спектры поглощения БКП, иммобилизованного в ПММ

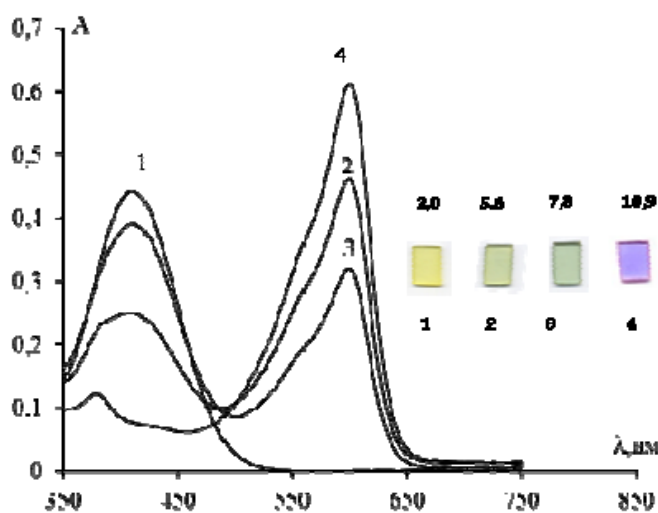
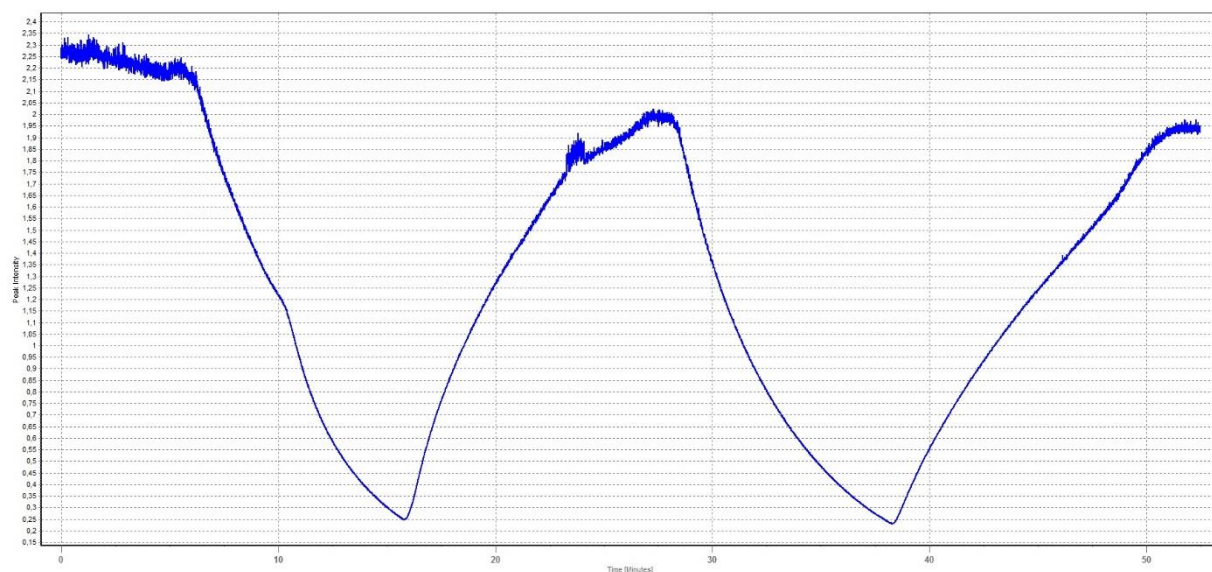


Рисунок 13 – Спектры поглощения БКП

Как известно, кислотнo-основнoе индикаторы представляют собой органические вещества; это слабые электролиты, обладающие кислыми или основными свойствами, и являются обратимыми кислотнo-основными системами; поэтому они носят общее название кислотнo-основнoе индикаторы. Окраски кислотных форм этих индикаторов отличаются от окрасок основных

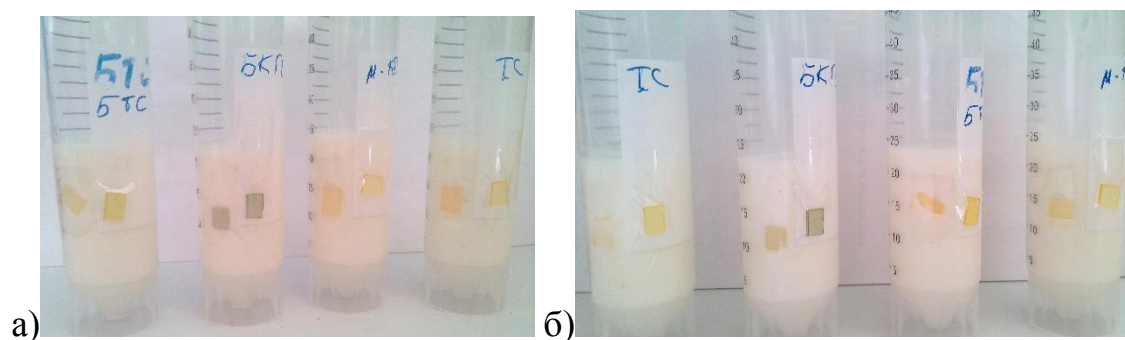
форм. График обратимости кислотно-основных свойств БКП представлен на рисунке 14.



*Рисунок 14 – График обратимости кислотно-основных свойств БКП*

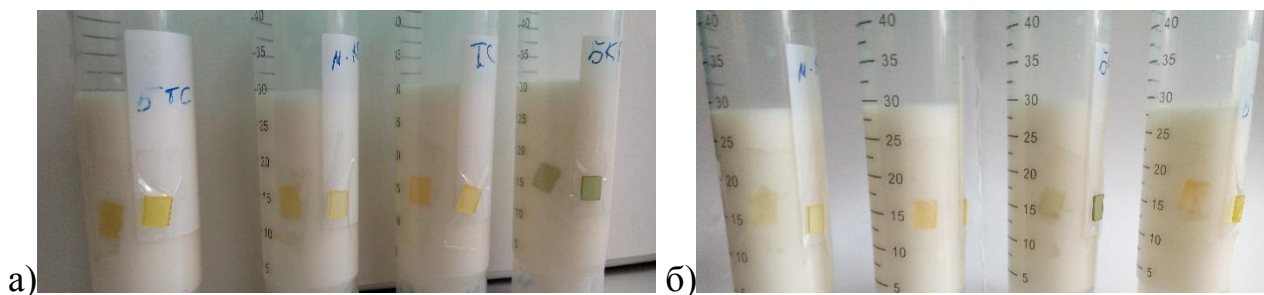
### 3.4 Результаты испытаний выбранных индикаторов на молоке

Эксперимент проводился на молоке фирмы «Деревенское молочко» 3,2 %. На рисунках 15 и 16 представлены результаты проведения данного опыта.



