

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

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология  
Кафедра физической и аналитической химии

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Исследование качества фосфатных минеральных удобрений
УДК 661.632'2:543.4/.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДЗВ	Переверзева Наталья Игоревна		

Руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Булычева Елизавета Владимировна	к.х.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Раденков Т.А.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФАХ	Пестряков А.Н.	д.х.н.		

Томск-2017 г.

## Запланированные результаты обучения по программе

Таблица 1-Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>Профессиональные компетенции</b>		
P1	Применять глубокие естественно-научные, математические и инженерные знания для создания новых материалов	Требования ФГОС (ПК-2, 10, 12, 22, 23), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий химического производства для решения междисциплинарных инженерных задач	Требования ФГОС (ПК-2, 4-7, ОК-4), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов химической технологии	Требования ФГОС (ПК-2, 17, 20), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P4	Разрабатывать химико-технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование для создания материалов, конкурентоспособных на мировом рынке	Требования ФГОС (ПК-1, 17-21), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания новых материалов, современных химических технологий, нанотехнологий	Требования ФГОС (ПК-14-16, ОК-2-6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P6	Внедрять, эксплуатировать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды	Требования ФГОС (ПК-1, 10), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Продолжение табл. 1

Универсальные компетенции		
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ПК-3, 8, 13), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности	Требования ФГОС (ПК-7, ОК-3), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации	Требования ФГОС (ПК-9, ОК-4, 5), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития	Требования ФГОС (ПК-5, 6, 10), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-11, ОК-1, 2, 6), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Взаимное соответствие целей ООП и результатов обучения и кредитная стоимость результатов обучения представлены в табл. 3, 4.

Таблица 3-Взаимное соответствие целей ООП и результатов обучения

Результаты обучения	Цели ООП				
	Ц1	Ц2	Ц3	Ц4	Ц5
P1	+	+	+	+	+
P2	+	+		+	
P3	+	+	+	+	+
P4				+	
P5			+		+
P6	+	+		+	
P7		+			
P8			+		+
P9		+			
P10		+	+		
P11			+	+	+

Таблица 4-Кредитная стоимость результатов обучения

<i>Профессиональные компетенции выпускника -100 кредитов ECTS</i>							<i>Универсальные компетенции выпускника-20 кредитов ECTS</i>				
Кредиты	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
		19	20	9	19	21	12	2	4	6	4

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

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»  
Кафедра физической и аналитической химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
Пестряков А.Н.  
(подпись) (дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ДЗВ	Переверзевой Наталье Игоревне

Тема работы:

Исследование качества фосфатных минеральных удобрений

Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 20.04.2017 № 2658/с
---	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	В качестве объектов исследования взять фосфатное минеральное удобрение монокальцийфосфат, провести литературный обзор по тематике научно-исследовательской работы, в экспериментальной части предоставить методики проведения экспериментов, проанализировать полученные результаты, сделать выводы.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Введение, литературный обзор, методика проведения экспериментов, финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность, заключение.
<b>Перечень графического материала</b>	

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедры МЕН, к.э.н., Рыжакина Татьяна Гавриловна

Социальная ответственность	Ассистент кафедры ЭБЖ, Раденков Тимофей Александрович
----------------------------	---

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ФАХ	Булычева Е.В.	к.х.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДЗВ	Переверзева Н.И.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа бакалавра на тему «Исследование качества фосфатных минеральных удобрений» выполнена бакалавром группы 2ДЗВ Переверзевой Н.И., на кафедре ФАХ под руководством кандидата химических наук Булычевой Е.В.

Ключевые слова: фосфатные минеральные удобрения, монокальцийфосфат, качество минеральных удобрений, физико-химические показатели качества, химический состав.

Дипломная работа посвящена анализу состава и свойств фосфатных минеральных удобрений.

При выполнении данной работы в качестве образца фосфатного минерального удобрения был выбран монокальцийфосфат.

В качестве основных анализируемых показателей качества в работе были выбраны следующие показатели: содержание кальция, содержание фосфора, содержание воды, рН, содержание мышьяка. Определение выбранных показателей проводилось методами, рекомендованными нормативными документами на исследуемую продукцию, а также, физико-химическими методами анализа в качестве методов сравнения.

Данная дипломная работа состоит из введения, литературного обзора, характеристики монокальцийфосфата, методов анализа монокальцийфосфата, экспериментальной части, обсуждения результатов, списка литературы.

Дипломная работа изложена на 136 страницах машинописного текста, содержит 3 рисунка и 42 таблицы.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	13
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР .....	15
1.1 История.....	15
1.2 Классификация минеральных удобрений.....	16
1.2.1 Азотные удобрения .....	17
1.2.2 Фосфорные удобрения.....	18
1.2.3 Калийные удобрения.....	19
1.2.4 Комплексные удобрения .....	19
1.2.5 Магниевые удобрения .....	20
1.2.6 Серосодержащие удобрения .....	20
1.2.7 Микроудобрения .....	20
1.3 Свойства удобрений.....	21
1.3.1 Влажность .....	21
1.3.2 Гигроскопичность .....	22
1.3.3 Слеживаемость .....	23
1.3.4 Рассеиваемость .....	23
1.3.6 Прочность гранул.....	24
1.3.7 Плотность.....	24
1.4 Порядок обращения с удобрениями.....	24
1.5 Транспортировка удобрений.....	25
1.6 Приемка и выгрузка .....	26
1.7 Тарирование минеральных удобрений .....	27
1.8 Хранение минеральных удобрений.....	28
1.9 Простейшие методы распознавания удобрений .....	30
1.10 Экономическая эффективность .....	30
1.11 Применение.....	31
1.11.1 Азот.....	31
1.11.2 Фосфор .....	32

1.11.3 Калий .....	32
1.11.4 Комплексные удобрения .....	32
1.11.5 Магниевые удобрения .....	33
1.11.6 Серосодержащие удобрения .....	33
1.11.7 Микроудобрения .....	34
2. ХАРАКТЕРИСТИКА МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА .....	35
2.1 Основные сведения .....	35
2.2 Применение.....	35
2.3 Производство монокальцийфосфата.....	38
2.4 Технические требования.....	40
3. МЕТОДЫ АНАЛИЗА МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА .....	42
3.1 Исследование структуры гранул минеральных удобрений методом гелиевой пикнометрии .....	42
3.1.1 Принцип метода .....	43
3.1.2 Аппаратура.....	43
3.3 Комплексонометрический метод определения кальция (ГОСТ 24596.4-81) .....	43
3.3.1 Сущность метода.....	43
3.3.2 Аппаратура, реактивы и растворы .....	43
3.4 Перманганатометрический метод определения кальция (по методу замещения).....	45
3.4.1 Сущность метода.....	45
3.4.2 Аппаратура, реактивы и растворы .....	45
3.5 Дифференциальный фотометрический метод определения фосфора(ГОСТ 24596.2-2015) .....	46
3.5.1 Сущность метода.....	46
3.5.2 Аппаратура, реактивы и растворы .....	46
3.5.3 Подготовка к анализу, построение градуировочного графика.....	48
3.6 Определение содержания водорастворимых фосфатов в удобрениях объемным методом Шефера .....	49
3.6.1 Сущность метода.....	49

3.6.2 Аппаратура, реактивы и растворы .....	50
3.7 Определение воды методом высушивания (ГОСТ 24596.9-81) .....	50
3.7.1 Сущность метода.....	50
3.7.2 Аппаратура и реактивы .....	50
3.8 Электрометрический метод определения рН (ГОСТ 24596.5-81) .....	51
3.8.1 Сущность метода.....	51
3.8.2 Аппаратура.....	51
3.9 Оксидиметрическое определение мышьяка III .....	51
3.9.1 Сущность метода оксидиметрического титрования.....	51
3.9.2 Аппаратура, реактивы и растворы .....	52
3.10 Методика измерений массовых концентраций марганца в пробах природных и сточных вод р. Иргиз методом атомно-абсорбционной спектрометрии .....	52
3.10.1 Принцип метода .....	52
3.10.2 Средства измерений и вспомогательное оборудование.....	52
3.10.3 Условия выполнения измерений .....	54
3.10.4 Подготовка к выполнению измерений.....	54
3.10.4.1 Приготовление 5 % (v/v) раствора азотной кислоты.....	54
3.10.4.2 Приготовление основного градуировочного раствора с концентрацией 100 мг/дм <sup>3</sup> (раствор А).....	54
3.10.4.3 Приготовление рабочего градуировочного раствора с концентрацией 10 мг/дм <sup>3</sup> (раствор Б).....	55
3.10.4.4 Приготовление рабочего градуировочного раствора с концентрацией 1 мг/дм <sup>3</sup> (раствор В) .....	55
3.10.4.5 Установление градуировочной характеристики.....	56
4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	57
4.1 Исследование структуры гранул минеральных удобрений методом гелиевой пикнометрии .....	57
4.2 Комплексометрический метод определения кальция .....	57

4.3 Перманганатометрический метод определения кальция (по методу замещения) .....	59
4.4 Дифференциальный фотометрический метод определения фосфора (ГОСТ 24596.2-2015) .....	62
4.5 Определение содержания водорастворимых фосфатов в удобрениях объемным методом Шефера .....	65
4.6 Определение воды методом высушивания (ГОСТ 24596.9-81) .....	68
4.7 Электрометрический метод определения pH (ГОСТ 24596.5-81) .....	69
4.8 Оксидиметрическое определение мышьяка III .....	70
4.9 Методика измерений массовых концентраций марганца в пробах природных и сточных вод р. Иргиз методом атомно-абсорбционной спектроскопии. ....	72
4.9.1 Выполнение измерений .....	73
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ .....	77
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	82
5.1 Общая характеристика НИР.....	82
5.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	83
5.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	83
5.2.2 Анализ конкурентных технических решений .....	83
5.2.3 SWOT-анализ.....	84
5.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	88
5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	88
5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	89
5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	92
5.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	97
Термоизлучатель РН 150Вт 240В Е27 (Т 240-150).....	100
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	106
6. Социальная ответственность .....	113
6.1 Анализ вредных факторов производственной среды.....	113

6.1.1 Характеристика вредных веществ .....	114
6.1.2 Освещение на рабочем месте .....	116
6.1.3 Уровень шума .....	117
6.1.4 Микроклимат помещений .....	119
6.2 Анализ опасных факторов производственной среды .....	121
6.2.1 Электробезопасность .....	121
6.2.2 Пожаровзрывоопасность .....	123
6.3 Охрана окружающей среды .....	124
6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях .....	125
6.5 Особенности законодательного регулирования проектных решений .....	127
6.6 Правовые вопросы обеспечения безопасности .....	128
Список использованных источников .....	130

## ВВЕДЕНИЕ

Фосфорсодержащие минеральные удобрения на протяжении длительного времени использовались для повышения урожайности промышленных растений. Однако, известно, что фосфатные минеральные удобрения, в частности, монокальцийфосфат, находят свое применение и в качестве кормовой добавки для крупного рогатого скота.

Кормовая добавка и минеральное удобрение монокальцийфосфат является одной из распространенных добавок, используемых в аграрной промышленности и животноводстве. Применение данной кормовой добавки позволяет избежать заболеваний животных, связанных с недостатком фосфора и кальция, увеличивая продуктивность животных:

- увеличение подоев молока;
- улучшение качества мяса и т.д.

Широкое распространение кормовых добавок и их простой химический состав приводит к возможности фальсификации продукции, связанной с одной стороны с занижением содержания целевых компонентов добавки (фосфора и кальция), а с другой стороны с завышенным содержанием прочих компонентов состава, попадание которых в почву или рацион животных может привести к неблагоприятным последствиям. Очевидно, что контроль качества кормовых добавок является актуальной задачей для предприятий агропромышленного комплекса.

В ходе проведенного исследования установлено, что МКФ соответствует заявленным в стандарте показателям качества, а именно:

- Комплексонометрический метод определения кальция (ГОСТ 24596.4-81.)
- Перманганатометрическое определение кальция (по методу замещения)
- Дифференциальный фотометрический метод определения фосфора (ГОСТ 24596.2-81.)

- Определение содержания водорастворимых фосфатов в удобрениях объемным методом Шефера
- Определение воды методом высушивания (ГОСТ 24596.6-81.)
- Электрометрический метод определения pH (ГОСТ 24596.5-81.)
- Оксидиметрическое титрование (йодометрическое титрование мышьяка III)
- Методика измерений массовых концентраций металлов в природных и поверхностных водах методом атомно-абсорбционной спектрометрии.

### **Цель бакалаврской работы**

Провести анализ состава и свойств минерального удобрения монокальцийфосфата.

### **Для достижения цели были поставлены следующие задачи:**

1. Анализ физических свойств монокальцийфосфата (плотность, пористость).
2. Анализ химического состава монокальцийфосфата в соответствии с ГОСТ 23999-80. КАЛЬЦИЯ ФОСФАТ КОРМОВОЙ и методиками сравнения.
3. Анализ поверхностных и природных вод с территории предприятия-производителя на содержание тяжелых металлов.

# **1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР**

## **1.1 История**

История минеральных удобрений начинается с 1950 года в Германии, когда один из немецких химиков Либих Юстус сделал невероятное открытие, что все растения можно прокормить и вырастить химическими элементами, такими как фосфор, кальций, азот и т.д., для того чтобы урожай был хорошим и плодоносным. Такой набор химических полезных элементов назвали минеральными удобрениями. Вследствие этого, здоровый и полезный урожай можно было получать уже без участия почвы (гидропонный способ). Набор таких удобрений полностью совпадает с составом отходов, в химической промышленности, где производится взрывчатка и порох. Открытие Юстуса Либиха дало понять всем богатым людям, у кого было свое химическое производство, что они могут не выкидывать свои отходы, а организовать бизнес по их продаже всем земледельцам страны, получая при этом огромный доход. Это событие повлекло за собой распространение рекламы о пользе минеральных удобрений и возможности экономии ресурсов, вследствие чего тысячи землевладельцев стали постоянно их приобретать [1].

Однако когда Юстус Либих на личной практике установил, что использование минеральных удобрений намного хуже, чем использование навоза и перегноя, потому что они уничтожают в почве гумус, измельчают ее структуру, почва становится холодной и плотной, в ней становится мало места для влаги и воздуха, повышают трудозатраты по ее механической обработке, он попытался всех остановить, заявляя, что все же лучшим способом для плодородия на полях является способ применения отходов человеческой хозяйственной деятельности. Это замечание было успешно проигнорировано землевладельцами, так как потери прибыли в данном случае были бы слишком большие [1].

В России же распространение минеральных удобрений произошло благодаря деятельности академика Ферсмана Александра Евгеньевича

(руководитель Госкомиссии по изысканию денежных ресурсов на строительство армии). Он предложил советской власти навязать землевладельцам приобретение плугов, тракторов и минеральных удобрений и вследствие этого взять с них деньги, которые бы оплатили строительство армии [1].

В минеральных удобрениях находится более 50 % химических элементов и 50 % балластов, которые также попадают в почву, употребляются в повседневной пище и приносят вред людям, вследствие этого до сих пор возникают споры и пользе и вреде минеральных удобрений [1].

## **1.2 Классификация минеральных удобрений**

На сегодняшний день существует несколько классификаций минеральных удобрений по самым различным признакам.

а) По количеству питательных элементов:

– простые (односоставные, односторонние) имеется только один питательный элемент (например, азот, фосфор, калий, магний, сера);

– комплексные (многосторонние) - имеется несколько питательных элементов (например: диаммофоск, нитрофоск, калийная селитра).