а) первый день хранения, б) последний день хранения (испорченный продукт)

*Рисунок 15 – Проведение эксперимента при  $T=24^{\circ}\text{C}$*

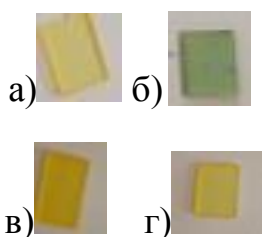


а) первый день хранения, б) последний день хранения (испорченный продукт)

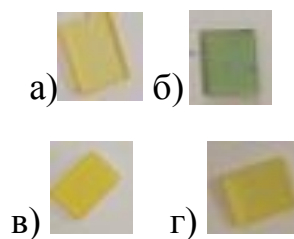
*Рисунок 16 - Проведение эксперимента при  $T=8\text{ }^{\circ}\text{C}$*

По результатам проведённого опыта можно сказать, что только индикатор БКП изменяет окраску. Остальные же индикаторы теряют интенсивность окраски. Незначительно меняет окраску БТС.

На втором этапе проверки были выбраны 2 кислотно-основных индикатора, иммобилизованных в ПММ: БКП и БТС. Был повторён опыт, только уже матрицы имели точку равновесия, т.е. индикаторы сперва были помещены на 15 минут в раствор с рН равным 6,65, таким же рН, как и у молока. Результаты представлены на рисунках 16 и 17.



*Рисунок 17 – Индикаторы, а) БТС до опыта, б) БКП до опыта, в) БТС после опыта г) БКП после опыта при  $T=24\text{ }^{\circ}\text{C}$*



*Рисунок 18 – Индикаторы, а) БТС до опыта, б) БКП до опыта, в) БТС после опыта г) БКП после опыта при  $T=8\text{ }^{\circ}\text{C}$*

Таким образом, можно сказать, что индикатор БКП визуальнее лучше меняет окраску, чем индикатор БТС.

Таким образом, подводя к итогу, можно с уверенностью сказать, что кислотно-основной индикатор, иммобилизованный в ПММ, в данном случае БКП, можно использовать для оценки свежести молока.

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

### **Введение**

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Разрабатываемый в данной выпускной квалификационной работе кислотно-основной индикатор, иммобилизованный в полиметакрилатную матрицу направлен на определение свежести молочной продукции.

Для того чтобы определить потенциальных потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Сегментирование рынка по разработке приборов для определения свежести молочной продукции производится по следующим критериям: размер компании и стоимость продукта. Карта сегментирования представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Карта сегментирования рынка по проверке свежести молочной продукции

Параметр		Приборы для определения кислотности молочной продукции	
		анализаторы кислотности	кислотно-основные индикаторы, иммобилизованные в ПММ
Размер компании	Крупная		
	Средняя		
	Мелкая		
Стоимость	Высокая		
	Средняя		
	Низкая		

Анализируя таблицу, можно сделать вывод, что в крупных, средних и мелких компаниях востребованы кислотно-основные индикаторы, иммобилизованные в ПММ. Это объясняется тем, что индикаторы встраиваются в упаковку, не нарушая ее целостности не требует постоянного контроля.



#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для оценки сравнительной эффективности научной проводится анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, представленной в таблице 4.2. В таблице представлены следующие конкурентные товары: индикаторы, иммобилизованные в полиметакрилатную матрицу (Ф), индикаторы, иммобилизованные в золь-гель (к1), индикаторы, иммобилизованные в оптическую пленку (к2).

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1 Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,10	5	4	5	0,50	0,40	0,50
2 Помехоустойчивость	0,05	5	4	3	0,25	0,20	0,15
3 Надежность	0,15	5	4	4	0,75	0,60	0,60
4 Безопасность	0,20	5	3	4	1,00	0,60	0,80
5 Простота эксплуатации	0,10	5	4	5	0,50	0,40	0,50
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1 Конкурентоспособность продукта	0,15	5	5	4	0,75	0,75	0,60
2 Уровень проникновения на рынок	0,05	4	4	3	0,20	0,20	0,15
3 Цена	0,10	4	3	5	0,40	0,30	0,50
4 Финансирование научной разработки	0,05	5	4	5	0,25	0,20	0,25
5 Срок выхода на рынок	0,05	5	4	4	0,25	0,20	0,20
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	<b>39</b>	<b>42</b>	<b>4,85</b>	<b>3,85</b>	<b>4,25</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (4.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Уязвимость позиции конкурентов заключается в том, что их разработки менее надежны, имеют меньшую помехоустойчивость и сроки выхода на рынок конкурентов малы, поэтому имеется возможность занять свою нишу и увеличить определенную долю рынка.

### 4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений по технологии QuaD представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1	0,05	75	100	0,75	0,0375
2 Надёжность	0,15	80	100	0,80	0,12
3 Удобство в эксплуатации	0,1	85	100	0,85	0,085
4 Безопасность	0,20	95	100	0,95	0,19
5 Простота	0,10	75	100	0,75	0,075

### Продолжение таблицы 4.3

Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
6 Конкурентоспособность продукта	0,15	80	100	0,80	0,12
7 Уровень проникновения на рынок	0,05	70	100	0,70	0,035
8 Цена	0,10	75	100	0,75	0,075
9 Финансовая эффективность научной разработки	0,05	75	100	0,75	0,0375
10 Срок выхода на рынок	0,05	65	100	0,65	0,0325
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>0,81</b>

Проведем оценку качества и перспективности по технологии QuaD по формуле (4.2):

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (4.2)$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $P_{cp}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Перспективность в нашем случае составляет 81 %. Данное расчетное значение свидетельствует о том, что перспективность разработки очень высока.

#### 4.1.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов. Описываются сильные и слабые сторон проекта, выявляются возможности и угрозы для реализации

проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Результаты SWOT-анализа представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Простота применения С2. Наглядность. С3. Высокая конкурентоспособность С4. Надежность	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Отсутствие материала в ТПУ для разработки проекта. Сл2. Отсутствие необходимого оборудования для проведения дополнительных испытаний.
<b>Возможности:</b> В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Работа с перспективными сегментами рынка В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	В1С2С4 – увеличение доли рынка за счет использования всех функциональных возможностей и технических характеристик; В2С1 – автоматизированное управление позволяет изолировать оператора от элементов электрической цепи; В3С1С2С4 – продвижение разработки с акцентированием внимания на достоинствах	В1Сл2 – расширение области применения расширит и целевую аудиторию; В2Сл1 – обеспечение безопасности при эксплуатации снижает риск появления чрезвычайных ситуаций.
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.	У1С3 – из-за низкой стоимости производства, при росте цен на материалы,	У2Сл1 – усиление защит от возникновения чрезвычайных ситуаций.

#### Продолжение таблицы 4.4

У2. Появление наиболее перспективных разработок.	стоимость разработки увеличится не существенно; У2С1С2С4 – расширение функциональных	
У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.	возможностей; У3С2С3С4 – доработка конструкции, снижение цен.	