б) По агрегатному состоянию:

– жидкие удобрения (жидкий аммиак, аммиачная вода);

– газообразные удобрения (углекислый газ);

– твёрдые удобрения (натриевая селитра, хлорид аммония).

Твёрдые минеральные удобрения бывают:

– гранулированные (не более 1 мм);

– кристаллические (не более 0,5 мм);

– порошковидные (не менее 1 мм) [2].

в) По виду основного содержащегося элемента:

- азотные удобрения;

- фосфорные удобрения;

- калийные;
- комплексные;
- магниевые;
- серосодержащие;
- микроудобрения [2].

### 1.2.1 Азотные удобрения

Азотные удобрения - это удобряющие вещества, которые содержат азот в разных химических соединениях. Азотные удобрения производят на основе синтетического аммиака, получаемого из воздуха, водорода и молекулярного азота. Нефтяной, коксовый и природный газ служит источником водорода. Производство азота требует значительных энергозатрат. Энергия, затрачиваемая на 1 тонну азота равна переработке 4 тоннам нефти [3].

Азотные удобрения, в зависимости от агрегатного состояния и формы содержания азота подразделяются на:

Аммонийные удобрения - азот содержится в аммонийной форме ( $\text{NH}_4^+$ ). К ним относится хлористый аммоний, сульфат аммония-натрия, сульфат аммония. Физиологическая кислотность ограничивает их использование, чтобы ее устранить, можно применить известковую почву [3].

Нитратные удобрения - азот содержится в нитратной форме ( $\text{NO}_3^-$ ). К ним относится натриевая и кальциевая селитра. Эти удобрения используются во всех климатически-почвенных зонах, в выращивании всех сельскохозяйственных культур [3].

Аммонийно-нитратные удобрения - азот содержится в аммонийной и нитратной формах. ( $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$ ). К ним относится известково-аммонийная селитра, сульфат аммония, аммонийная селитра. Эти удобрения являются универсальными и рекомендуются к применению на любые виды почв на разные приемы внесения любых культур [3].

Жидкие аммиачные удобрения - азотные удобрения, которые содержат азот в аммонийной или нитратной форме. К ним относятся карбамид-аммонийно нитратные, аммиачная вода, безводный аммиак. Эти удобрения хорошо усваиваются растениями. Производство жидких удобрений намного дешевле, чем производство твердых удобрений. Себестоимость одной единицы азота на 35 % меньше, чем в твердом удобрении аммонийной селитре [3].

### **1.2.2 Фосфорные удобрения**

Фосфорные удобрения - удобряющие вещества, которые содержат фосфор во многих химических соединениях. Как правило, сырьем для получения фосфорных удобрений служат фосфорсодержащие природные руды: фосфорит, апатит и еще отходы металлургической промышленности [4].

Существует 4 способа получения фосфорных удобрений:

- термическая обработка фосфатов;
- измельчение фосфатов в фосфоритную муку;
- электротермическое восстановление фосфатов углеродом (проводится в присутствии оксида кремния с извлечением фосфора, в последующем происходит переработка в фосфорную кислоту и ее соли);
- разложение фосфатов 3-мя кислотами-серной, азотной, фосфорной [4].

Фосфорные удобрения также можно разделить на несколько групп по степени доступности фосфора, который содержится в растениях:

Водорастворимые удобрения - фосфор находится в свободном и легкодоступном количестве для корневых систем растений (суперфосфаты);

Труднорастворимые удобрения - фосфор не может растворяться в воде и не может растворяться в слабых кислотах, но в сильных кислотах растворяется хорошо (вивианит, фосфоритная мука) [4].

Цитратно и лимоннорастворимые удобрения - фосфор хорошо растворяется в слабых кислотах, но не растворяется в воде (термофосфаты, преципитат) [4].

### **1.2.3 Калийные удобрения**

Калийные удобрения - удобряющие вещества, которые содержат калий. Сырьем для производства калийных удобрений являются калийные природные соли [5].

Промышленные калийные удобрения могут быть:

- сырые (сильвинит и каинит);
- концентрированные (калийно-магниевый концентрат, калимагнезия, калийная соль, хлористый калий, сернокислый калий) [5].

Все эти удобрения хорошо растворяются в воде. Во взаимодействие с почвенно-поглощающим комплексом вступают частично по типу необменного поглощения и частично обменного поглощения. От биологических особенностей культур зависит эффективность калийных удобрений [5].

### **1.2.4 Комплексные удобрения**

Комплексные удобрения - удобряющие вещества, которые могут содержать несколько элементов питания: азот, фосфор, калий, магний, сера [6].

По количеству элементов питания бывают:

- двойные (калийно-фосфорные, калийно-азотные, азотно-фосфорные);
- тройные (фосфорно-азотно-калийные) [6].

По способу производства:

Сложные - твёрдые или жидкие комплексные удобрения, частицы которых могут иметь похожий или одинаковый химический состав;

Сложно – смешанные - удобрения, которые могут получиться путём смешивания сложных и однокомпонентных удобрений (газообразные и жидкие продукты);

Смешанные - удобрения, получающиеся при механическом смешивании готовых удобрений с различными формами [6].

По форме выпуска:

- жидкие удобрения;
- суспензированные удобрения;
- гранулированные удобрения;

### **1.2.5 Магниевые удобрения**

Магниевые удобрения - удобряющие вещества, содержащие магний. Основным сырьем производства являются природные соединения магния. Они могут использоваться, как непосредственный источник магния, так и для переработки на магнийсодержащие удобрения. К магниевым удобрениям относятся: сульфат магния, магнезит, доломитовая мука [6].

### **1.2.6 Серосодержащие удобрения**

Серосодержащие удобрения - удобряющие вещества, которые содержат серу. К серосодержащим удобрениям относятся: элементарная сера, марганец сернокислый пятиводный, сульфат магния и калия, сульфат аммония и натрия [7].

### **1.2.7 Микроудобрения**

Микроудобрения - удобряющие минеральные вещества, которые содержат микроэлементы. В состав микроудобрений входят: цинковые, медные, молибденовые, марганцевые и борные микроудобрения [8].

По действующему веществу микроудобрения бывают:

- марганцевые (марганец сернокислый пятиводный, марганцевые шламы, марганизованная нитрофоска, марганизованный суперфосфат);
- борные (бормагниеовое удобрение, двойной боросуперфосфат, борная кислота);
- медные (пиритные огарки, сернокислая медь, сульфат меди);
- цинковые (сульфат цинка);
- молибденовые (гранулированный суперфосфат молибденизированный) [8].

### **1.3 Свойства удобрений**

Знания основных физических, химических и механических свойств, к которым относятся: прочность гранул, гранулометрический состав, рассеиваемость, предельная влагоемкость, слеживаемость, гигроскопичность, растворимость в воде - позволяют повысить эффективность применения удобрений, организовать правильное хранение, уменьшить потерю при транспортировке. Чтобы при хранении предотвратить порчу удобрений надо учитывать их насыпную плотность, угол естественного откоса, способность к расслаиванию и вязкость. Необходимо учитывать следующие характеристики при организации хранения удобрений: выделение аммиака, химические свойства - свободная кислотность, огне и взрывоопасность, способность к ретроградации [9].

#### **1.3.1 Влажность**

Влажность не должна превышать значения, утвержденные техническими условиями и ГОСТ. Допустимая влажность для аммонийных азотных удобрений должна быть в пределах от 0,2 до 0,6 %, аммонийно-нитратных и амидных 0,2-0,3 %, нитратных 1,0-2,0 %; в кальциевой селитре содержание

влаги не должно превышать 14 %. Максимальная влажность для водорастворимых фосфорных удобрений находится в пределах от 3 до 5 %, в качестве исключения представляет собой порошок простой суперфосфат, влажность которого должна составлять не более 12 %. Влажность фосфорных водонерастворимых удобрений должна быть от 1-4 до 5-6 %. Влажность известняковой муки должна составлять 1,5-4 %, сталеплавильных шлаков: 2 %. В случае, если происходит отклонение по содержанию влаги в минеральных удобрениях от стандарта, это приводит к значительному изменению физико-механических показателей удобрений, а также может привести к их порче [10].

### **1.3.2 Гигроскопичность**

В минеральных удобрениях происходит поглощение влаги из воздуха. Гигроскопичность данных удобрений оценивается от 1 до 10 баллов. Например, кальциевая селитра относится к сильногигроскопичным удобрениям и ее балл составляет до 9,5; аммиачная селитра (гранулированная) до 9,3; мочевины до 3,6; порошок простой суперфосфат и гранулированный двойной до 5,9 и 4,7 соответственно; сульфат калия – 3,2, хлорид калия – 4,4 и т.д. [11].

Высокая гигроскопичность может привести к слеживанию удобрений, при этом гранулы теряют прочность, ухудшается сыпучесть и рассеиваемость удобрений. Гигроскопичность также влияет на условия хранения и транспортировки удобрений. Например, бестарная транспортировка и хранение допустимы только в том случае, если удобрения слабогигроскопичны и их балл составляет 3 и меньше. Если гигроскопичность составляет от 4 до 6 баллов, то применяются полиэтиленовые мешки, герметичные бумажные или пропитанные битумом. Сильногигроскопичные удобрения, для которых гигроскопичность составляет от 7 до 10 баллов, хранят и транспортируют только в герметичной таре (полиэтиленовые мешки) [11].

### **1.3.3 Слеживаемость**

Данный показатель может зависеть от нескольких факторов: условий и продолжительности хранения, гранулометрического состава, гигроскопичности, влажности. Слеживаемость удобрений можно определять по показателю сопротивлению к разрушению цилиндра удобрения, которое слежалось. Степень слеживаемости оценивается от 1 до 7 баллов. Например, карбамид (фракция 0,2-1 мм) относятся к удобрениям, которые склонны к сильному слеживанию, также к ним относится простой суперфосфат порошковой формы – степень слеживаемости оценивается в 7 баллов, суперфосфат аммонизированный гранулированной формы, хлорид калия мелкокристаллической формы и сильвинит- в 6 баллов. Аммиачная селитра, сульфат аммония, карбамид имеют степень слеживаемости в 2-4, 2-3, 1-3 балла. Хлорид калия, калимагнезия, сульфат калия относятся к малослеживаемым удобрениям и оценивается в 1 балл. Слеживаемость удобрений уменьшается при производстве крупнокристаллических и гранулированных удобрений, а также при хранении и перевозке их в герметичной таре [12].

### **1.3.4 Рассеиваемость**

Рассеиваемость определяется гранулометрическим составом, сыпучестью (подвижностью) и прочностью гранул. Рассеиваемость оценивается от 1 до 12 баллов. Равномерность рассеянных гранул зависит от разбрасывающих машинных устройств и сыпучести. Если отклонение дозы внесения меньше 3 %-то оценка считается отличной, а если отклонение дозы внесения будет больше 10 %-то оценка будет считаться удовлетворительной. Высокопроизводительные разбрасыватели, которые имеют различную конструкцию, могут использоваться для организации своевременной и хорошей рассеиваемости удобрений и для их смесей [13].

### **1.3.6 Прочность гранул**

На прочность гранул оказывают влияние: форма частиц, влажность, размер и плотность упаковки удобрений. Сохранность гранулометрического состава при хранении определяется несколькими факторами: физические свойства удобрений, сыпучесть, слеживаемость, транспортировка, внесение удобрений в почву. Прочность гранул определяется двумя характеристиками: прочность на истирание и раздавливание, которые определяются на специальных приборах [15].

### **1.3.7 Плотность**

Плотность - отношение массы тела к занимаемому объему, он может учитываться при проектировании помещений, для хранения удобрений (склады): силосы с вертикальными стенками, бункеры и т. д. На насыпную плотность (в т на м<sup>3</sup>) влияют: гранулометрический состав удобрений, размер и форма частиц, влажность, гигроскопичность, давление вышележащих слоев [16].

## **1.4 Порядок обращения с удобрениями**

При погрузке и разгрузке минеральных удобрений, нельзя тереть руками глаза, в случае попадания в глаза частичек минеральных удобрений, рекомендуется тщательное промывание холодной водой. Для защиты глаз от пыли, при работе с пылящими удобрениями, необходимо использование специальных очков. Во избежание раздражения кожи многими удобрениями (суперфосфат, селитра) следует работать в резиновых перчатках или рукавицах и как можно чаще мыть руки во время перерыва [17].

Суперфосфат разъедает кожаную обувь и одежду. Поэтому рекомендуется использование резиновой обуви, а если такой возможности нет, то можно приспособить деревянные колодки на валенки или кожаную обувь.

Суперфосфат обладает свойством выделять сернистый и фтористый газы, поэтому необходимо регулярное проветривание складов, где располагаются эти удобрения.

Отсыревшие калийные и азотные соли могут просаливать одежду и обувь, поэтому необходимо использование халата или фартука. При работе с минеральными удобрениями во время дождя следует пользоваться брезентовым плащом или плечевым фартуком, потому что влажные удобрения сильно разъедают кожу и одежду.

При перевозке пылящих удобрений (известь, костяная мука, цианамид кальция) следует закрывать мокрым чехлом или тряпкой полости рта и носу у животных.

При смешивании удобрений (костяная мука и хлористый калий, суперфосфат с аммиачной селитрой, сульфат аммония) выделяются газы, поэтому следует принимать меры предосторожности [17].

### **1.5 Транспортировка удобрений**

Транспортировка удобрений должна осуществляться транспортными средствами, которые исключают потерю минеральных удобрений в результате порчи от атмосферных осадков или раструски в пути. Если при перевозке удобрений возникает хоть малейший признак потери, необходимо немедленно принять меру по устранению этой проблемы в перевозочных средствах. В конечном итоге, вес, отображённый в сопровождающем документе, должен совпадать с прибывшим количеством удобрения, а сами удобрения должны быть сложены в специально назначенных местах на складе [18].

## 1.6 Приемка и выгрузка

Удобрения, которые поступают с заводов принимает заведующий складом, предварительно осматривая исправности вагонов. (обозначения веса тары, наличие пломбы, щитов). Прием минеральных удобрений проводят путём взвешивания их на весах до загрузки и после выгрузки, а не по сопутствующей документации. Особенно внимательны к проверке груза, если обнаруживаются какие-либо неисправности в вагоне. В этом случае проверяют вес груза взвешиванием на вагонных весах. Если какое-то количество веса недостаёт, то составляется акт. В случае неисправности вагона составляется коммерческий акт. В остальных случаях акты составляются самими заведующими склада в присутствии свидетеля от посторонней организации. Акты о недостатке, необходимые для предъявления претензии заводу-поставщику оформляют по строго существующим правилам. Для того чтобы избежать потерю удобрений при их погрузке и выгрузке, нужно осуществлять полную механизацию погрузочно-разгрузочных работ. Помимо этого, возле вагонов должны находиться приспособления, которые позволят легко собрать продукт, который был случайно рассыпан. Большие количества удобрений могут быть потеряны и просыпаны при открытии дверей, поэтому следует соблюдать необходимую осторожность.

При разгрузке минеральных удобрений (в особенности преципитат, томасшлак, костяная сука, фосфоритная мука) должны быть приняты все меры по сохранению удобрений от раструски и распыла. Указанные удобрения выгружаются в мешках или тачках. Переброска удобрений лопатами из вагона в склад совершенно не допускается. В ветряную погоду применяются защитные приспособления от ветра (полотна, брезент, фанера). Не следует допускать предварительную выгрузку удобрений на землю. Если склад находится не близко с железнодорожными путями, то выгрузка производится одновременно с перевозкой и погрузкой удобрений в склад. После того, как минеральные

удобрения были разгружены, производят тщательную уборку от остатков удобрений: в складе, по дороге и т.д. [19].

### **1.7 Тарирование минеральных удобрений**

Тарирование минеральных удобрений обуславливается техническими условиями, которые обязательны для всех заводов-поставщиков. В соответствии с этими техническими условиями, удобрения упаковываются и отправляются следующим образом [20].

Аммиачная селитра должна упаковываться в пятислойные, битумированные, бумажные, крафтцеллюлозные мешки, весом 35-40 кг. На таре имеются обозначения: номер стандарта. Вес нетто, номер партии, сорт, название продукта, наименование завода. Обычно используются бумажные мешки и на случай порчи их в загрузке, пути или разгрузке, в вагон кладут по 20-40 запасных мешков [20].

Сульфат аммония отправляется в 3-5слойных бумажных мешках.

Цианамид кальция отправляется в 5-слойные мешки, весом нетто 40 кг.

Суперфосфат простой из апатита отправляют навалом или в мешках в закрытых вагонах, которые снабжены плотными деревянными щитами и могли бы закрыть обе двери. При железнодорожных и водных перевозках отгрузку производят в кулях или мешках [20].

Суперфосфат гранулированный упаковывается в 4-х или 5-слойные битумированные крафтцеллюлозные мешки весом 35-50 кг.

Томасшлак отправляют в мешках и грузят в специально приспособленные вагоны [20].

Мука белая костяная упаковывается в мешки из бумаги или ткани в ящики весом не больше 80 кг. Края мешков должны быть зашиты и загнуты внутрь. Костяная мука должна находиться в закрытых вагонах, которые оборудованы деревянными щитами [20].

Фосфоритная мука отправляется навалом в закрытых вагонах, двери у которых имеют предохранительные щиты. Фосфоритную муку упаковывают в 4-х и 5-слойные крафтцеллюлозные мешки [20].

### **1.8 Хранение минеральных удобрений**

По правилам, все минеральные удобрения хранятся в специализированных складских помещениях, в которых находятся плотные стены и пол, не протекающая крыша и хорошо закрытые окна и двери. Место складирования, где хранятся удобрения, должно быть сухое, высокое и имеющее удаленное расстояние от жилых построек. Пол склада должен быть водонепроницаемым, для предохранения удобрений от увлажнения подпочвенными водами. Для этого, когда устраивают деревянные полы, настилают их так, чтобы оставалось свободное пространство между почвой и полом.

Для хранения азотных удобрений рекомендуется делать двойные полы. Все виды минеральных удобрений на складе должны храниться отдельно, желательно складское помещение разделять перегородками на отдельные секции. Также в складе должны иметься различные отделения, для того, чтобы подготавливать удобрения к внесению в почву (смешивание удобрений, просеивание, измельчение). Когда на улице тепло и сухо на складе открываются двери и окна для проветривания и прогрева удобрений. Когда на улице сыро, наоборот рекомендуется все окна и двери держать закрытыми. В мелкие бурты в мешках отдельно складывают подмоченные удобрения.

Удобрения, обладающие заведомо повышенной влажностью нужно хранить отдельно на складе. Для того чтобы удобрения не слеживались, необходимо складывать их друг на друга только до определённой высоты (от 1,3 до 2 м.). На всех мешках с удобрениями необходима маркировка с указанием названия удобрений, содержания в нём влаги и питательных

веществ. В специальных журналах хранения фиксируется номер штабеля, данные по сертификату удобрений и дата поступления удобрения на склад.

Аммиачную селитру, до внесения в почву хранят в мешках, которые пропитаны битумо-автоловой смесью. Мешки укладывают крест-накрест, а мешки с удобрениями, которые легко слеживаются, нуждаются в частом переукладывании: нижние наверх, верхние вниз. Простой суперфосфат хранят насыпью, потому что мешки имеют свойство быстрого разрушения от действия содержащейся в нём свободной фосфорной кислоты. При обычной влажности и небольшой нагрузке (1,5-1,75 м) он почти не слеживается. Если же влажность повышается, то и слеживаемость суперфосфата увеличивается, особенно где образуется твёрдая «подошва» (нижние слои), которая требует измельчения. Суперфосфат можно укладывать в мешках, с высотой до 20 рядов. Костяная и фосфоритная мука особых условий хранения не требуют. Хранение известковой и доломитовой муки предполагает полы, изолированные от почвенной влаги [21].

Склады, где хранятся минеральные удобрения, должны быть полностью обеспечены всем необходимым противопожарным оборудованием. Основные правила хранения минеральных удобрений должны быть вывешены на складе на видном месте [21].

Во время хранения необходимо периодически проверять состояние удобрений. В случае надобности их необходимо просушить, измельчить и просеять. При строительстве складов учитывают емкость (необходимо учесть веса удобрений). Одна тонна примерно занимает 1,25 м. Склад, в котором находится емкость более 60 тонн, должна иметь двое ворот, для того, чтобы был свободный проезд.

Полы склада должны быть глинобитными или асфальтированными толщиной не менее 30 см. Крыши на складах делают из этернита, рубероида или дерева. Стены из самана, кирпича или дерева. Стены на складе обмазывают краской из деревянной, каменноугольной, битумной или асфальтовой смолы, в

целях избегания соприкосновения с удобрениями. При постройке стен необходимо также учитывать давление удобрений.

Для более продуктивной работы используются передвижные перегородки наряду со стационарными отделениями. В складах должен быть оборудован удобный подъездный путь и находится различные весы для взвешивания удобрений [21].

### **1.9 Простейшие методы распознавания удобрений**

Распознать удобрения можно с помощью хозяйственных предметов в обычных условиях. Для проведения анализа необходимы: ножик, ложка, кружка, стакан и т.д. Реактивы, необходимые для распознавания: дистиллированная или дождевая вода, азотнокислое серебро 2-5 %-ный раствор, хлористый барий 2-5 %-ный раствор, уксусная кислота, печная зола, каустическая сода, древесный уголь. Ко всем испытаниям нужно уделять большую внимательность, так как часто удобрения могут отличаться одним или двумя признаками.

Растворимость удобрения можно определить путём взбалтывания щепотки удобрения с водой в соотношении 1:20. Для определения аммиака в качестве щелочи используется едкая известь, зола, каустическая сода и т.д. Зола совместно с удобрением помещают в пробирку, смесь заливают горячей водой, перемешивают и по запаху определяют присутствие аммиака [22].

### **1.10 Экономическая эффективность**

По данным полевых опытов, при средних нормах внесения минеральных удобрений 1 кг действующего вещества (в тройном или двойном сочетании азота, фосфора и калия) обеспечивает прибавку зерна озимых и яровых культур 2,7-5,7 кг, зерна кукурузы: 4,7-7,1, зерна риса: 6-11, картофеля: 20-32, сахарной свеклы: 26-52, хлопка-сырца: 2,3-5,6, льносоломы: 4,6-6,1 и семян

подсолнечника: 2-3,5 кг. В зависимости от вида сельскохозяйственной культуры и почвенно-климатических условий чистый доход на 1 руб. затрат, связанных с применением минеральных удобрений, составляет, по результатам опытов агрохимической службы страны, от 1,5 до 8 руб., в среднем 3-4 руб. Один рубль затрат, связанных с применением органических удобрений, окупается 1,5-5 руб., а 1 руб. известкования: 3-7 руб [23].

## **1.11 Применение**

Удобрения применяются для увеличения содержания питательных веществ в продукции земледелия, что позволяет улучшать и сохранять окружающую среду. Если же баланс необходимых питательных веществ нарушается, то это приводит к ухудшению химического состава растений и почвы, что также может сказаться на качестве животноводческой и растениеводческой продукции. Применение минеральных удобрений способствует получению полноценного высокого урожая по химическому составу продукции [23].

### **1.11.1 Азот**

Азот в азотных удобрениях является основным элементом для растений. Все растения питаются только аммиачной и нитратной минеральной формой азота. Развитие и рост растений без азота невозможен. Больше всего азотные удобрения используются для выращивания бобовых культур (вика, горох, фасоль). Необходимое количество вносимого удобрения рассчитывается индивидуально. Зерновые культуры требуют внесения азотных удобрений в небольших дозах (улучшается развитие репродуктивных органов, увеличивается содержание белка в урожайности зерна) [24].

### **1.11.2 Фосфор**

Растения, которые находятся в самом раннем возрасте и их слаборазвитая корневая система, обладающая маленькой усваивающей способностью, больше всего чувствительны к недостатку фосфора. Необходимое количество фосфора может обеспечить максимальную продуктивность репродуктивных органов, может способствовать закладке дополнительных стеблей, может ускорить созревание растений, повысить устойчивость к заморозкам [25].

Урожай тем выше, чем больше подвижных форм фосфора. Основной, припосевной способ внесения удобрений и подкормка обеспечивают растения легко доступным фосфором. Средние дозы при допосевном внесении варьируются от 20 до 100 кг/га д.в. [25].

### **1.11.3 Калий**

Как правило, в составе калийсодержащих удобрений находятся вещества, которые легко растворяются в воде. При внесении удобрений в почву, происходит быстрое реагирование с ее компонентами. Ион калия  $K^+$  взаимодействует коллоидами почвы. Анионы  $Cl^-$ , которые остаются в растворе, очень легко вымываются из почвенных слоев.

Калийсодержащие вещества применяются для удобрения овощных культур, удобрения цветов и плодово-ягодных культур [26].

### **1.11.4 Комплексные удобрения**

Актуальность применения комплексных удобрений связана с тем, что все чаще и чаще необходимо различные сельскохозяйственные культуры сразу несколькими питательными элементами за один приём. Наиболее популярны

комплексные удобрения в виде гранул, потому что, когда мы вносим их в почву, образуется очаг, который обеспечивает равномерное питание растениям. Например, в месте нахождения азота, корни растений находятся в почве и наличие в этом же месте фосфатов способствует их одновременному усвоению [27].

### **1.11.5 Магниевого удобрения**

Применение магнийсодержащих удобрений это практически самый действенный и самый дешёвый способ решения проблемы по снабжению магния супесчаных и песчаных почв [28].

Для того чтобы наиболее полно и своевременно обеспечить культуры магний наряду с большим использованием доломитов для известкования кислых, недостающим магния супесчаных почв, нужно применять магнийсодержащие удобрения, которые производятся туковой промышленностью. Для трав, которые удобряются много лет, важно иметь баланс в содержании питательных элементов. Например, если магния содержится недостаточно в кормах для животных, то это может привести к их заболеванию пастбищной тетанией [28].

### **1.11.6 Серосодержащие удобрения**

Серосодержащим удобрениям до недавнего времени уделялось мало внимания. Это объясняется тем, что в минеральных удобрениях, которые выпускаются химической промышленностью, и так содержится как сопутствующий элемент большое количество серы, которая обеспечивает питание растениям. Помимо этого в индустриальных районах также выпадает большое количество серы в результате техногенных загрязнений. Из атмосферы, сера может попадать в почву вместе с осадками. Газообразную серу растения также могут поглощать через листья. Элементарная сера очень редко

применяется как удобрение. Она может стать доступной растениям, после того как перейдет с помощью микроорганизмов в сульфатную форму. Скорость такого процесса будет зависеть от типа почвы, активности микрофлоры, температуры, влажности почвы. Элементарная сера будет более слабо выщелачиваться из пахотного слоя почвы, и будет отличаться более длительным последствием по сравнению с другими серосодержащими удобрениями [29].

### **1.11.7 Микроудобрения**

Потребность в микроорганизмах растений очень мала. Их содержание составляет до 0,001 и 0,0001 доли процентов от массы растений. Однако микроорганизмы выполняют строго определенные функции в питании растений, обмене веществ и их не могут заменить другие элементы. Недостаток микроорганизмов в почве существенно влияет на рост урожая и качество продукции, а также может вызвать заболевание у человека и животных [6].

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА**

### **2.1 Основные сведения**

Монокальцийфосфат  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  - обесфторенный фосфат, состав которого: 22 % – фосфор и 16 % – кальций. По внешнему виду монокальцийфосфат представляет собой порошок из небольших гранул серого или белого цвета, который легко растворяется в воде [30].

Кормовая добавка способствует обогащению и балансированию рационов по фосфору и кальцию для сельскохозяйственных животных. Она позволяет избегать заболеваний, которые связаны с недостатком микроэлементов, которые обеспечивают должный обмен веществ в организме и поддерживают эффективную работу репродуктивной и иммунной системы [30].

### **2.2 Применение**

Кормовая добавка, которая имеет 100 % водорастворимого фосфора, подходит для любых видов животных, потому что им необходимы не только витамины, углеводы, жиры и протеин, а еще и минеральные вещества [31].

Эффективность кормовой добавки состоит в том, что фосфор неорганического происхождения усваивается наравне с фосфором органического происхождения. Её применение позволяет повысить полноценность кормления животных и увеличить их продуктивность (надой молока, качество мяса, суточные привесы) [31].

Кальций и фосфор имеет огромное значение в жизнедеятельности организма животных [31].

Влияние кальция на организм животных:

– кальций может нейтрализовать вредные действия некоторых элементов, способен нейтрализовать вредное действие некоторых элементов (натрий, калий, марганец);

– ионы кальция имеют влияние на защитную функцию организма, могут понизить клеточную проницаемость для бактериальных токсинов;

– кальций имеет способность активизировать пищеварительные ферменты, влияет на перевариваемость и усвоение питательных веществ;

– кальций является необходимым элементом для того, чтобы сердце, нервы и мышцы нормально функционировали и т.д.

Влияние Р на организм животных:

– фосфор находится в структуре нуклеиновых кислот, которые являются носителями генетической информации, имеют возможность регулировать биосинтез белка и иммунитет;

– фосфор также способен поддерживать нормальное пищеварение, обеспечивать гликолиз, всасывание углеводов, аминокислот, почечную экскрецию, транспорт липидов, обмен аминокислот и т.д.;

– превращение фосфорной кислоты неразрывно связано с энергетическим, минеральным, углеводным, липидным и белковым обменом.

Благодаря применению кормовых фосфатов в кормлении животных происходит:

– нормализация минерального обмена веществ;

– повышение продуктивности;

– сокращение периода откорма;

– получение здорового потомства;

– сохранение молодняка и профилактика рахита;

– улучшение питательной ценности мяса, молока;

– снижение расхода кормов и, в конечном итоге, увеличение доходности хозяйства [31].

Скармливать кормовые фосфаты рекомендуется совместно с измельченными корнеклубнеплодами или концентрациями небольшими порциями, после 5-ти дней такого приёма можно переводить на полную форму.

Фосфаты имеют эффективность на фоне сенажноконцентратных рационов, когда происходит фиксирование естественного избыточного фона

кальция в рационе, а также при использовании жома в рационе, в котором содержится избыточное содержание кальция [31].

Опытные зоотехники и учёные знают, что недостаток фосфора в скудных по питательности весенних рационах обеспечивает сохранение живой массы коровы и подготавливает животное для интенсивной молочной продуктивности в летний период [31].