## 4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для определения возможных альтернатив при проведении научного исследования используется морфологический подход. Составляется морфологическая матрица для определения морфологических характеристик системы исследования. Морфологическая матрица представлена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Морфологическая матрица для калибратора фиктивной мощности

	1	2	3	4
А. Способ представления информации	текст;	графики; таблицы;	видео;	аудио;
Б. Содержание метода	анализ метода; анализ средств;	анализ существующих средств;	анализ существующих методов;	рассмотрение других методов;
В. Структура метода способа измерения	метод; средства; анализ; выбор;	метод; физическое пояснение; анализ;	средства; физическое пояснение; выбор;	средства; экономическое обоснование; выбор;
Г. Способы получения информации	интернет; руководитель;	энциклопедии; книги;	получение информации из прибора;	комбинированный метод получения информации;
Д. Требуемые человеческие ресурсы для выполнения работы	команда инженеров;	1 студент;	лаборант;	1 профессор;

В результате составленной морфологической матрицы анализа выявлены наиболее 3 удачные комбинации составления данной работы:

1. А1В4В3Г1Д3 - наиболее дешевый способ;
2. А2В1В4Г3Д1 - затратный способ;
3. А1В1В1Г4Д2 - универсальный способ.

### 4.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 4.3.1 Составление перечня работ

Для выполнения научного исследования была создана рабочая группа, в которую вошли научный руководитель (НР) и студент (С), выполняющий написание бакалаврской ВКР.

В данном подразделе был создан перечень работ и отдельных этапов в рамках проведения исследования, а также приведены исполнители по каждому виду работ. Данный перечень представлен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Перечень работ, этапов и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материала по теме	Студент
	3	Выбор направления исследования	Научный руководитель, студент
	4	Календарное планирование работ	
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение теоретического материала по выбранному направлению	Студент
	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	7	Построение моделей и проведение эксперимента	Научный руководитель, студент
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент

#### Продолжение таблицы 4.6

Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, студент
--------------------------------	---	---	-------------------------------

### 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения ожидаемого значения трудоемкости  $t_{ож}$  используется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (4.4)$$

где  $t_{\min}$  – минимальная трудоемкость выполнения работы, чел.-дн.;

$t_{\max}$  – максимальная трудоемкость выполнения работы, чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$  по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4.5)$$

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

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

### 4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика следует перевести длительность каждого этапа работ из рабочих дней в календарные. Продолжительность выполнения работы в календарных днях  $T_{Ki}$  рассчитывается по формуле:

$$T_{Ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.6)$$

где  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4.7)$$

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

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

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

Все рассчитанные значения представлены в таблице 4.7.

На основании таблицы 4.7 был построен календарный план-график  
таблица 4.8.

Таблица 4.7 – Временные показатели проведения НТИ


Номер работы	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$ , раб. дн.	Длительность работ в календарных днях $T_{Ki}$ , кал. дн.
		$t_{\min}$ , чел.- дн.	$t_{\max}$ , чел.- дн.	$t_{\text{о.ж.и}}$ , чел.- дн.		
1	НР	1	3	1,8	1,8	3
2	С	6	10	7,6	7,6	11
3	НР	2	6	3,6	1,8	3
	С	5	9	6,6	3,3	5
4	НР	3	6	4,2	2,1	3
	С	5	15	9	4,5	7
5	С	15	25	19	19	28



Продолжение таблицы 4.7

6	С	12	22	16	16	24
7	НР	5	7	5,8	2,9	4
	С	10	19	13,6	6,8	10
8	С	2	13	6,4	6,4	10
9	НР	1	3	1,6	0,8	1
	С	6	18	10,8	5,4	8

Таблица 4.8 – Календарный план-график

№ рабо ты	Испол нители	$T_{Ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
			Февраль		Март			Апрель			Май			
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	НР	3												
2	С	11												
3	НР	3												
	С	5												
4	НР	3												
	С	5												
5	С	28												
6	С	24												
7	НР	4												
	С	10												
8	С	10												

[illegible]

#### 4.3.4 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты  $Z_M$  на  $i$ -й материальный ресурс рассчитывается по формуле:

$$3_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m (\Pi_i \cdot N_{\text{pac}xi}), \quad (4.8)$$

где  $k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

$m$  – количество видов материальных ресурсов, используемых для выполнения научного исследования;

$\Pi_i$  – цена на приобретение  $i$ -го вида приобретаемого материального ресурса;

$N_{расхi}$  – количество материального ресурса  $i$ -го вида, которое планируется для использования при выполнении научного исследования.

После проведения расчетов материальных затрат результаты занесли в таблицу 4.9.

Таблица 4.9 – Материальные затраты

Наименование	Количество, шт.			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Зм), руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3			
							Исп.1	Исп.2	Исп.3
ПНН	6	1	6	69	743	186	414	743	1116
ПНТ	1	1	1	528	528	1251	528	528	1251

Продолжение таблицы 4.9

ПК	1	1	1	38500	38500	38500	38500	38500	38500
Итого							39442	39771	40867

#### 4.4 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 финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.9)$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Рассчитывается интегральный финансовый показатель для каждого исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{105796,90}{107449,90} = 0,98; \quad I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{106178,50}{107449,90} = 0,99; \quad I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{107449,90}{107449,90} = 1.$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.10)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Бальная оценка каждого варианта исполнения по техническим критериям, учитывающая также и конкурентные технические решения, рассмотренные ранее, представлена в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1 Надежность	0,25	5	5	5
2 Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	5
3 Помехоустойчивость	0,15	5	4	3
4 Безопасность	0,20	5	4	4
5 Простота эксплуатации	0,15	5	5	4
6 Материалоёмкость	0,1	5	4	3
<b>ИТОГО</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4,4</b>	<b>4</b>

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{исп1}^{финр}}, \quad I_{исп2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{исп2}^{финр}}, \quad I_{исп3} = \frac{I_{р-исп3}}{I_{исп3}^{финр}}, \quad (4.11)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки, представленное в таблице 4.11, позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Таблица 4.11 - Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки	0,98	0,99	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,40	4,15
Интегральный показатель эффективности	4,74	4,44	4,15
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,07	0,94	0,88
	1,14	1,07	0,93

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что первый вариант исполнения является наиболее эффективным с позиции финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Таким образом, в результате работы была проведена оценка потенциальных потребителей результатов исследования, был проведен анализ конкурентных решений и формирование бюджета затрат, формирования сроков исполнения. Кроме того, была проведена оценка сравнительной эффективности исследования и выбран наилучший вариант исполнения. Также можно сделать вывод, что наиболее эффективным является первое исполнение.

## **5 Социальная ответственность**

### **Введение**

Незаменимым разделом выпускной квалификационной работы является социальная ответственность, поскольку в данном разделе освещены вопросы безопасности труда, затронута область защиты окружающей среды от вредных воздействий исследований. В условиях производственной деятельности безопасность работника обеспечивается ограничением уровней воздействия на него вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса нормативными значениями, либо полным исключением этих видов воздействия.

Исследования проводились в лаборатории Национального исследовательского Томского государственного университета, специально оборудованной для этих целей.

Целью работы является разработка кислотно-основных индикаторов, иммобилизованных в полиметакрилатную матрицу в качестве индикатора свежести молочной продукции. Рабочее место представляет собой компьютерный стол с персональным компьютером, спектрофотометром Shimadzu – UV 1800, реагентами и необходимыми растворами органических соединений.

Работа производится сидя, при небольшом физическом напряжении. Обработка полученной информации с прибора и её визуализация производится на компьютере, состоящем из системного блока и монитора, поэтому выполняемые работы сводятся к взаимодействию с персональным компьютером. Работа с компьютером вызывает значительное умственное напряжение и нагрузку пользователя, высокую напряженность зрительной работы и является причиной достаточно ощутимой нагрузки на мышцы рук при

длительной работе с мышью и клавиатурой. Для оптимального поддержания рабочей позы пользователя необходимо рациональное расположение требуемых элементов и рациональная конструкция рабочего места. Также при работе с компьютером необходимо рационально распределять время на работу и отдых.

В данном разделе рассматривается комплекс мероприятий, с помощью которых происходит минимизация негативного воздействия факторов, возникающие при работе с компьютером, спектрофотометром и химическими реагентами. Благодаря проведению данных мероприятий можно повысить производительность труда сотрудников и улучшить условия работы в лаборатории.

## **5.1 Производственная безопасность**

### **5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования**

Объектом исследования является оптический индикатор свежести молочной продукции. Индикатор представляет собой кислотно-основной индикатор, иммобилизованный в полиметакрилатную матрицу. Объект безопасен в использовании, так как находится в твердофазном состоянии. Все вредные вещества в полиметакрилате исчезают на стадии синтеза.

Единственным опасным фактором может быть аллергическая реакция на полиметакрилат.

### **5.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.**

При работе с полиметакрилатными матрицами в химической лаборатории могут возникнуть некоторые вредные и опасные факторы. Их перечень представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по оценке исправности функционирования аналитического оборудования, используемого для анализа оптических индикаторов

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Пусконаладочные работы: 1) подготовка	1) отклонение показателей микроклимата;	1) опасность поражения электрическим	1) параметры микроклимата, параметры уровня шума,



Продолжение таблицы 5.1

оборудования к работе; 2) установка оптического индикатора в ячейку спектрофотометра; 3) запуск анализа индикатора в спектрофотометре; 4) получение и обработка данных на персональном компьютере.	2) повышенный уровень шума на рабочем месте; 3) повышенный уровень электромагнитных излучений; 4) недостаточная освещенность рабочей зоны; 5) повышенный уровень вибрации.	током; 2) опасность пожара; 3) опасность отравления химическими реагентами.	параметры уровня электромагнитных излучений, параметры освещенности, параметры уровня шума устанавливаются СанПиН 2.2.4.3359-16; 2) пожарная безопасность и безопасность проведения работ в аналитических лабораториях устанавливаются ПНД Ф 12.13.1-03.
---	---	---	---

Далее более подробно изучаются выявленные вредные и опасные факторы.

### 5.1.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

#### 5.1.3.1 Отклонение показателей микроклимата

Одной из важных характеристик производственных помещений является микроклимат. В организме человека происходит непрерывное выделение тепла. Одновременно с процессами выделения тепла происходит непрерывная теплоотдача в окружающую среду. Равновесие между выделением тепла и теплоотдачей регулируется процессами терморегуляции, т.е. способностью организма поддерживать постоянство теплообмена с сохранением постоянной температуры тела. Отдача тепла происходит различными видами: излучением, конвекцией, испарением влаги. Вследствие нарушения теплового баланса в условиях высокой температуры возможен перегрев тела, а также тепловой удар

с потерей сознания. В условиях низкой температуры воздуха возможно переохлаждение организма, могут возникнуть простудные болезни, радикулит, бронхит и другие заболевания. К параметрам микроклимата относятся: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения. Оптимальные значения этих характеристик зависят от сезона (холодный, тёплый), а также от категории физической тяжести работы. Для инженера-метролога она является лёгкой (1а), так как работа проводится сидя, без систематических физических нагрузок. Согласно требованиям, оптимальные и допустимые параметры микроклимата в рабочих помещениях приведены в таблице 5.2 и таблице 5.3. [32]

Таблица 5.2 – Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1
<p>Примечания.</p> <p>1. Перепад температуры воздуха по высоте от уровня пола (0,1; 1,0; 1,5) м должен быть не более 3°С.</p> <p>2. Перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать 4°С.</p>				

Таблица 5.3 – Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более**
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75*	0,1	0,1
Теплый	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75*	0,1	0,2
<p>Примечания.</p> <p>*При температуре воздуха 25 °С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха не должны приниматься в соответствии с требованиями п.2.2.8 [32]</p> <p>** При температурах воздуха 26-28 °С скорость движения воздуха в теплый период года должны приниматься в соответствии с требованиями п.2.2.9 [32]</p>						

Для создания благоприятных условий труда и повышения производительности, необходимо поддерживать оптимальные параметры микроклимата производственных помещений. Для этого должны быть предусмотрены следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование.

### 5.1.3.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Одной из важных характеристик производственных помещений является уровень шума. Основными источниками шума в помещении являются:

- система охлаждения центральных процессоров;
- работа насосной установки хроматографа;
- жесткие диски.

Повышенный уровень шума неблагоприятно воздействует на организм человека в целом, так и на нервную систему и органы слуха в частности, что ведет к падению производительности труда и может привести к развитию заболеваний нервной системы и снижению слуха. При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Допустимые уровни звукового давления в помещениях для персонала, осуществляющего эксплуатацию ЭВМ при разных значениях частот, приведены в таблице 5.3 [32].

Таблица 5.4 – Допустимые уровни звука на рабочем месте

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентного звука (в дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, программисты, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для снижения уровня шума, производимого персональными компьютерами, рекомендуется регулярно проводить их техническое

обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы. Для снижения уровня шума с улицы рекомендуется установка герметичных стеклопакетов, а также посадка зеленых насаждений на прилегающей территории.

### 5.1.3.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

При работе с компьютером пользователь находится в непосредственной близости к монитору, что вызывает воздействие электромагнитных полей (ЭМП). Вредное влияние переменных магнитных полей должно быть учтено при организации рабочего места с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ). Когда на человека воздействуют поля, напряженность которых выше допустимой нормы, то возникают нарушения нервной, сердечно-сосудистой системы и некоторых биологических показателей крови [32].

Работа проводилась на современном компьютере, где значения электромагнитного излучения малы и отвечают требованиям, которые приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Временно допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах [32]

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне от 2 кГц до 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне от 2 кГц до 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

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

#### **5.1.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Около 80% общего объема информации человек получает через зрительный канал. Качество поступающей информации во многом зависит от освещения, неудовлетворительное качество которого вызывает утомление организма в целом. При неудовлетворительном освещении снижается производительность труда и увеличивается количество допускаемых ошибок. Так как работа в аналитической лаборатории подразумевает зрительный тип работы, то организация правильного освещения имеет значительное место. Пренебрежение данным фактором может привести к профессиональным болезням зрения. В рабочем помещении необходимо естественное освещение (через окна) и искусственное освещение (использование ламп при недостатке естественного освещения). Светильники в помещении должны располагаться равномерно по площади потолка, тем самым обеспечивая равномерное освещение рабочих мест.