В таблице 2 представлены рекомендованные суточные нормы монокальцийфосфата, в г на голову:

Таблица 2.1 – Рекомендованные суточные нормы монокальцийфосфата, в г на голову:

Коровы дойные	35-100
Коровы сухостойные	25-70
Быки производители	30-75
Молодняк крупного рогатого скота до года	10-30
Молодняк крупного рогатого скота старше года	25-50

Фосфор, содержащийся в кормовых фосфатах, лучше усваиваются организмом животных, чем фосфор кормов. Например, фосфор зерновых усваивается не более чем на 17-23 %, а фосфор фосфатов способен переходить в кровяное русло более чем на 90 % от исходного количества его в добавке. К тому же кормовые фосфаты пригодны для использования всем видам сельскохозяйственных животных и большинству половозрастных групп [31].

Так, при добавлении кормовых фосфатов к основным кормам в среднем увеличиваются: удои коров на 8-12 %, а суточные привесы телят - на 7-12 % (при снижении затрат кормов на единицу привеса на 7-11 %)[31].

Кормовые фосфаты имеют цветовую палитру, начиная от белого и светло-желтого и заканчивая серым и коричневым цветами. Это связано с тем, что исходным сырьем для получения таких удобрений являются полезные ископаемые, меняющие свой оттенок в зависимости от места добычи, месторождения [31].

Фосфаты также широко применяются в качестве фосфоросодержащего удобрения под все овощные, плодово-ягодные или декоративные культуры.

Монокальцийфосфат особенно эффективен при выращивании корнеплодов и картофеля, а также культур, чувствительных к хлору. Полная водорастворимость данной формы удобрения обеспечивает его успешное применение в овощеводстве закрытого и открытого грунта, а так же в подкормках при капельном орошении [31].

### **2.3 Производство монокальцийфосфата**

Чистый монокальцийфосфат в безводной форме  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  содержит 60,65 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  и 23,96 %  $\text{CaO}$ , а моногидрат  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  - 56,31 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  и 22,25 %  $\text{CaO}$  [32].

Кормовой монокальцийфосфат производится двумя способами: камерным и бескамерным [33].

Камерный способ производства кормового монокальцийфосфата по схеме не отличается от производства двойного суперфосфата. Отсутствует лишь операции нейтрализации и гранулирования. Имеются некоторые различия в условиях технологического режима [33]. В качестве исходного сырья применяется апатитовый концентрат или фосфоритная мука. Разложение производится термической фосфорной кислотой концентрации 53,5 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  (для апатита) и 45,5%  $\text{P}_2\text{O}_5$  (для фосфорита), при норме 100 % от стехиометрической на связывание  $\text{CaO}$  в обоих случаях [33].

Для более полного выделения в газовую фазу фтора при переработке апатитового концентрата добавляется 2 % (от массы фосфата)  $\text{SiO}_2$ . Степень обесфторивания в конечном высушенном продукте составляет 84-86 % [33].

Камерный монокальцийфосфат дообрабатывается на складе в течение 4-6 сут и высушивается затем при температуре отходящих газов 150-170°C, что соответствует температуре продукта на выходе из сушильного барабана от 130° до 150° С [33].

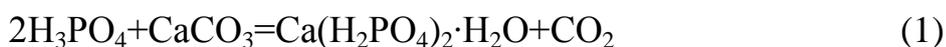
Освоено охлаждение монокальцийфосфата в аппарате кипящего слоя при скорости охлаждающего воздуха 3-4 м/с. Унос пыли в циклоны и фильтры составляет около 10 % [33].

Расходные нормы сырья на 1 т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в производстве кормового монокальцийфосфата камерным способом приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расходные нормы сырья на 1 т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в производстве кормового монокальцийфосфата камерным способом

Сырье	Продукт из апатитового концентрата		Продукт из фосфорита	
	кг	%	кг	%
Фосфат (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	315	28,5	256	21,6
Фосфорная кислота термическая (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	790	71,5	927	78,4
Всего (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1105	100	1183	100

Бескамерным способом кормовой монокальцийфосфат производится нейтрализацией экстракционной фосфорной кислоты мелом:



Применяется экстракционная фосфорная кислота, полученная из апатитового концентрата дигидратным способом и обесфторенная в процессе выпаривания, а также концентрированная кислота, производимая полугидратным способом. Фосфорная кислота, нагретая до 80-90°С, и сепарированный мел непрерывно смешиваются в горизонтальном смесителе, и смесь направляется в барабанную сушилку, где она высушивается до содержания влаги 3-6 % при температуре продукта на выходе 116-132°С. [33]

Сушка в барабане протекает не более 20 мин, что предотвращает значительное образование плохо растворимых полифосфатов кальция. Горячий монокальцийфосфат охлаждается в потоке воздуха в барабанном холодильнике до 30-40 °С и просеивается на грохоте. Крупная фракция дробится и возвращается в смеситель, а продукция в виде гранул размером около 2 мм с примесью порошка [33].

## 2.4 Технические требования

Фосфат кальция изготавливают по технологическому регламенту, который утверждается в установленном порядке [34].

Фосфат кальция делится на 3 вида: монокальцийфосфат, дикальцийфосфат, трикальцийфосфат [34].

По физико-химическим показателям фосфат кальция соответствует нормам и требованиям, которые указаны в табл. 2.3.

Таблица 2.3 – Нормы и требования показателей фосфат кальция

Наименование показателя	Норма				
	Монокальцийфосфат		Дикальцийфосфат (преципитат)	Трикальцийфосфат	
	1-й сорт	2-й сорт		Высший сорт	1-й сорт
1. Массовая доля фосфора, растворимого в 0,4 %-ном растворе соляной кислоты, %:					
в пересчете на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	55-56	50-51	46-47	41-42	28-29
в пересчете на P, не менее	24	22	20	18	12
2. Массовая доля кальция, %, не менее	-	-	24	34	30
не более	18	18	-	-	-
3. Показатель активности водородных ионов, ед. рН, не менее	3	3	Не нормируется		
4. Массовая доля воды, %, не более	4	4	4	1	1
5. Массовая доля фтора, %, не более	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
6. Массовая доля мышьяка, %, не более	0,005	0,005	0,005	0,0002	0,001
7. Массовая доля свинца, %, не более	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
8. Содержание частиц металломагнитной примеси размером, мг/кг, до 2 мм включительно,					
не более	-	-	100	100	100
больше 2 мм	-	-	Отсутствие		
9. Крупность:					
Остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм, %	0	0	не нормируется		

остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм, %, не более	80	80	0	Не нормируется	
остаток на сите с отверстиями диаметром 2 мм, %, не более	Не нормируется		5	0	0
остаток на сите с отверстиями диаметром 1 мм, %, не более	Тоже		Не нормируется	1	1
10. Массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте, %, не более	10	10	10	10	25

Примечания:

1. Допускается массовая доля свинца не более 0,003 % для монокальцийфосфата и 1-го сорта трикальцийфосфата, вырабатываемых из фосфоритов Каратау [34].

2. Допускается превышение верхнего предела  $P_2O_5$  для всех марок продукта [34].

3. Для монокальцийфосфата, предназначенного для комбикормовой промышленности, остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм не должен превышать 10 % [34].

4. Дополнительные требования к качеству продукта, предназначенного для экспорта, должны соответствовать требованиям договора (контракта) поставщика с внешнеэкономической организацией или иностранным покупателем [34].

Коды по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции (ОКП) фосфата кальция по маркам и сортам указаны в таблице 2.4 [34].

Таблица 2.4 – Коды по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции (ОКП) фосфата кальция по маркам и сортам

Наименование продукта	Код ОКП
Монокальцийфосфат кормовой	21 8233 0100 00
1-й сорт	21 8233 0130 05
2-й сорт	21 8233 0140 03
Дикальцийфосфат (преципитат) кормовой	21 8234 0100 06
Трикальцийфосфат кормовой	21 8231 0100 10
высший сорт	21 8231 0120 06
1-й сорт	21 8232 0130 10

### **3. МЕТОДЫ АНАЛИЗА МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА**

#### **3.1 Исследование структуры гранул минеральных удобрений методом гелиевой пикнометрии**

Структура гранул удобрений, в частности, наличие в них пор, существенно влияет на такие свойства, как прочность, слеживаемость и гигроскопичность. Предполагается, что прочность пористого тела определяется не столько прочностью частиц, образующих тело, сколько характером контактов между ними. С достаточным приближением прочность тела можно считать пропорциональной числу контактов в единице площади контактного сечения и средней величине прочности индивидуального контакта. Пористые тела характеризуются определенным распределением внутренних напряжений, возникающих в процессе их получения и снижающих их прочность. Крупные поры уменьшают число контактов в контактном сечении и являются концентраторами напряжений, поэтому резко снижают прочность тела [35].

Кроме того, пористость гранул удобрений, вероятно, оказывает большое влияние на процессы сорбции воды и диффузию ее вглубь зерна, то есть на гигроскопичность, а, следовательно, и на слеживаемость минеральных удобрений [35].

К основным параметрам, характеризующим пористую структуру зернистых материалов, относятся общий объем пор и объем их отдельных разновидностей, характеристические размеры пор и распределение их по размерам, а также внутренняя поверхность пористой системы [35].

Согласно одной из классификаций, различают микропоры, размеры которых значительно превосходят элементы структуры (более нескольких микрометров); микропоры, соизмеримые с элементами структуры ( $10^2 < r < 10^3$  н) и субмикропоры ( $< 100$  нм [35].

Размер и строение пор также влияет на эффективность обработки гранул кондиционирующими добавками [35].

Известно более 60 аналитических методов исследования простой структуры твердых тел, среди которых методы непосредственного наблюдения, капиллярные, адсорбционно-структурные и пикнометрические, ртутная парометрия и др [35].

### **3.1.1 Принцип метода**

Пикнометрические методы основаны на измерении эффективной плотности твердых тел, они просты в исполнении и отличаются довольно высокой точностью. С помощью гелиевой пикнометрии возможно исследовать пористую структуру в широком диапазоне размеров пор (вплоть до микропор). Однако метод позволяет исследовать в основном только поверхностные поры. Для оценки внутренней пористости сравнивались значения эффективной плотности целых гранул и измельченных образцов [36].

### **3.1.2 Аппаратура**

- Гелиевый пикнометр фирмы Русноматик. [36]

## **3.3 Комплексонометрический метод определения кальция (ГОСТ 24596.4-81)**

### **3.3.1 Сущность метода**

Метод основан на титровании ионов кальция 2-водной динатриевой солью этилендиамин-N,N,N',N'-тетрауксусной кислоты (трилоном Б) с образованием малодиссоциированного комплексного соединения. Титрование проводят в присутствии фосфатов [37].

### **3.3.2 Аппаратура, реактивы и растворы**

В аппаратуру, реактивы и растворы входят:

- мешалка магнитная типа ММ-3М или другая аналогичная;
- калий азотнокислый по ГОСТ 4217 или калий хлористый по ГОСТ 4234;
- калия гидроксид по ГОСТ 24363, растворы с массовой долей гидроксида калия 20 %;
- кальцеин-индикатор (С Н N O ) готовят растиранием его в ступке с азотнокислым или хлористым калием в соотношении 1:100;
- кислота азотная по ГОСТ 4461 или кислота азотная особой чистоты по ГОСТ 11125, плотностью не менее 1,40 г/см<sup>3</sup>, раствор с массовой долей азотной кислоты 20 % и раствор (HNO<sub>3</sub>)=0,2 моль/дм<sup>3</sup> (0,2 н. раствор);
- тимолфталейн-индикатор;
- кислота кальконкарбоновая (индикатор) по ТУ 6-09-3930, ч.д.а. или смешанный индикатор (кальцеин и тимолфталейн в соотношении 1:1), готовят растиранием их в ступке с азотнокислым или хлористым калием в соотношении 1:100;
- кислота соляная по ГОСТ 3118, раствор с массовой долей соляной кислоты 20 %;
- магнезия окись по ГОСТ 4526, раствор, содержащий 1 мг MgO в 1 см<sup>3</sup>, готовят по ГОСТ 4212;
- триэтаноламин, разбавленный 1:3, или триэтаноламин гидрохлорид, раствор с массовой долей триэтанолamina гидрохлорида 25 %;
- соль динатриевая этилендиамин-N,N,N',N'-тетрауксусной кислоты, 2-водная (трилон Б) по ГОСТ 10652, раствор (трилон Б)=0,025 моль/дм<sup>3</sup> (0,025 М раствор) растворяют 9,30 г в 500-700 см<sup>3</sup> дистиллированной воды в мерной колбе вместимостью 1 дм<sup>3</sup>, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают. Если раствор мутный, его фильтруют. Коэффициент молярности раствора трилона Б устанавливают по хлористому цинку по ГОСТ

10398 с применением цинка по ТУ 6-09-5294 по индикатору эриохром черному;

– кислота сульфосалициловая по ГОСТ 4478, ч.д.а., раствор с массовой долей сульфосалициловой кислоты 20 %;

– кислотный хромовый темно-синий по ТУ 6-09-3870, готовят сухую смесь с азотнокислым или хлористым калием (1:100) растиранием в ступке.

### **3.4 Перманганатометрический метод определения кальция (по методу замещения)**

#### **3.4.1 Сущность метода**

Перманганатометрическое определение кальция проводят только косвенными методами, причем можно применять метод обратного титрования (титрование по остатку) и метод замещения. В первом случае, прибавив точно измеренный избыток титрованного раствора щавелевой кислоты и отделив образовавшийся осадок  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ , остаток, не вошедшей в реакцию щавелевой кислоты, титруют перманганатом. По разности определяют, сколько  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  потребовалось на осаждение  $\text{Ca}^{2+}$ , исходя из этого, вычисляют содержание  $\text{Ca}^{2+}$  в растворе [39].

#### **3.4.2 Аппаратура, реактивы и растворы**

В аппаратуру, реактивы и растворы входят:

- воронка;
- электроплита;
- водяная баня;
- пипетка на  $25 \text{ см}^3$ ;
- колба на  $100 \text{ см}^3$ ;
- бумажные фильтры (синяя лента);
- монокальцийфосфат ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ );

- индикатор метиловый оранжевый;
- разбавленный (1:1) раствор HCl;
- 5 %-ный раствор щавелевой кислоты ( $H_2C_2O_4$ );
- разбавленный водой 10 %-ный раствор  $NH_4OH$ ;
- 10 %-ный раствор  $H_2SO_4$ ;
- перманганат.

### **3.5 Дифференциальный фотометрический метод определения фосфора(ГОСТ 24596.2-2015)**

#### **3.5.1 Сущность метода**

Метод основан на образовании желтоокрашенного фосфорнованадиевомолибденового комплекса и фотометрическом измерении оптической плотности этого комплекса относительно раствора сравнения, содержащего известное количество фосфора при длине волны от 430 до 450 нм [40].