Помещения, в которых работающий находится большую часть (более 50%) или более 2 часов непрерывно своего рабочего времени, должны иметь естественное освещение. Без естественного освещения допускается проектировать помещения при необходимости соблюдения определенного технологического процесса, а также помещения, размещение которых разрешено в цокольных и подвальных этажах зданий и сооружений.

Разряд зрительных работ лаборанта относится к разряду III подразряду г (высокой точности), параметры искусственного освещения указаны в приложении Б.

В помещениях без естественного света освещенность рабочей поверхности, создаваемую светильниками общего освещения в системе комбинированного освещения, следует повышать на одну ступень.

Яркость рабочей поверхности не должна превышать значений, указанных в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Допустимые уровни яркости рабочих поверхностей по условиям отраженной блескости [32]

Площадь рабочей поверхности, м <sup>2</sup>	Наибольшая допустимая яркость, кд/м <sup>2</sup>
Менее 0,0001	2000
от 0,0001 до 0,001	1500
от 0,001 до 0,01	1000
от 0,01 до 0,1	750
Более 0,1	500

#### 5.1.3.5 Повышенный уровень вибрации

Вибрация неблагоприятно воздействует на человека. Причиной возбуждения вибраций их источником в нашем случае является работа насосной установки. Исследователь испытывает общую технологическую вибрацию, так как она передается на него через опорные поверхности тела и возникает при работе на хроматографе.

Производственная вибрация, имеющая значительную амплитуду и продолжительность действия, передаваясь здоровым тканям и органам, оказывает вредное влияние, прежде всего, вызывая нейротрофические и гемодинамические нарушения.

Изменяется вибрационная, температурная и болевая чувствительность кожи. Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма, а локальная вибрация вызывает сотрясение определенной части тела. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц не приводит к вибрационной болезни. Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6 – 9 Гц.

Предельно допустимые величины эквивалентного скорректированного виброускорения за рабочую смену производственной вибрации приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации [32]

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Коррекция	Нормативные эквивалентные корректированные значения и уровни виброускорения	
				м/с <sup>2</sup>	дБ
Локальная		X <sub>л</sub> , Y <sub>л</sub> , Z <sub>л</sub>	W <sub>h</sub>	2,0	126
Общая	3в	Z <sub>0</sub>	W <sub>k</sub>	0,014	83
		X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub>	W <sub>d</sub>	0,0099	80
Примечание.					
W <sub>h</sub> - фильтр частотной коррекции по ГОСТ 31192.1-2004.					
W <sub>d</sub> , W <sub>k</sub> - фильтры частотной коррекции по ГОСТ 31191.1-2004.					

Вибрация нормируется для направлений осей базицентрической системы координат. Направления осей базицентрической системы координат приведены на рисунках 19 и 20.



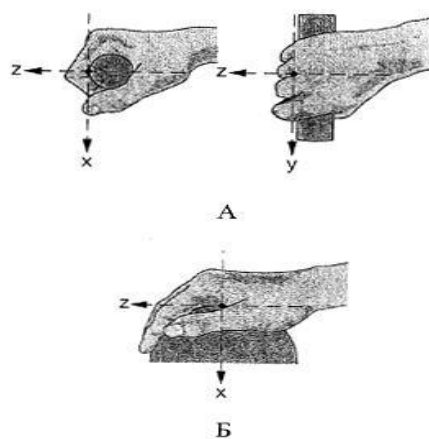


Рисунок 19 - Направление осей при измерениях локальной вибрации

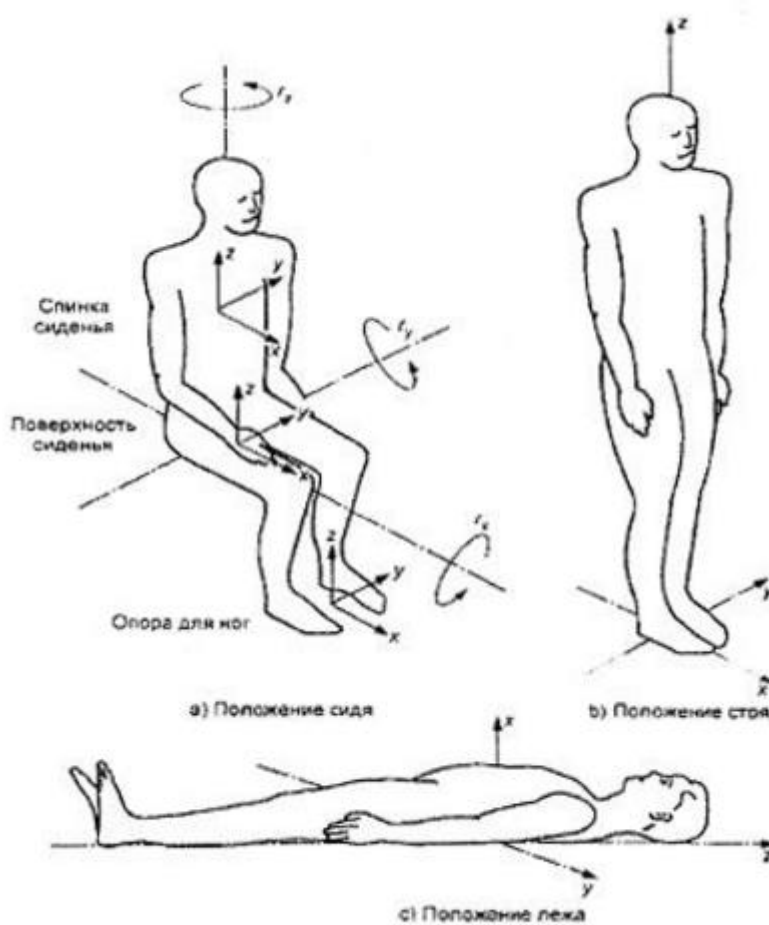


Рисунок 20 – Направление осей при измерениях общей вибрации

Колебания рабочих мест с указанными частотами весьма опасны, так как могут вызвать механическое повреждение или даже разрыв этих органов.

Длительное воздействие интенсивной вибрации может привести к заболеванию вибрационной болезнью, связанной с нарушением деятельности жизненно важных органов и систем человека: нервной, сердечно-сосудистой, опорно-двигательного аппарата. Вибрационная болезнь относится к группе профзаболеваний, эффективное лечение которых возможно только на ранней стадии. Признаками вибрационной болезни являются боли в мышцах, зуд, тошнота, ощущение тряски внутренних органов, головные боли, бессонница. При частоте больше 16 –20 Гц вибрация сопровождается шумом. Вибрация и шум снижают производительность и качество труда работников, причем снижение производительности труда тем больше, чем сложнее трудовой процесс и чем больше в нем элементов умственного труда. Для уменьшения шумов и вибрации применяют:

- установку приборов на массивные фундаменты;
- тщательную статическую и динамическую балансировку подвижных частей.

В нашем случае спектрофотометр устойчиво стоит на рабочем столе, подвижные части находятся в корпусе прибора, следовательно, вне зоны непосредственного доступа.

#### **5.1.3.5 Опасность поражения электрическим током**

Поскольку в данной работе используется электрооборудование, для производственного объекта характерным является возможность поражения электрическим током [32]. Чтобы снизить риск необходимо соблюдать нормы электробезопасности. Электробезопасность — это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока,

электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Опасность поражения электрическим током усугубляется тем, что в отличие от прочих опасностей человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно, как, например, движущейся части, раскалённый объект, открытые люки, не ограждённые площадки на больших высотах. Опасность обнаруживается слишком поздно — когда человек уже поражён. Помещение, где расположены персональные вычислительные машины, относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствуют следующие факторы:

- сырость;
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- высокая температура.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести:

- при производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;
- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;

- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

В целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;
- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;
- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;
- загромождать подходы к электрическим устройствам.

#### **5.1.3.6 Опасность возникновения пожара**

В помещениях с ПЭВМ повышен риск возникновения пожара. Неисправность электрооборудования, освещения, неправильная их эксплуатация, наличие статического электричества неудовлетворительный надзор за пожарными устройствами и производственным оборудованием 40 может послужить причиной пожара [33]. Пожар на предприятии наносит большой материальный ущерб и часто сопровождается несчастными случаями с людьми. Пожарная безопасность включает в себя комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращения пожара, ограничение его распространения, а также создание условия для успешного тушения пожара. Для профилактики пожара должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения; проводиться инструктаж и тренировки по действиям в случае пожара; не загромождаться и не блокироваться эвакуационные выходы; выполняться требования правил технической

эксплуатации и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок; во всех служебных помещениях должен быть установлен «План эвакуации». Здание корпуса №6 ТГУ, в котором располагается лаборатория, соответствует требованиям пожарной безопасности. В здании установлена система охранно-пожарной сигнализации, имеются в наличии порошковые огнетушители и план эвакуации, а также установлен план эвакуации с указанием направлений к запасному (эвакуационному) выходу. На рисунке 21 представлен план эвакуации при возникновении пожара и других ЧС.



Условные обозначения:

- огнетушитель
- кнопка ручного пожарного извещателя
- электрошокер
- телефон
- основной выход
- основной путь эвакуации

Рисунок 21 - План эвакуации (четвёртый этаж)

## **5.2 Экологическая безопасность**

### **5.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

Под охраной окружающей среды характеризуется различного рода мероприятиями, влияющие на следующие природные зоны:

- атмосфера;
- гидросфера;
- литосфера.

Полиметакрилатная матрица, из-за её маленького размера, можно не считать экологически опасным объектом. Но в большом количестве это может привести к экологической катастрофе, так как утилизация полимерных материалов времязатратное и дорогостоящее действие.

### **5.2.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.**

Лаборатория с персональным компьютером и хроматографом относится к пятому классу, размер санитарно-защитной зоны которого равен 50 метров, так как работа на персональном компьютере и хроматографе не является экологически опасной.

В лаборатории не ведется никакого производства. К отходам, производимым в помещении можно отнести сточные воды и бытовой мусор. Сточные воды здания относятся к бытовым сточным водам. За их очистку отвечает городской водоканал. Основной вид мусора – это отходы печати,

бытовой мусор (в т. ч. люминисцентные лампы), неисправное электрооборудование, коробки от техники, использованная бумага.

### **5.2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды**

**1** Полиметакрилатная матрица относится к области химической технологии, экологии, в частности к способу утилизации отходов полимеров. Способ утилизации отходов полимеров осуществляют в низших спиртах-растворителях, находящихся в сверхкритическом состоянии, в реакторах закрытого типа, при температуре и давлении, превышающих критические значения для исходной реакционной смеси. В качестве низшего спирта используют метиловый спирт, этиловый спирт, пропиловый спирт, изопропиловый спирт. Процесс осуществляют в области давления 100-270 атм и при 200-260°C в реакторе-автоклаве с перемешиванием. Способ позволяет провести деполимеризацию и превращение полимерных материалов в гомогенные жидкие соединения с высокой степенью конверсии за малые времена контакта.

**2** Утилизация отходов печати вместе с бытовым мусором происходит в обычном порядке. Утилизация электрических приборов осуществляется сотрудниками университета и предусматривает следующую поэтапность:

**2.1** Правильное заполнение акта списания с указанием факта невозможности дальнейшей эксплуатации перечисленных в акте электрических приборов, о чем имеется акт технического осмотра;

**2.2** Осуществление списания перечисленных в акте электрических приборов с баланса предприятия с указанием в бухгалтерском отчете, так как утилизация возможна для осуществления только после окончательного списания;

**2.3** Непосредственно утилизация электрических приборов с полным демонтажем устройств на составляющие детали с последующей сортировкой по видам материалов и их дальнейшей передачей на перерабатывающие заводы.

### **5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Наиболее характерной чрезвычайной ситуацией для данного производственного помещения является пожар [32].

Пожарная опасность персональных электронно-вычислительных машин, обусловлена наличием в применяемом электрооборудовании горючих изоляционных материалов. Горючими являются изоляция обмоток соединительных проводов и кабелей.

Согласно определению категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности (НПБ 105-03) производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на категории А, Б, В, Г, Д.

Помещение по пожарной и взрывной опасности относят к категории Г (умеренная пожароопасность), характеризующейся отсутствием легковоспламеняющихся веществ и материалов в горячем состоянии.

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- электрические перегрузки;
- выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов;
- курение в неположенных местах.



Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляться имеющимися огнетушителями ОУ-5.

Чтобы предотвратить пожар в лаборатории, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводится влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из помещения с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы и т.д и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;
- правильное содержание помещения;
- противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;49
- организация добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий;
- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации

При строительстве зданий и сооружений с учётом категории производства применяют строительные материалы и конструкции, которые подразделяются на три группы:

- сгораемые;
- трудносгораемые;
- несгораемые.

Здание, в котором находится помещение относится к несгораемым.

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

### **5.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности**

Законодательством РФ регулируются отношения между организацией и работниками, касающиеся оплаты труда, трудового распорядка, социальных отношений, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и др.

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников:

- до 16 лет – не более 24 часов в неделю,
- от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы.

- для работников, работающих на местах, отнесенных к вредным условиям труда 3 и 4 степени – не более 36 часов.

Возможно установление неполных рабочих день для беременной женщины; одного из родителей (опекуна, попечителя), имеющего ребенка в возрасте до четырнадцати лет (ребенка-инвалида в возрасте до восемнадцати лет). Оплата труда при этом производится пропорционально отработанному времени. Ограничений продолжительности ежегодного основного 45 оплачиваемого отпуска, исчисления трудового стажа и других трудовых прав при этом не имеется. При работе в ночное время продолжительность рабочей смены на один час меньше. Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней. Для работников, занятых на работах с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск. Работнику в течение рабочего дня должен предоставляться перерыв не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни производится только с посменного согласия работника. Организация выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы, в случаях, предусмотренных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя. Законодательством РФ запрещены дискриминация по любым признакам, а также принудительный труд.