#### **3.5.2 Аппаратура, реактивы и растворы**

В аппаратуру, реактивы и растворы входят:

- фотоэлектроколориметр типов КФК и ФЭК-56М (светофильтр № 4), спектрофотометр типа СФ-26 или аналогичные приборы, обеспечивающие необходимую точность измерения, с кюветами и толщиной поглощающего свет слоя раствора 10 мм;
- шкаф сушильный типа ШС-40 М или другой аналогичный с погрешностью регулирования температуры  $+ 2,5^\circ C$ ;
- бюкса СВ диаметром 30-40 мм и высотой 50-65 мм и СН диаметром 32-68 мм и высотой 50 мм по ГОСТ 25336;
- эксикатор по ГОСТ 25336, заполненный осушителем;
- калий фосфорнокислый однозамещенный по ГОСТ 4198, х. ч;

- кислота азотная по ГОСТ 4461 или кислота азотная особой чистоты по ГОСТ 11125, плотностью не менее  $1,40 \text{ г/см}^3$  и разбавленная 1:2;
- кислота соляная по ГОСТ 3118, раствор с массовой долей соляной кислоты 20 %;
- натрия гидроокись по ГОСТ 4328, раствор с массовой долей гидроокиси натрия 10 %;
- фенолфталеин (индикатор), раствор с массовой долей фенолфталеина 0,1 %; готовят по ГОСТ 4919.1;
- аммоний ванадиевокислый мета по ГОСТ 9336, раствор с массовой долей мета ванадиевокислого аммония 0,25 %; готовят следующим образом: 2,5 г мета ванадиевокислого аммония взвешивают (результат взвешивания в граммах записывают с точностью до первого десятичного знака), растворяют в  $500 \text{ см}^3$  горячей воды и приливают  $20 \text{ см}^3$  концентрированной азотной кислоты. Раствор охлаждают, доливают водой до  $1 \text{ дм}^3$ , перемешивают и фильтруют;
- аммоний молибденовокислый по ГОСТ 3765, раствор с массовой долей молибденовокислого аммония 5 %; готовят следующим образом: 50,0 г молибденовокислого аммония взвешивают (результат взвешивания записывают с точностью до первого десятичного знака), растворяют в  $500 \text{ см}^3$  воды, нагретой примерно до  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ . Раствор охлаждают, доливают водой до  $1 \text{ дм}^3$ , перемешивают и фильтруют;
- реактив на фосфаты; готовят следующим образом: смешивают разные объемы растворов азотной кислоты, разбавленной 1:2, мета ванадиевокислого аммония и молибденовокислого аммония в указанной последовательности. Если раствор мутный, его фильтруют. Раствор хранят в бутылки из темного стекла или полиэтиленовой посуде.
- раствор, содержащий 0,5 мг пятиоксида фосфора в  $1 \text{ см}^3$  (раствор А); готовят следующим образом: 4-5 г однозамещенного фосфорнокислого калия взвешивают, результат взвешивания записывают с точностью до второго десятичного знака, помещают в бюксу, сушат в сушильном шкафу при  $100-105^\circ$

С в течение 2 ч и затем охлаждают в эксикаторе в течение 40-60 мин. 0,9588 г высушенного однозамещенного фосфорнокислого калия взвешивают, результат взвешивания записывают с точностью до четвертого десятичного знака, растворяют в воде в мерной колбе вместимостью 1 дм<sup>3</sup>, приливают 5 см<sup>3</sup> концентрированной азотной кислоты, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают.

### **3.5.3 Подготовка к анализу, построение градуировочного графика**

Для построения градуировочного графика готовят серию растворов сравнения: в четыре мерные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup> каждая бюреткой вместимостью 25 см<sup>3</sup> вносят раствор А в соответствии с таблицей. Объем раствора в каждой колбе доводят водой до 20 см<sup>3</sup>, приливают по 25 см<sup>3</sup> реактива на фосфаты, доливают водой до метки и перемешивают [40].

Через 10 мин измеряют оптические плотности или светопропускание растворов сравнения относительно раствора сравнения, содержащего 5,0 мг пятиоксида фосфора в 100 см<sup>3</sup> раствора. Величины светопропускания пересчитывают на значения оптических плотностей. Измерение проводят в кюветах с толщиной поглощающего свет слоя 10 мм. При работе на фотоэлектроколориметре типа ФЭК-56М пользуются светофильтром № 4, на спектрофотометре измерения проводят при длине волны 450 нм [40].

По полученным данным строят градуировочный график, откладывая на оси абсцисс содержащиеся в растворах сравнения массы Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> в миллиграммах, на оси ординат - соответствующие им значения оптических плотностей [40].

Каждая точка градуировочного графика должна представлять собой среднеарифметическое значение результатов двух параллельных измерений.

Градуировочный график строят одновременно с проведением анализа [40].

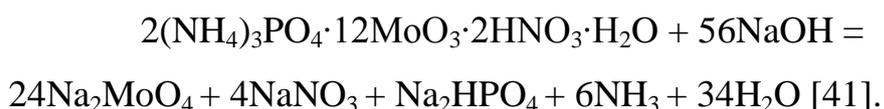
## 3.6 Определение содержания водорастворимых фосфатов в удобрениях объемным методом Шефера

### 3.6.1 Сущность метода

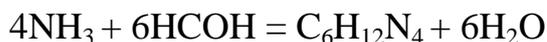
Принцип метода заключается в осаждении фосфорной кислоты раствором молибденовокислого аммония в сильноокислой среде в виде комплексного соединения  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 2\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Сильнокислая среда необходима для удержания в растворе ряда элементов. Так, концентрированная серная кислота препятствует осаждению оксида кремния. Азотная кислота предотвращает выпадение в осадок молибденовой кислоты. Кислая среда создается прибавлением смеси концентрированных серной и азотной кислот[41].

Метод Шефера требует точного соблюдения техники анализа, так как комплексная соль может изменять свой состав при изменении условий осаждения, растворения осадка и т.п. Образовавшийся осадок комплексной соли отмывают от примесей и растворяют в известном объеме титрованной щелочи в присутствии формалина [41].

При растворении осадка происходит следующая реакция:



Образующийся свободный аммиак мешает дальнейшему определению, поэтому его выводят из реакции, связывая формалином в нейтральное органическое соединение гексаметилентетрамин  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ .



Остаток щелочи, не пошедший на растворение осадка, оттитровывают соляной кислотой в присутствии фенолфталеина. По разности между первоначально взятым количеством щелочи, пошедшей на растворение осадка комплексной соли, которое эквивалентно содержанию фосфора в вытяжке из удобрения [41].

### 3.6.2 Аппаратура, реактивы и растворы

В аппаратуру, реактивы и растворы входят:

– смесь азотной и серной кислот:  $30 \text{ см}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$  (d 1,84) осторожно влить в  $1 \text{ дм}^3 \text{ HNO}_3$  (d 1.20). Для приготовления  $\text{HNO}_3$  (d 1.20)- $424 \text{ см}^3 \text{ HNO}_3$  (d 1.41) прилить в мерную колбу объемом  $1 \text{ дм}^3$  с  $500 \text{ см}^3$  дистиллированной воды, долить водой до  $1 \text{ дм}^3$  и перемешать;

– раствор молибденовокислого аммония (сульфатмолибденовая жидкость): в стеклянный цилиндр, емкостью  $2 \text{ дм}^3$ , перенести  $100 \text{ г}$  х.ч. сухого  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , прилить  $1 \text{ дм}^3$  концентрированной  $\text{HNO}_3$  (d 1.36-1.37), осторожно взболтать до растворения соли. Отдельно  $300 \text{ г}$  х.ч. молибденовокислого аммония растворить в  $1 \text{ дм}^3$  горячей дистиллированной воды, охладить до комнатной температуры и осторожно тонкой струей при непрерывном помешивании прилить в раствор азотнокислого аммония в азотной кислоте. Оставить на 48 часов. Отфильтровать через плотный бумажный фильтр. Хранить в хорошо закрытой темной склянке в темном прохладном месте;

- 1 %-ный раствор раствор  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ;
- 0.2 н раствор щелочи (KOH или NaOH);
- 0.1 н раствор HCl ( $8.2 \text{ см}^3$  конц. HCl на 1 л раствора);
- 40 %-ный раствор формалина;
- фенолфталеин.

### 3.7 Определение воды методом высушивания (ГОСТ 24596.9-81)

#### 3.7.1 Сущность метода

Метод основан на измерении потери массы воды продуктом при высушивании при заданных температуре и времени [42].

#### 3.7.2 Аппаратура и реактивы

В аппаратуру и реактивы входят:

- термоизлучатель типа ЭС-3, вмонтированный в кожух, или другой аналогичный;
- шкаф сушильный типа ШС-40 М или другой аналогичный с погрешностью регулирования температуры до  $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ ;
- бюкса СВ диаметром 30-40 мм и высотой 50-65 мм и СН диаметром 32-68 мм и высотой 50 мм по ГОСТ 25336;
- кальций хлористый (обезвоженный) по ТУ 6-09-4711 ч, предварительно прокаленный при  $250-300^{\circ}\text{C}$  в течение 1-2 ч, или окись алюминия активная по ГОСТ 8136 [42].

### **3.8 Электрометрический метод определения pH (ГОСТ 24596.5-81)**

#### **3.8.1 Сущность метода**

Метод основан на электромеханическом измерении pH раствора или суспензии (для малорастворимых продуктов) [43].

#### **3.8.2 Аппаратура**

В аппаратуру входят:

- аппарат для встряхивания жидкости в лабораторной посуде типа АБУ-1 или другой аналогичный;
- pH-метр милливольтметр лабораторный типа pH-121 или другой аналогичный [43].

### **3.9 Оксидиметрическое определение мышьяка III**

#### **3.9.1 Сущность метода оксидиметрического титрования**

Йодометрическое титрование мышьяка (III) основано на окислении йодом арсенита до арсената:  $\text{AsO}_3^{-3} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{AsO}_3^{-4} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+$ . Чтобы достигнуть количественного окисления арсенита до арсената, ионы водорода связывают бикарбонатом [44].

### **3.9.2 Аппаратура, реактивы и растворы**

В аппаратуру, реактивы и растворы входят:

- бикарбонат натрия ( $\text{NaHCO}_3$ );
- 0,5 %-ый раствор крахмала;
- 0,05 или 0,1 N раствор йода.

## **3.10 Методика измерений массовых концентраций марганца в пробах природных и сточных вод р. Иргиз методом атомно-абсорбционной спектроскопии**

### **3.10.1 Принцип метода**

Метод основан на измерении резонансного поглощения света свободными атомами определяемого металла при прохождении света через атомный пар исследуемого образца, образующийся в пламени [45].

### **3.10.2 Средства измерений и вспомогательное оборудование**

Средства измерений, вспомогательное оборудование представлено далее:

- атомно-абсорбционный спектрометр с пламенным атомизатором и дейтериевым корректором фона, например, 3300 (Perkin-Elmer) или Solaar S4 (Thermo Electron), или любой другой спектрометр;
- лампы с полым катодом на кобальт, никель, медь, цинк, хром, марганец, железо, серебро, кадмий и свинец;

- весы лабораторные аналитические;
- государственные стандартные образцы (ГСО) состава водных растворов кобальта, никеля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра, кадмия и свинца с относительной погрешностью аттестованных значений массовых концентраций не более 1 % при  $P = 0,95$ ;
- бидистиллятор стеклянный БС ТУ 25-11.1592 или установка для получения деионизированной воды;
- плитка электрическая по ГОСТ 14419 или баня песчаная, или микроволновая печь с закрытыми стаканами, например, Mars 5 (СЕМ) или аналогичная;
- дозаторы с варьируемым объемом 0,5-5 см<sup>3</sup>.

#### Лабораторная посуда:

- колбы мерные по ГОСТ 1770 вместимостью 25, 50, 100, 1000 см<sup>3</sup>, класс точности 2;
- пипетки мерные по ГОСТ 29227 вместимостью 1, 2, 5, 10 см<sup>3</sup>, класс точности 2;
- цилиндры мерные наливные по ГОСТ 1770 вместимостью 50, 100, 1000 см<sup>3</sup>, класс точности 2;
- стаканы химические термостойкие из боросиликатного стекла по ГОСТ 10394 вместимостью 50, 100, 250 см<sup>3</sup>;
- полиэтиленовые емкости или емкости из боросиликатного стекла для хранения проб вместимостью 500 см<sup>3</sup>;
- мензурки по ГОСТ 1770 вместимостью 250 см<sup>3</sup>.

#### Материалы:

- фильтры мембранные с диаметром пор 0,45 мкм (тип МФА-МА по ТУ 6-05-1903) или аналогичные;
- фильтры мембранные с диаметром пор 5 мкм;
- жатый воздух по ТУ 6-21;
- ацетилен растворенный газообразный по ГОСТ 5457;
- фильтры обеззоленные «белая лента» по ТУ 6-09-1678;

- бумага индикаторная универсальная по ТУ 6-09-1181.

Реактивы:

- кислота азотная, конц. ( $d = 1,42 \text{ г/см}^3$ ),  $\text{HNO}_3$ , о.с.ч., ГОСТ 4461;
- водорода пероксид, 37 %, мед., по ГОСТ 177;
- вода бидистиллированная, ГОСТ 6709 или деионизированная по ГОСТ Р 52501 (2-ой степени чистоты).

### **3.10.3 Условия выполнения измерений**

При выполнении измерений в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха  $20 \pm 28 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха не более 80 % при  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- частота переменного тока  $(50 \pm 1) \text{ Гц}$ ;
- напряжение в сети  $(220 \pm 10) \text{ В}$ .

### **3.10.4 Подготовка к выполнению измерений**

#### **3.10.4.1 Приготовление 5 % (v/v) раствора азотной кислоты**

В мерной колбе вместимостью  $1 \text{ дм}^3$  к небольшому количеству дистиллированной воды прибавляют  $50 \text{ см}^3$  концентрированной азотной кислоты, доводят объем раствора до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Срок хранения раствора 3 месяца [45].

#### **3.10.4.2 Приготовление основного градуировочного раствора с концентрацией $100 \text{ мг/дм}^3$ (раствор А)**

Основной градуировочный раствор (раствор А) определяемых металлов готовят из соответствующих государственных стандартных образцов (ГСО) водных растворов ионов металлов в соответствии с рекомендацией их инструкций по применению [45].

Вскрывают ампулу ГСО, содержащего  $1 \text{ мг/см}^3$  металла. Осторожно пипеткой переносят  $5 \text{ см}^3$  ГСО в мерную колбу вместимостью  $50 \text{ см}^3$ , доводят объём до метки  $5 \%$  (v/v) раствором азотной кислоты и перемешивают. Полученный основной градуировочный раствор А содержит  $100 \text{ мг/дм}^3$  металла. Срок хранения раствора 2 месяца при температуре  $2-10^\circ\text{C}$  [45].

#### **3.10.4.3 Приготовление рабочего градуировочного раствора с концентрацией $10 \text{ мг/дм}^3$ (раствор Б)**

$10 \text{ см}^3$  раствора А с помощью пипетки переносят в мерную колбу вместимостью  $100 \text{ см}^3$ , доводят до метки  $5 \%$  (v/v) раствором азотной кислоты и перемешивают. Концентрация металла в полученном градуировочном растворе Б  $10 \text{ мг/дм}^3$  [45].

#### **3.10.4.4 Приготовление рабочего градуировочного раствора с концентрацией $1 \text{ мг/дм}^3$ (раствор В)**

$10 \text{ см}^3$  раствора Б с концентрацией  $10 \text{ мг/дм}^3$  переносят в мерную колбу вместимостью  $100 \text{ см}^3$ , доводят объём до метки  $5 \%$  (v/v) раствором азотной кислоты и перемешивают. Полученный градуировочный раствор В содержит  $1 \text{ мг/дм}^3$  металла [45].

Серию градуировочных растворов определяемых металлов готовят, добавляя в мерные колбы вместимостью  $100 \text{ см}^3$  указанные в таблице 4 объёмы рабочих градуировочных растворов, и доводят до метки  $5 \%$  (v/v) раствором азотной кислоты [45].

Сроки хранения приготовленных градуировочных растворов металлов с массовой концентрацией от  $1$  до  $10 \text{ мг/дм}^3$  (кроме серебра) не более 1 месяца при температуре  $2-10^\circ\text{C}$ , градуировочных растворов серебра не более 7 суток; градуировочных растворов металлов с массовой концентрацией от  $0,1$  до

1,0 мг/дм<sup>3</sup> (кроме серебра) не более 7 суток при температуре 2-10° С. Градуировочные растворы металлов с массовой концентрацией менее 0,1 мг/дм<sup>3</sup> и серебра менее 1 мг/дм<sup>3</sup> готовят непосредственно перед началом измерений [45].

#### **3.10.4.5 Установление градуировочной характеристики**

Распыляют градуировочные растворы в пламени горелки и регистрируют поглощение каждого металла при требуемой длине волны.

Градуировочные растворы измеряют в порядке возрастания массовой концентрации определяемого металла [45].

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость показаний прибора от количества определяемого металла (мг/дм<sup>3</sup>), устанавливают не менее чем по пяти точкам, по среднеарифметическим результатам трех измерений для каждой точки за вычетом среднеарифметического результата трех измерений холостой пробы. Холостой пробой (blank) является раствор азотной кислоты, используемый для приготовления градуировочных растворов [45].

## 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### 4.1 Исследование структуры гранул минеральных удобрений методом гелиевой пикнометрии

Методом гелиевой пикнометрии была определена эффективная (истинная) плотность и пористость образцов МКФ. Измерения проводились на пикнометре фирмы Русноматик. (в день отбора продукта и спустя три недели. Данные приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты измерения плотности и пористости образцов МКФ

Образец	БФ АО «Апатит» 08.07.2016 г.			БФ АО «Апатит» 21.07.2016 г.		
	ист., г/см <sup>3</sup>	каж., г/см <sup>3</sup>	П, %	ист., г/см <sup>3</sup>	каж., г/см <sup>3</sup>	П, %
МКФ Образец 1	1,860	1,719	7,565	1,826	1,692	7,302
МКФ Образец 2	1,863	1,729	7,812	1,814	1,687	7,030
МКФ Образец 3	1,879	1,731	7,872	1,876	1,729	7,800
МКФ Образец 4	1,875	1,749	6,727	1,840	1,797	7,128

Общая пористость гранул МКФ составила 6,5-8 %. Согласно результатам, которые были получены 08.07.2016 г. и 21.07.2016г., со временем снижение пористости продукта не наблюдается.

### 4.2 Комплексометрический метод определения кальция

Ход работы:

Для определения содержания кальция в монокальцийфосфате комплексометрическим методом навеску массой 1,043 г помещают в стакан вместимостью 250 см<sup>3</sup>, смачивают 10 см<sup>3</sup> воды и приливают 50 см<sup>3</sup> раствора соляной или 20 %-ного раствора азотной кислоты. Стакан накрывают часовым стеклом, раствор кипятят в течение 15-20 мин. После кипячения раствор с осадком количественно переносят в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>. Раствор охлаждают, доливают водой до метки, перемешивают и фильтруют через фильтр «белая лента», отбрасывая первые порции фильтрата. Пипеткой

отбирают 5 см<sup>3</sup> полученного фильтрата, помещают в коническую колбу вместимостью 250-300 см<sup>3</sup>, доливают до 100 см<sup>3</sup> воды, добавляют 2 см<sup>3</sup> раствора триэаноламина, 10 см<sup>3</sup> раствора гидроокиси калия, на кончике шпателя добавляют индикатор кислотный хромово темно-синий и титруют раствором трилона Б на черном фоне до изменения окраски от винно-красной до сине-фиолетовой, не исчезающей при тщательном перемешивании на магнитной мешалке или вручную [38].

Результаты титрования и определения содержания кальция в удобрении представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты титрования

V, см <sup>3</sup>	3,0	3,1	3,1
--------------------	-----	-----	-----

Массу кальция находят по формуле:

$$m_A = \frac{(c_H \cdot V)_B \cdot M_{\text{Э}}(A)}{1000} \cdot \frac{V_K}{V_a}, \quad (3)$$

где  $C_H$  – это количество моль эквивалентов вещества А, содержащегося в 1 л раствора, н;

V – объем раствора, см<sup>3</sup> ;

M – относительная молекулярная (молярная) масса вещества, г/моль;

$V_K$  – объем мерной колбы;

$V_a$  – объем аликвотной части раствора.

$$m_1(\text{Ca}) = \frac{0,05 \cdot 3 \cdot 20}{1000} \cdot \frac{250}{5} = 0,153 \text{ г.}$$

$$m_2(\text{Ca}) = \frac{0,05 \cdot 3,1 \cdot 20}{1000} \cdot \frac{250}{5} = 0,155 \text{ г.}$$

$$m_3(\text{Ca}) = \frac{0,05 \cdot 3,1 \cdot 20}{1000} \cdot \frac{250}{5} = 0,155 \text{ г.}$$

Таблица 4.3 – Результаты расчетов содержания кальция в монокальцияфосфате

m,г	0,153	0,155	0,155
-----	-------	-------	-------

Далее, по массе определяют массовую долю кальция в навеске:

$$\omega(A) = \frac{m(A)}{a} \cdot 100 (\%), \quad (4)$$

где  $m(A)$  – масса анализируемой пробы, г.;

$a$  – масса навески, г.

$$\omega_1(\text{Ca}) = \frac{0,153}{1,0429} \cdot 100 \% = 14,6 \%;$$

$$\omega_2(\text{Ca}) = \frac{0,155}{1,0429} \cdot 100 \% = 14,8 \%;$$

$$\omega_3(\text{Ca}) = \frac{0,155}{1,0429} \cdot 100 \% = 14,8 \%;$$

$$\omega_{cp.} = \frac{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3}{3} = \frac{14,6 + 14,8 + 14,8}{3} = 14,73 \%.$$

Согласно нормируемому показателю, предельное содержание кальция в монокальцийфосфате должно составлять не более 18 %, следовательно, анализируемая проба отвечает заявленным требованиям.

#### **4.3 Перманганатометрический метод определения кальция (по методу замещения)**

Для перманганатометрического определения содержания кальция по методу замещения была взята точная навеска  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  массой 1,4625 г.

Навеску пересыпают через сухую воронку в колбу емкостью 100 см<sup>3</sup>, оставшиеся на стекле и воронке крупинки вещества смывают в колбу. Не вынимая воронку, прибавляют в колбу по каплям разбавленный (1:1) раствор HCl, слегка нагревая и перемешивая содержимое колбы, чтобы ускорить растворение  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ . Когда весь  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  растворится в кислоте, через эту же воронку переливают полученный раствор, в мерную колбу емкостью 250 см<sup>3</sup>, несколько раз обмывают колбу, в которой проводилось растворение, и воронку дистиллированной водой. Под конец обмывают трубку воронки снаружи (на нее могли попасть брызги раствора при растворении навески); охлажденную жидкость в колбе разбавляют водой до метки.

Тщательно перемешав, переносят пипеткой аликвотную часть ( $25 \text{ см}^3$ ) полученного раствора в коническую колбу, прибавляют  $10 \text{ см}^3$  5 %-ного раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $60\text{-}70 \text{ см}^3$  воды и 1-2 капли метилового оранжевого. Жидкость нагревают до  $70\text{-}80 \text{ }^\circ\text{C}$  и прибавляют по каплям (1-2 капли в 1 сек) при постоянном перемешивании вдвое разбавленный водой 10 %-ный раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$  до исчезновения розовой окраски раствора. После этого колбу ставят на водяную или песочную баню и дают осадку полностью отстояться.

После охлаждения осадок переносят на фильтр и промывают холодной водой. Фильтровать лучше через стеклянный фильтрующий тигель, но можно пользоваться и бумажным фильтром («синяя лента»). Стараться перенести весь осадок из колбы на фильтр не нужно: последующее растворение осадка удобнее проводить в колбе, поэтому, чем меньше попадает на фильтр осадка, тем лучше. Если фильтрат мутный, необходимо некоторое время нагревать его, а затем, охладив, снова фильтровать через тот же фильтр.

После окончания фильтрования осадок в колбе и на фильтре несколько раз промывают холодной дистиллированной водой для удаления избытка введенных при осаждении  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  – ионов. Если  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  – ионы не будут полностью удалены, на их окисление потребуется некоторое количество перманганата, и результат анализа получится завышенным. Однако нельзя промывать осадок слишком тщательно, так как это вызовет заметную потерю от растворения осадка  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ . Признаком конца промывания может служить получение отрицательной реакции на  $\text{Cl}^-$  при действии на порцию промывных вод, подкисленную  $\text{HNO}_3$ , раствором  $\text{AgNO}_3$ .

Промытый осадок растворяют в горячем 10 %-ном растворе  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Если фильтрование проводилось через бумажный фильтр, то фильтр сначала протыкают стеклянной палочкой и смывают осадок с фильтрата в колбу минимальным количеством горячей воды. Затем тщательно обмывают всю поверхность фильтра  $80\text{-}100 \text{ см}^3$  горячей 10 %-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , вливая её тонкой струей по стеклянной палочке. Под конец 2-3 раза промывают фильтр горячей водой. Содержимое колбы слегка нагревают до полного растворения осадка.

Осадок  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  растворяется в  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с образованием эквивалентного количества  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Нагрев раствор до 70-80 °С, оттитровывают щавелевую кислоту перманганатом [39].

При титровании анализируемого раствора перманганатом были получены 3 результата, которые представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Результаты титрования

$V, \text{ см}^3$	26,5	26,5	26,3
-------------------	------	------	------

Массу кальция находят по формуле

$$m_A = \frac{(c_H \cdot V)_B \cdot M_{\text{Э}}(A)}{1000} \cdot \frac{V_K}{V_a}, \quad (5)$$

где  $C_H$  – количество моль эквивалентов вещества А, содержащегося в 1 дм<sup>3</sup> раствора, моль экв./ дм<sup>3</sup>;

$V$  – объем раствора, см<sup>3</sup> ;

$M$  – относительная молекулярная (молярная) масса вещества, г/моль;

$V_K$  – объем мерной колбы;

$V_a$  – объем аликвотной части раствора.

$$m_1(\text{Ca}) = \frac{0,05 \cdot 26,5 \cdot 20}{1000} \cdot \frac{250}{5} = 0,265 \text{ г};$$

$$m_2(\text{Ca}) = \frac{0,05 \cdot 26,5 \cdot 20}{1000} \cdot \frac{250}{5} = 0,265 \text{ г};$$

$$m_3(\text{Ca}) = \frac{0,05 \cdot 26,3 \cdot 20}{1000} \cdot \frac{250}{5} = 0,263 \text{ г}.$$

Таблица 4.5 – Результаты расчетов массы кальция

$m, \text{ г}$	0,265	0,265	0,263
----------------	-------	-------	-------

Затем по массе определяют массовую долю кальция в навеске:

$$\omega(A) = \frac{m(A)}{a} \cdot 100 (\%), \quad (6)$$

где  $m(A)$  – масса анализируемой пробы, г.;

$a$  – масса навески, г.

$$\omega_1(\text{Ca}) = \frac{0,265}{1,4625} \cdot 100 \% = 18,1 \%;$$

$$\omega_2(\text{Ca}) = \frac{0,265}{1,4625} \cdot 100 \% = 18,1 \%;$$

$$\omega_3(\text{Ca}) = \frac{0,263}{1,4625} \cdot 100 \% = 17,9 \%;$$

$$\omega_{\text{ср.}} = \frac{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3}{3} = \frac{18,1 + 18,1 + 17,9}{3} = 18,03 \%.$$

Согласно нормируемому показателю, предельное содержание кальция в монокальцийфосфате должно составлять не более 18 %. Полученный результат анализируемой пробы монокальцийфосфата соответствует норме.

#### **4.4 Дифференциальный фотометрический метод определения фосфора (ГОСТ 24596.2-2015)**

##### **Способ градуировочного графика**

Пробу анализируемого продукта, подготовленную по ГОСТ 24596.1, массой, взятой в соответствии с таблицей 4.6, взвешенную с точностью до четвертого десятичного знака, помещают в ступку, смачивают раствором соляной кислоты (2-3 см<sup>3</sup>), 1 мин тщательно растирают пестиком, добавляют 25 см<sup>3</sup> соляной кислоты и снова растирают пестиком 1 мин. Раствор декантируют в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>. К остатку в ступке добавляют 25 см<sup>3</sup> соляной кислоты, снова растирают пестиком 30 с и далее операцию растирания и декантации еще раз повторяют. Остаток в ступке количественно переносят раствором соляной кислоты в ту же колбу, снимая оставшиеся в ступке, на воронке и пестике частицы продукта фильтровальной бумагой, которую помещают в ту же колбу. Колбу закрывают пробкой и перемешивают на аппарате для встряхивания в течение 30 мин. Для продукта, растворимого в воде, анализируемую пробу массой в соответствии с таблицей помещают в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup> и

растворяют в растворе соляной кислоты при перемешивании вручную или на аппаратуре для встряхивания.

Содержимое колбы доливают водой до метки, тщательно перемешивают и фильтруют через фильтр «белая лента», отбрасывая первые порции фильтрата. [40].

Таблица 4.6 – Сводная таблица для приготовления растворов с различной массовой долей фосфора в продукте

Массовая доля фосфора (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) в продукте, %	Масса навески анализируемой пробы, г	Общий объем раствора с массовой долей соляной кислоты 0,4 %, см <sup>3</sup>	Объем анализируемого раствора, см <sup>3</sup>	Объем раствора А для построения градуировочного графика, см <sup>3</sup>	Масса фосфора (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) в растворах сравнения, мг
От 25 до 30	1	200	15	10; 14; 16 и 18	5,0; 7,0; 8,0 и 9,0
От 30 до 40	1	200	10	10; 12; 14 и 16	5,0; 6,0; 7,0 и 8,0
От 40 до 48	1	200	10	10; 16; 18 и 19	5,0; 8,0; 8,5; 9,0 и 9,5
От 48 до 60	1,5	300	5	10; 14; 16 и 18	5,0; 7,0; 8,0 и 9,0

Далее, раствор, приготовленный выше отбирают пипеткой в соответствии с таблицей 4.5, вносят в стакан вместимостью 50 см<sup>3</sup> или в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, приливают 2 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты, 10 см<sup>3</sup> воды и кипятят в течение 10 мин. Раствор охлаждают для фосфатов кальция, нейтрализуют по фенолфталеину раствором гидроокиси натрия (добавляют по каплям) до появления розовой окраски, приливают раствор соляной кислоты до исчезновения мути (около 0,5 см<sup>3</sup>), а затем еще две капли избытка этой же кислоты. Содержимое количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> (если операция проводилась в мерной колбе, содержимое разбавляют водой до объема около 20 см<sup>3</sup>), добавляют 25

см<sup>3</sup> реактива на фосфаты, доливают водой до метки и перемешивают (раствор 1) [40].

Раствор фотометрируют так же, как указано в п. 3.5.3.

При анализе кормового диаммонийфосфата и кормового динатрийфосфата допускается не проводить операцию нейтрализации раствором гидроокиси натрия [40].

Полученные экспериментальные значения оптических плотностей для серии модельных растворов, а также, оптические плотности проб монокальцияфосфата приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7 – Экспериментальные данные для построения градуировочного графика.