Со стороны работника предполагается, что он должен знать:

- отраслевые правила функционирования предприятия;
- основные правила работы и особенности конкретного вида труда;
- правила техники безопасности и противопожарные мероприятия;

- правила санитарии и гигиены;
- применяемое оборудование и правила его эксплуатации и т. д.

#### **5.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности**

Оснащение и планировка рабочих мест - основа их организации. Элементами оснащения рабочих мест являются основное и вспомогательное оборудование, технологическая и организационная оснастка.

Вспомогательное оборудование состоит из подъемных устройств, различных транспортеров, контрольных приборов, испытательных стендов и других подсобных средств.

Технологическая оснастка включает инструментарий и техническую документацию.

Окраска помещений и мебели должна способствовать созданию благоприятных условий для зрительного восприятия, хорошего настроения.

Источники света, такие как светильники и окна, которые дают отражение от поверхности экрана, значительно ухудшают точность знаков и влекут за собой помехи физиологического характера, которые могут выразиться в значительном напряжении, особенно при продолжительной работе. Отражение, включая отражения от вторичных источников света, должно быть сведено к минимуму. Для защиты от избыточной яркости окон могут быть применены шторы и экраны.

В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола. Окна ориентированы на юг: - стены зеленовато-голубого или светло-голубого цвета; пол – зеленый. Окна ориентированы на север: – стены светло-оранжевого или оранжево-желтого цвета; пол – красновато-оранжевый.

Окна ориентированы на восток: стены желто-зеленого цвета, пол – зеленый или красновато-оранжевый. Окна ориентированы на запад: – стены желто-зеленого или голубовато-зеленого цвета; пол зеленый или красновато-оранжевый.

Совершенствование планировки рабочего места должно быть направлено на устранение лишних и нерациональных трудовых движений, максимальное сокращение перемещения рабочего и материальных элементов трудового процесса, а следовательно, на повышение эффективности труда и снижение утомляемости рабочего.

## Заключение

В заключении можно сказать, что была изучена возможность использования полиметакрилатной матрицы с иммобилизованным кислотно-основным индикатором для оценки качества (свежести) молока.

В процессе исследования были проведены все необходимые опыты и в результате были получены спектры кислотно-основных индикаторов, иммобилизованных в ПММ, были изучены свойства кислотно-основных индикаторов и доказано их свойство обратимости. Также был найден наиболее подходящий для оценки свежести молока, кислотно-основной индикатор – бромкрезоловый пурпуровый. В ходе исследований данный индикатор дважды визуально достоверно показал изменение рН молока, тем самым подтверждая, что кислотность молока увеличилась.

Результаты, полученные при проведении исследований, могут быть использованы в реальном секторе экономики и способствовать улучшению качества потребляемой продукции, а также снижению риска отравления некачественной продукцией.

## Список использованных источников

- 1 Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года.
- 2 Dainty, R. H. (1996). Chemical/biochemical detection of spoilage. *International Journal of Food Microbiology*, 33, 19-33.
- 3 ГОСТ 23392-78 Мясо. Методы химического и микроскопического анализа свежести (с Изменениями N 1, 2). – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2009. – 7 с.
- 4 ГОСТ 28283-89 Молоко коровье. Метод органолептической оценки запаха и вкуса. – Издательство стандартов. – 7 с.
- 5 ГОСТ 26669-85 Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов (с Изменением N 1). – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2010. – 10 с.
- 6 ГОСТ 33609-2015 Мясо и мясные продукты. Органолептический анализ. Идентификация и выбор дескрипторов для установления органолептических свойств при многостороннем подходе ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности (с Поправкой). – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2016. – 19 с.
- 7 ГОСТ 7269-2015 Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2016. – 12 с.
- 8 ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа (с Изменением N 1). – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2010. – 88 с.
- 9 ГОСТ Р 53430-2009 Молоко и продукты переработки молока. Методы микробиологического анализа.
- 10 S.T. Krishnan, K.H. Son, N. Kim, B. Viswanath, S. Kim, J.H. An, Development of simple and sensitive hydrogel based colorimetric sensor array for the

real-time quantification of gaseous ammonia, *Mater. Sci. Eng. C*. 72 (2017) 583–589. doi:10.1016/j.msec.2016.11.112.

11 A.Y. Mironenko, A.A. Sergeev, S.S. Voznesenskiy, D. V. Marinin, S.Y. Bratskaya, PH-indicators doped polysaccharide LbL coatings for hazardous gases optical sensing, *Carbohydr. Polym.* 92 (2013) 769–774. doi:10.1016/j.carbpol.2012.09.076.

12 L. Byrne, K.T. Lau, D. Diamond, Monitoring of headspace total volatile basic nitrogen from selected fish species using reflectance spectroscopic measurements of pH sensitive films., *Analyst*. 127 (2002) 1338–1341. doi:10.1039/b206149j.

13 X. Huang, J. Xin, J. Zhao, A novel technique for rapid evaluation of fish freshness using colorimetric sensor array, *J. Food Eng.* 105 (2011) 632–637. doi:10.1016/j.jfoodeng.2011.03.034.

14 X.W. Huang, X.B. Zou, J.Y. Shi, Y. Guo, J.W. Zhao, J. Zhang, L. Hao, Determination of pork spoilage by colorimetric gas sensor array based on natural pigments, *Food Chem.* 145 (2014) 549–554. doi:10.1016/j.foodchem.2013.08.101.

15 M. K. Morsy, K. Zor, N. Kostesha, T.S. Alstroem, A. Heiskanen, H. El-Tanahi, A. Sharoba, D. Papkovsky, J. Larsen, H. Khalaf, M.H. Jakobsen, J. Emneus, Development and validation of a colorimetric sensor array for fish spoilage monitoring, *Food Control*. 60 (2016) 346–352. doi:10.1016/j.foodcont.2015.07.038.

16 P. Zaragozá, A. Fuentes, I. Fernández-Segovia, J.-L. Vivancos, A. Rizo, J. V Ros-Lis, J.M. Barat, R. Martínez-Máñez, Evaluation of sea bream (*Sparus aurata*) shelf life using an optoelectronic nose, *Food Chem.* 138 (2013) 1374–80. doi:10.1016/j.foodchem.2012.10.114.

17 Y. Salinas, J. V. Ros-Lis, J.L. Vivancos, R. Martínez-Máñez, M.D. Marcos, S. Aucejo, N. Herranz, I. Lorente, E. Garcia, A novel colorimetric sensor array for monitoring fresh pork sausages spoilage, *Food Control*. 35 (2014) 166–176. doi:10.1016/j.foodcont.2013.06.043.

18 P. Zaragozá, A. Fuentes, M. Ruiz-Rico, J.L. Vivancos, I. Fernández-Segovia, J. V. Ros-Lis, J.M. Barat, R. Martínez-Máñez, Development of a



colorimetric sensor array for squid spoilage assessment, *Food Chem.* 175 (2015) 315–321. doi:10.1016/j.foodchem.2014.11.156.

19 A. Nopwinyuwong, S. Trevanich, P. Suppakul, Development of a novel colorimetric indicator label for monitoring freshness of intermediate-moisture dessert spoilage, *Talanta*. 81 (2010) 1126–1132. doi:10.1016/j.talanta.2010.02.008.