A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>проба1</sub>	A <sub>проба2</sub>	A <sub>проба3</sub>
0,257	0,374	0,419	0,467	0,389	0,386	0,389

Градуировочная характеристика зависимости показаний оптической плотности от массы фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) в растворах сравнения, представлена на рисунке 1

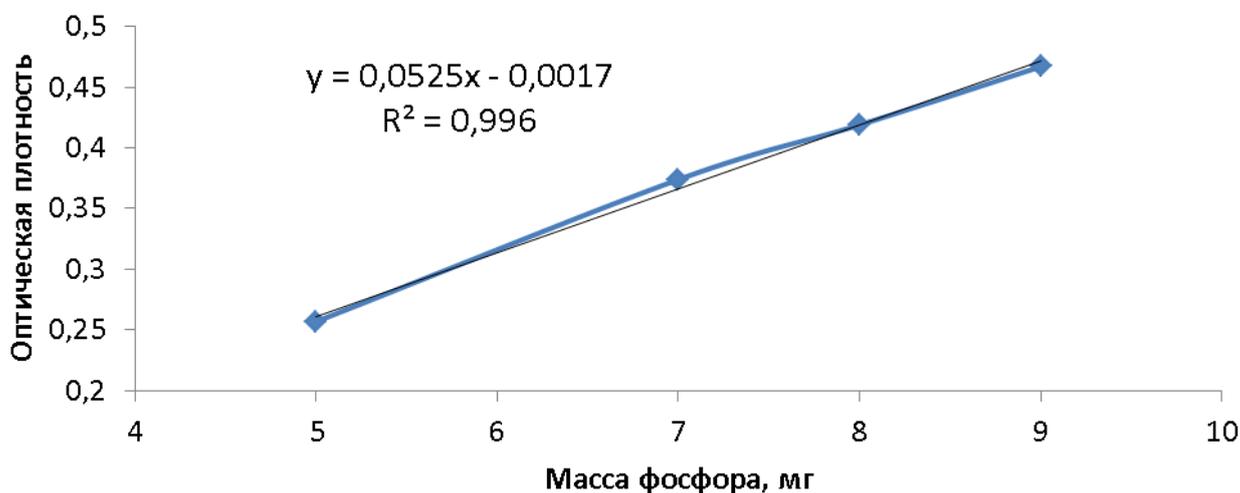


Рисунок 1 - Градуировочная характеристика зависимости показаний оптической плотности от массы фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) в растворах сравнения

Таблица 4.8 – Результаты нахождения массы фосфора по градуировочному графику

m, мг	7,44	7,38	7,44
-------	------	------	------

Массовую долю фосфора, растворимого в 0,4 %-ном растворе соляной кислоты, в пересчете на  $P_2O_5$  (W):

$$\omega(P_2O_5) = \frac{m_1 \cdot 500 \cdot 100}{V \cdot m \cdot 1000},$$

где  $V$  – объем анализируемого раствора,  $см^3$ ;

$m$  – масса навески анализируемой пробы, г;

$m_1$  – масса  $P_2O_5$ , найденная по градуировочному графику, мг.

$$\omega_1(P_2O_5) = \frac{7,42 \cdot 500 \cdot 100}{5 \cdot 1,5 \cdot 1000} = 49,4 \%;$$

$$\omega_2(P_2O_5) = \frac{7,63 \cdot 500 \cdot 100}{15 \cdot 1 \cdot 1000} = 50,8 \%;$$

$$\omega_3(P_2O_5) = \frac{7,59 \cdot 500 \cdot 100}{15 \cdot 1 \cdot 1000} = 50,6 \%;$$

$$\omega_{cp.} = \frac{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3}{3} = \frac{49,4 + 50,8 + 50,6}{3} = 50,26 \%.$$

Согласно нормируемому показателю, предельное содержание фосфора в монокальцийфосфате должно составлять 50-51 %. Полученный результат анализируемой пробы монокальцийфосфата соответствует норме.

#### 4.5 Определение содержания водорастворимых фосфатов в удобрениях объемным методом Шефера

Для определения содержания водорастворимых фосфатов по методу Шефера суперфосфат хорошо растирают в фарфоровой ступке. На технических весах берут навеску 2 г и переносят в мерную колбу емкостью 250  $см^3$ . Добавляют около 100  $см^3$ .  $H_2O$  и взбалтывают на ротаторе в течение 30 мин. Доводят водой до метки и после тщательного перемешивания фильтруют. В химический стакан емкостью 100-150  $см^3$  берут пипеткой 10  $см^3$  фильтрата,

прибавляют 20 см<sup>3</sup> холодной дистиллированной воды (в случае анализа простого суперфосфата), при анализе двойного суперфосфата берут 5 см<sup>3</sup> вытяжки и прибавляют 25 см<sup>3</sup> воды. Приливают к раствору цилиндром 15 см<sup>3</sup> смеси концентрированных кислот и нагревают до появления первых пузырьков. Нельзя допускать повышения температуры выше 80 °С, так как возможно выпадение в осадок хлопьев молибденовой кислоты. Снимают стакан с огня, осторожно приливают цилиндром в середину раствора 30 см<sup>3</sup> сульфатмолибденовой жидкости. Выпавший осадок ярко-желтого цвета осторожно перемешивают круговыми движениями и оставляют на 15-18 часов. После этого производят промывание осадка. Сначала на фильтр переносят надосадочную жидкость. Осадок в стакане 4-5 раз промывают декантацией 1 %-ным раствором Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Промывание осадка на фильтре ведут 1 %-ным раствором сульфата натрия до нейтральной реакции фильтрата (контроль по синей лакмусовой бумаге). Отмытый осадок с фильтром помещают в колбу на 250-300 см<sup>3</sup> и приливают из бюретки 0.2 н раствор щелочи небольшими порциями до полного растворения комплексной соли. На каждые 25 см<sup>3</sup> прилитой щелочи добавляют 0,8 см<sup>3</sup> 40 % раствора формалина. Добавляют 2-3 капли фенолфталеина. Если раствор обесцветился, добавить щелочь до малиновой окраски. Избыток щелочи оттитровывают 0.1 н раствором HCl до обесцвечивания [41].

При титровании анализируемого раствора соляной кислотой были получены 3 результата (таблица 4.9):

Таблица 4.9 – Результаты титрования анализируемого раствора

V <sub>NaOH</sub> , см <sup>3</sup>	40,6	39,9	41,0
V <sub>HCl</sub> , см <sup>3</sup>	13,7	13,8	13,5

Массу фосфора находят по формуле:

$$m_{P_2O_5} = \frac{[(C_H \cdot V)_{NaOH} \cdot (C_H \cdot V)_{HCl}] \cdot M_{r(P_2O_5)}}{1000}, \quad (7)$$

где  $C_n$  – это количество моль эквивалентов вещества А, содержащегося в 1 дм<sup>3</sup> раствора, моль экв/ дм<sup>3</sup>;

$V$  – объем раствора, см<sup>3</sup> ;

$M$  – относительная молекулярная (молярная) масса вещества, г/моль;

$V_k$  – объем мерной колбы;

$V_a$  – объем аликвотной части раствора.

$$m_1(P_2O_5) = \frac{[(0,2 \cdot 40,6)_{NaOH} \cdot (0,1 \cdot 13,7)_{HCl}] \cdot 141}{1000} = 0,951 \text{ г.}$$

$$m_2(P_2O_5) = \frac{[(0,2 \cdot 39,9)_{NaOH} \cdot (0,1 \cdot 13,8)_{HCl}] \cdot 141}{1000} = 0,930 \text{ г.}$$

$$m_3(P_2O_5) = \frac{[(0,2 \cdot 41)_{NaOH} \cdot (0,1 \cdot 13,5)_{HCl}] \cdot 141}{1000} = 0,965 \text{ г.}$$

Затем по массе определяют массовую долю фосфора в навеске:

$$\omega(A) = \frac{m_{\text{вещества}}}{m_{\text{навески}}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где  $m(A)$  – масса анализируемой пробы, г.;

$a$  – масса навески, г.

$$\omega_1(P_2O_5) = \frac{0,951}{2} \cdot 100\% = 47,5 \text{ \%};$$

$$\omega_2(P_2O_5) = \frac{0,930}{2} \cdot 100\% = 46,5 \text{ \%};$$

$$\omega_3(P_2O_5) = \frac{0,965}{2} \cdot 100\% = 48,2 \text{ \%};$$

$$\omega_{cp} = \frac{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3}{3} = \frac{47,5 + 46,5 + 48,2}{3} = 47,4 \text{ \%}.$$

Согласно нормируемому показателю, предельное содержание фосфора в монокальцийфосфате должно составлять не более 50-51 %. Полученный результат анализируемой пробы монокальцийфосфата соответствует норме.

#### 4.6 Определение воды методом высушивания (ГОСТ 24596.9-81)

Для определения содержащейся в удобрении воды, 2-5 г анализируемого продукта, подготовленного по ГОСТ 24596.1, взвешивают в предварительно высушенной до постоянной массы бюксе с закрытой крышкой. Результат взвешивания записывают с точностью до третьего десятичного знака. Открытую бюксу с пробой помещают в нагретый сушильный шкаф. Температура и время сушки указаны в нормативно-технической документации на конкретный продукт. При сушке под термоизлучателем открытую бюксу с пробой помещают на асбест под кожух под центр термоизлучателя и сушат при температуре  $(75 \pm 5)^\circ\text{C}$  в течение 30 мин. Бюксу закрывают крышкой, выдерживают в эксикаторе над хлористым кальцием или окисью алюминия в течение 30 мин и взвешивают.

Пустую бюксу и с пробой до и после высушивания взвешивают, результат взвешивания записывают с точностью до третьего десятичного знака [41].

Таблица 4.10 – Результаты взвешивания пробы на аналитических весах

	1	2	3	Среднее	Норма
$m_{\text{бюкса пустого}}, \text{Г}$	25,269	23,239	25,267		
$m_{\text{бюкса+в-во(до выс-ния)}, \text{Г}}$	28,230	26,168	28,249		
$m_{\text{в-ва}}, \text{Г}$	2,961	2,929	2,981		
$m_{\text{бюкса+в-во(после выс-ния)}, \text{Г}}$	28,191	26,136	28,217		
$w, \%$	1,300	1,080	1,060	1,146	не более 2 %

Массовую долю воды в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \quad (9)$$

где  $m$  – масса навески анализируемой пробы, г;

$m_1$  – масса бюксы с пробой до высушивания, г;

$m_2$  – масса бюксы с пробой после высушивания, г.

За результат анализа принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми при доверительной вероятности 0,95 не должны превышать: 0,05 %-при массовой доле воды до 0,5 %; 0,2 %-при массовой доле воды свыше 0,5 до 2 %; 0,4 %-при массовой доле воды свыше от 2 до 5 %.

$$\omega_1(\text{H}_2\text{O}) = \frac{28,2304 - 28,1918}{2,9216} \cdot 100 \% = 1,31 \%;$$

$$\omega_2(\text{H}_2\text{O}) = \frac{26,1682 - 26,1316}{2,9287} \cdot 100 \% = 1,08 \%;$$

$$\omega_3(\text{H}_2\text{O}) = \frac{28,2487 - 28,2169}{2,9212} \cdot 100 \% = 1,06 \%;$$

$$\omega_{\text{ср.}} = \frac{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3}{3} = \frac{1,3 + 1,08 + 1,06}{3} = 1,14 \%.$$

Согласно нормируемому показателю, предельное содержание воды в монокальцийфосфате должно составлять не более 2 %. Полученный результат анализируемой пробы монокальцийфосфата соответствует норме.

#### **4.7 Электрометрический метод определения рН (ГОСТ 24596.5-81)**

Ход работы:

Пробу анализируемого продукта, массой 2 г., подготовленную по ГОСТ 24596.1, помещают в мерную колбу на 100 см<sup>3</sup>, содержащую 50 см<sup>3</sup> воды, и перемешивают вручную или на аппарате для встряхивания в течение 1-2 мин, затем раствор доливают водой до метки и снова тщательно перемешивают. Масса навески анализируемого продукта и вместимость мерной колбы для ее растворения указаны в нормативно-технической документации на конкретный продукт. Electroды ополаскивают полученным раствором или суспензией и измеряют величину рН раствора или суспензии через 1-2 мин, через 2-3 мин измеряют снова [43].

Величину рН отсчитывают по шкале рН-метра. Допускаемые расхождения между параллельными измерениями не должны превышать 0,2 ед. рН [43].

Согласно методике по ГОСТ 24596.5-81 проведены 4 измерения:

Таблица 4.11 – Результаты измерения показателя рН

	t <sup>0</sup> С	1	2	3	4	Среднее	Норма
рН	22	3,76	3,52	3,76	3,76	3,70	Не менее 3

Согласно нормируемому показателю, нормируемый показатель рН в монокальцийфосфате должно составлять не менее 3. Полученный показатель рН анализируемой пробы монокальцийфосфата соответствует норме.

#### 4.8 Оксидиметрическое определение мышьяка III

Для проведения определения к анализируемому раствору объемом 30-50 см<sup>3</sup> прибавляют небольшими порциями сухой бикарбонат натрия для нейтрализации свободной кислоты и сверх этого вводят 3 г NaHCO<sub>3</sub>, 2-3 дм<sup>3</sup> 0,5 %-го раствора крахмала, затем титруют 0,05 или 0,1 N раствором йода (в зависимости от содержания мышьяка) до появления не исчезающей синей окраски. При определении 10-25 мг As ошибка составляет 0,2-0,3 % . При титровании малых количеств мышьяка (III) (<5 мг As) необходимо также осуществлять холостой опыт с использованием тех же количеств реагентов и вводить соответствующую поправку в результаты титрования[44].

Таблица 4.12 – Массы навесок, взятых для проведения испытания

m <sub>навески</sub> ,г.	5,042	5,018	5,040
--------------------------	-------	-------	-------

При титровании анализируемого раствора йодом были получены 3 результата:

Таблица 4.13 – Результаты титрования

V, см <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,2
--------------------	-----	-----	-----

Массу мышьяка находят по формуле

$$m_A = \frac{(c_H \cdot V)_B \cdot M_9(A)}{1000} \text{ (г)}, \quad (10)$$

где  $C_H$  – это количество моль эквивалентов вещества А, содержащегося в 1 дм<sup>3</sup> раствора, н;

$V$  – объем раствора, см<sup>3</sup>;

$M$  – относительная молекулярная (молярная) масса вещества, г/моль.

$$m_1(\text{As}) = \frac{0,01 \cdot 0,2 \cdot 25}{1000} = 0,00005 \text{ г.}$$

$$m_2(\text{As}) = \frac{0,01 \cdot 0,2 \cdot 25}{1000} = 0,00005 \text{ г.}$$

$$m_3(\text{As}) = \frac{0,01 \cdot 0,2 \cdot 25}{1000} = 0,00005 \text{ г.}$$

Затем по найденной массе определяют массовую долю мышьяка в навеске:

$$\omega(A) = \frac{m(A)}{a} \cdot 100 \text{ (%)}, \quad (11)$$

где  $m(A)$  – масса анализируемой пробы, г.;

$a$  – масса навески, г.

$$\omega_1(\text{As}) = \frac{0,00005}{5,0421} \cdot 100\% = 0,0009\%;$$

$$\omega_2(\text{As}) = \frac{0,00005}{5,0181} \cdot 100\% = 0,0009\%;$$

$$\omega_3(\text{As}) = \frac{0,00005}{5,0351} \cdot 100\% = 0,0009\%;$$

$$\frac{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3}{3} = \frac{0,0009 + 0,0009 + 0,0009}{3} = 0,0009 \%$$

Известно, что производство минеральных удобрений является опасными с точки зрения экологии производством, в связи с чем, помимо анализа

непосредственной продукции завода, необходимо проводить экологический мониторинг окружающей среды, в частности, воды. Данный раздел работы выполнен в лаборатории ЦАКК на предприятии Балаковский филиал АО «Апатит».