20 B. Kuswandi, Jayus, A. Restyana, A. Abdullah, L.Y. Heng, M. Ahmad, A novel colorimetric food package label for fish spoilage based on polyaniline film, *Food Control*. 25 (2012) 18–189. doi:10.1016/j.foodcont.2011.10.008.

21 C. Rukchon, A. Nopwinyuwong, S. Trevanich, T. Jinkarn, P. Suppakul, Development of a food spoilage indicator for monitoring freshness of skinless chicken breast, *Talanta*. 130 (2014) 547–554. doi:10.1016/j.talanta.2014.07.048.

22 L. Gerbino, J. Riva, M. Strumia, R.A. Iglesias, A.M. Baruzzi, Thionine immobilized in crosslinked chitosan films, *Sensors Actuators, B Chem.* 131 (2008) 455–461. doi:10.1016/j.snb.2007.12.006.

23 S. Jurmanović, Š. Kordić, M.D. Steinberg, I.M. Steinberg, Organically modified silicate thin films doped with colourimetric pH indicators methyl red and bromocresol green as pH responsive sol-gel hybrid materials, *Thin Solid Films*. 518 (2010) 2234–2240. doi:10.1016/j.tsf.2009.07.158.

24 M. Hosseini, R. Heydari, M. Alimoradi, A novel pH optical sensor using methyl orange based on triacetylcellulose membranes as support, *Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 128 (2014) 864–867. doi:10.1016/j.saa.2014.02.171.

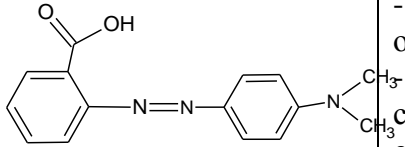
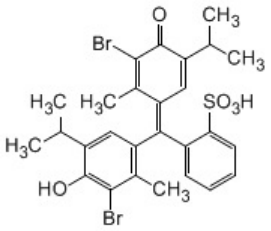
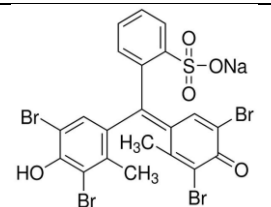
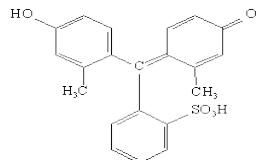
25 S. Dong, M. Luo, G. Peng, W. Cheng, Broad range pH sensor based on sol–gel entrapped indicators on fibre optic, *Sensors Actuators B Chem.* 129 (2008) 94–98. doi:10.1016/j.snb.2007.07.078.

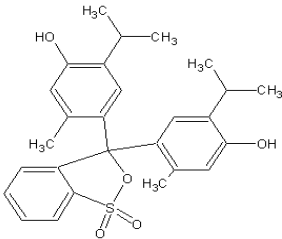
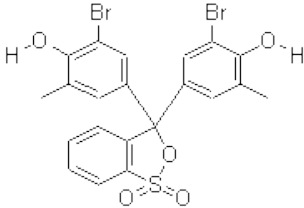
26 E. Bishop, *Indicators*, Pergamon Press, New York, 1972.

27 Alexey Sukhanov, Anastasia Ovsyannikova, Natalya Gavrilenko, Nadezhda Saranchina. Polymethacrylate Matrix with Immobilized Acid–Base Indicators as pH Sensor// *Procedia Engineering* 168 (2016) 477-480.

- 28 Ankita Jagannath Lakade, K. Sundar, Prathapkumar H. Shetty. Nanomaterial-based sensor for the detection of milk spoilage. *LWT - Food Science and Technology*, Volume 75, January 2017, Pages 702–709.
- 29 Qianyun Ma, Lijuan Wang. Preparation of a visual pH-sensing film based on tara gum incorporating cellulose and extracts from grape skins. *Sensors and Actuators B: Chemical*, Volume 235, 1 November 2016, Pages 401–407.
- 30 X. Zhang, S. Lu, X. Chen. A visual pH sensing film using natural dyes from *Bauhinia blakeana* Dunn// *Sens. Actuators B*, 198 (2014), pp. 268–273.
- 31 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2016. – 69 с.
- 32 Нормы пожарной безопасности: НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: МЧС России, 2003. – 26 с.
- 33 Методические рекомендации: ПНД Ф 12.13.1-03 Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения). – М.: ФГУ "Центр экологического контроля и анализа", 2003. – 40 с.

## Приложение А (обязательное)

Индикатор	pK <sub>a</sub>	Брутто-формула	Молярная масса, г/моль	Интервал перехода в растворе	Структурная формула	Применение
Метиловый красный	5,0	C <sub>15</sub> H <sub>15</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	269,3	от pH 4,4 (красный) до pH 6,2 (желтый)		- в качестве кислотно-основного индикатора; при титровании сильных кислот, сильных и слабых оснований.
Бромтимоловый синий	7,3	C <sub>27</sub> H <sub>28</sub> O <sub>5</sub> Br <sub>2</sub> S	624,4	от pH 6,0 (желтый) до pH 7,6 (синий)		- при коллометрическом измерении pH; для нейтрализации в водных растворах; при титровании слабых оснований в концентрированных водных растворах нейтральных солей.
Бромкрезоловый зеленый	4,9	C <sub>21</sub> H <sub>14</sub> O <sub>5</sub> Br <sub>4</sub> S	698,0	от pH 3,8 (желтый) до pH 5,4 (синий)		- при кислотно-основном титровании; при титровании аммиака, карбонатов и свободных алкалоидов.
м-Крезоловый пурпурный	1,5 8,3	C <sub>21</sub> H <sub>18</sub> O <sub>5</sub> S	328,4	1) от pH 1,2 (красный) до pH 2,8 (желтый); 2) от pH 7,4 (желтый) до		- при титровании в неводных средах и в дозиметрии рентгеновского излучения.

				pH 9,0 (пурпурный)		
Тимоловый синий	1,65 9,20	$C_{27}H_{30}O_5S$	466,6	1) от pH 1,2 (красный) до pH 2,8 (желтый); 2) от pH 8,0 (желтый) до pH 9,6 (синий)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- для колориметрического определения pH;</li> <li>- при нейтрализации водных растворов;</li> <li>- для титрования в неводных растворителях, смеси бензола с метиловым спиртом, в апротонных растворителях, в пиридине, концентрированных растворах нейтральных неорганических солей</li> </ul>
Бромкрезоловый пурпуровый	6,4	$C_{21}H_{16}O_5Br_2S$	540,2	от pH 5,2 (жёлтый) до pH 6,8 (пурпурный)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- использование в бактериологии молока, окрашенное БКП, которое более чувствительно к изменениям pH, чем молоко, окрашенное лакмусом.</li> </ul>

## Приложение Б (обязательное)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин	КЕО е <sub>н</sub> , %				
									при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
						всего	в том числе от общего	UGR, не более					

Продолжение таблицы

Высокой точности	От 0,30 до 0,50	Ш	г	Средний	Светлый	400	200	200	25	15	-	-	3,0	1,2
				Большой	Светлый									
				Большой	Средний									