#### **4.9 Методика измерений массовых концентраций марганца в пробах природных и сточных вод р. Иргиз методом атомно-абсорбционной спектроскопии.**

При определении общего содержания металлов к 50 см<sup>3</sup> анализируемой воды добавляют 2,5 см<sup>3</sup> концентрированной азотной кислоты, выдерживают 40-60 минут и фильтруют через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм или фильтр «белая лента» [45].

При необходимости пробу концентрируют. Для этого к 250 см<sup>3</sup> анализируемой воды добавляют 2,5 см<sup>3</sup> концентрированной азотной кислоты и медленно упаривают в широком стакане на электроплитке с закрытой спиралью, песчаной или водяной бане до объема 15-20 см<sup>3</sup>, не допуская закипания и разбрызгивания пробы. Пробу охлаждают и количественно фильтруют через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм или фильтр «белая лента» в мерную колбу вместимостью 25 см<sup>3</sup>. Стенки стакана ополаскивают дистиллированной водой и смывные воды также переносят в ту же мерную колбу, доводя объем раствора до метки [45].

При определении растворенных металлов пробу воды сразу после отбора фильтруют через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм. Фильтрат подкисляют концентрированной азотной кислотой до pH ≤ 2. Далее пробоподготовку проводят так же, как при определении общего содержания металлов [45].

#### 4.9.1 Выполнение измерений

Пробы анализируют на атомно-абсорбционном спектрометре в оптимальных условиях [45].

Подготовленную одним из вышеперечисленных способов пробу воды распыляют в пламени горелки. Регистрируют абсорбцию металла при требуемой длине волны не менее трех раз, полученные значения усредняют и по среднему значению рассчитывают содержание металла в пробе[45].

Если измеренная величина выходит за пределы градуировочной характеристики, то подготовленную пробу разбавляют дистиллированной водой и выполняют измерение заново[45].

Проба 1. Место отбора пробы: приямок мокрого отделения насосной станции с. Быков отрог- исследуемый элемент Mn

$$V_1 = 100 \text{ см}^3$$

$$V_2 \text{ м.к.} = 25 \text{ см}^3$$

$$V_3(\text{разб}) * 10 = 100 \text{ см}^3$$

Результаты измерений градуировочной характеристики и анализ проб на атомно-абсорбционном спектрометре представлены в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Результаты измерений градуировочной характеристики и анализ проб на атомно-абсорбционном спектрометре

С(концентрация)	ABS (абсорбция)			Ср.зн.
холостая проба	0,001			
2 см <sup>3</sup> р-ра 0,01 мг/ см <sup>3</sup> =0,02 мг	0,026	0,024	0,019	0,023
4 см <sup>3</sup> р-ра 0,01 мг/ см <sup>3</sup> =0,04 мг	0,039	0,039	0,038	0,038667
6 см <sup>3</sup> р-ра 0,01 мг/ см <sup>3</sup> =0,06 мг	0,056	0,056	0,056	0,056
8 см <sup>3</sup> р-ра 0,01 мг/ см <sup>3</sup> =0,08 мг	0,076	0,075	0,076	0,075667
10 см <sup>3</sup> р-ра 0,01 мг/ см <sup>3</sup> =0,1 мг	0,093	0,095	0,095	0,094333
12 см <sup>3</sup> р-ра 0,01 мг/ см <sup>3</sup> =0,12 мг	0,123	0,123	0,121	0, 122333
ПРОБА 1- 0,282	0,279			
ПРОБА 2-0,286	0,284			

Содержание металла в пробе рассчитывают по формуле:

$$X = C \cdot \frac{V_1}{V}, \quad (11)$$

где  $C$  – содержание металла в анализируемой пробе воды, найденное по градуировочному графику, мг/дм<sup>3</sup>;

$V_1$  – объем пробы после разбавления (концентрирования), см<sup>3</sup>;

$V$  – объем пробы анализируемой воды, см<sup>3</sup>.

$$X_{\text{проб1}} = \frac{C \cdot V_2 \cdot 1000}{V_1 \cdot V_3} = \frac{0,282 \cdot 1000 \cdot 25}{100 \cdot 100} = 0,705 \text{ мг/ см}^3;$$

$$X_{\text{проб2}} = \frac{C \cdot V_2 \cdot 1000}{V_1 \cdot V_3} = \frac{0,282 \cdot 1000 \cdot 25}{100 \cdot 100} = 0,705 \text{ мг/ см}^3.$$

Содержание Mn в воде с приямка мокрого отделения насосной станции с.Быков отрог не соответствует заявленным нормам контроля содержания металлов в воде, установленным лабораториям ЦАКК, которые указаны ниже, в таблице 4.14. Скорее всего это объясняется, концентрированием это металла.

Градуировочная характеристика зависимости показаний абсорбции от количества определяемого металла представлена на рисунке 2

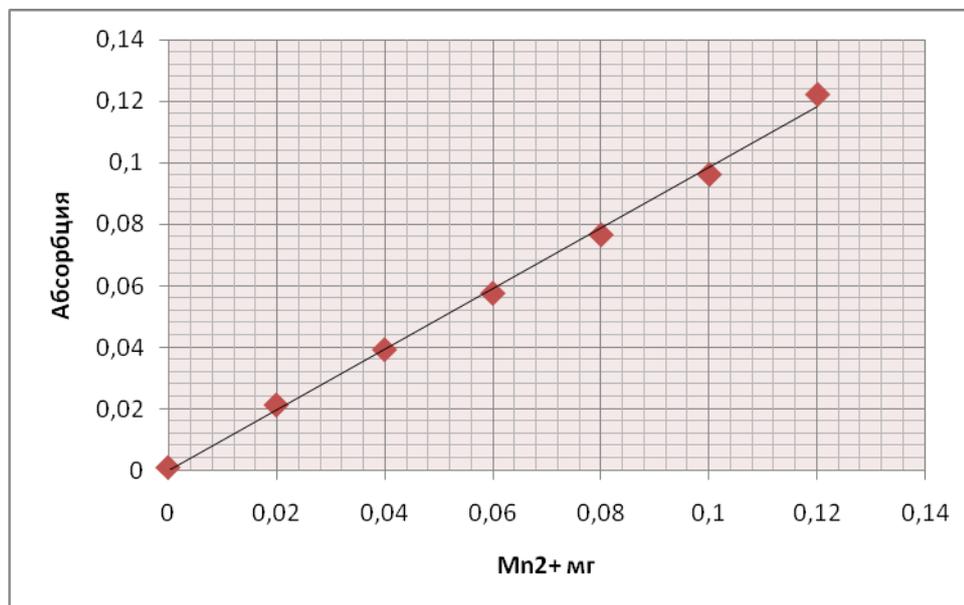


Рисунок 2-Градуировочная характеристика зависимости показаний абсорбции от количества определяемого металла

Этим же методом атомно-абсорбционной спектроскопии были исследованы и другие металлы, содержащиеся в природных водах р. Иргиз.

Результаты измерений природной, поверхностной воды представлены в таблице 4.15

Таблица 4.15 – Результаты измерений природной, поверхностной воды

Нормы контроля содержания металлов в воде	Наименование показателя	р. Иргиз 500 м выше оврага мг/см <sup>3</sup>	р.Иргиз напротив скваж.86 мг/см <sup>3</sup>	р.Иргиз напротив скваж.83 мг/см <sup>3</sup>	р.Иргиз напротив скваж. 82 мг/см <sup>3</sup>	р.Иргиз напротив скваж. 81 мг/см <sup>3</sup>
не более 0,1 мг/см <sup>3</sup>	Mn	0,076	0,071	0,053	0,090	0,092
не более 0,05 мг/см <sup>3</sup>	Cr	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004
не более 1,0 мг/см <sup>3</sup>	Cu	0,002	0,002	0,003	0,002	0,001
не более 0,02 мг/см <sup>3</sup>	Ni	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003
не более 0,01 мг/см <sup>3</sup>	Pb	0,002	0,001	0,002	0,003	0,003
не более 1,0 мг/см <sup>3</sup>	Zn	0,006	0,007	0,007	0,006	0,006

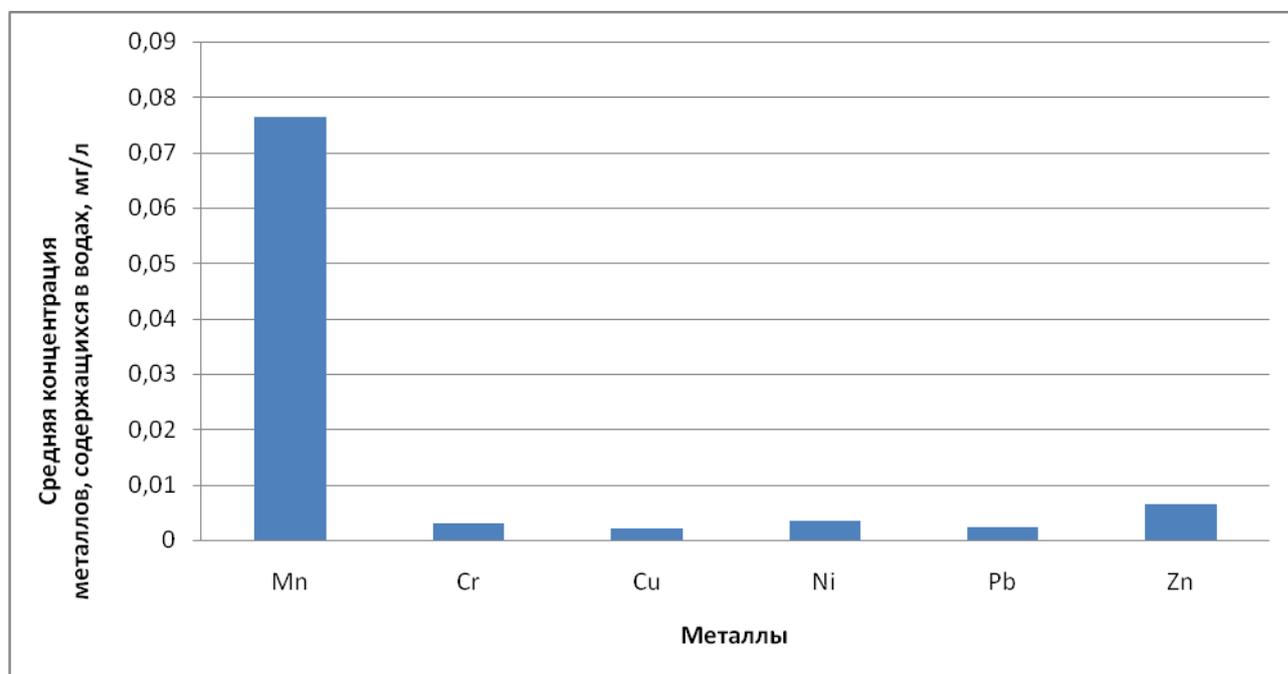


Рисунок 3-Графический результат измерений массовых концентраций металлов в природных и поверхностных водах р.Иргиз

Металлы - марганец, хром, медь, никель, свинец и цинк, находящиеся в природных и поверхностных в скважинах 86, 83, 82, 81 и на 500 м выше оврага полностью соответствуют нормам, установленным лабораториям ЦАКК, которые указаны в таблице 4.14 . Таким образом, качество воды на объектах исследований по содержанию тяжелых металлов можно считать удовлетворительным и превышение ПДК не наблюдается.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Современный ритм жизни и постоянный рост населения диктует необходимость повышения эффективности работы агропромышленного комплекса страны с целью обеспечения потребности населения в продуктах питания. Одним из возможных приемов повышения эффективности работы АПК может стать увеличение урожайности промышленных культур и количества вырабатываемых продуктов животноводства за счет применения минеральных удобрений.

Минеральные удобрения представляют собой химические соединения, в составе которых может присутствовать азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера и т.д. Все перечисленные элементы необходимы для нормального роста растений и животных. Классификация минеральных удобрений насчитывает большой ряд признаков, например, классификация по составу, по агрегатному состоянию, по свойствам, по усвояемости и т.д.

В целом, производство минеральных удобрений является активно развивающейся отраслью промышленности, однако, при широком ассортименте продукции и простом ее составе, необходимо тщательно контролировать качество производимых минеральных удобрений, ведь только удобрения высокого качества можно использовать в растениеводстве и животноводстве.

Одним из наиболее распространенных применяемых минеральных удобрений является фосфатное удобрение монокальцийфосфат, которое, также находит применение в качестве кормовой добавки. Кормовая добавка монокальцийфосфат позволяет избежать заболеваний животных, связанных с недостатком фосфора и кальция. Применение кормовых добавок увеличивает продуктивность животных:

Определение качества монокальцийфосфата проводится по следующим основным показателям: содержание кальция и фосфора, содержание влаги, рН, содержание мышьяка, а также, пористость и плотность удобрения.

Для определения каждого указанного показателя существует методика, соответствующая ГОСТ 23999-80 «КАЛЬЦИЙ ФОСФАТ КОРМОВОЙ», однако, данные методики зачастую сложны в проведении, требуют дорогостоящих реактивов и сложной пробоподготовки. Представляет интерес сравнение методик определения основных показателей качества удобрения (таких как содержание кальция и фосфора) не только в соответствии с нормативными документами, но и по другим методикам сравнения, найденным в литературных источниках.

В качестве сравнительных методик анализа на содержания кальция и фосфора в исследуемом удобрении были выбраны 2 методики:

- Перманганатометрическое определение кальция (по методу замещения)
- Определение содержания водорастворимых фосфатов в удобрениях объемным методом Шефера.

Результаты, полученные в ходе работы, представлены в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Сводная таблица результатов анализа монокальцияфосфата

Наименование показателя	Полученный результат	Нормируемый показатель
Массовая доля кальция, % – Методика ГОСТ – Методика сравнения	14,73±0,27	не более 18
	18,03±0,27	не более 18
Массовая доля фосфора, % – Методика ГОСТ – Методика сравнения	50,26±0,57	50-51
	47,41±2,12	50-51
Массовая доля воды, %	1,15±0,33	не более 2
Показатель активности водородных ионов, ед. рН	3,7±0,37	Не менее 3
Массовая доля мышьяка, %	0,0015	Не более 0,005

Проведенные исследования показали, что анализируемый образец монокальцийфосфата, соответствует нормативам по всем показателям качества данного вида удобрения в соответствии с ГОСТ 23999-80 «КАЛЬЦИЯ ФОСФАТ КОРМОВОЙ».

Проведенные исследования показали, что результаты, полученные по методикам сравнения, сопоставимы с результатами анализа по стандартным методикам, что делает возможным их применение с целью оперативного контроля качества монокальцийфосфата.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ДЗВ	Переверзевой Наталье Игоревне

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФАХ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	«Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»

**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 научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах
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. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий
3. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Разработка графика проведения научного исследования. Определение бюджета научно – технического исследования (НТИ)
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Проведение оценки экономической эффективности исследования качества фосфатных

	минеральных удобрений.
<b>Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Альтернативы проведения НИ</li> <li>4. График проведения и бюджет НИ</li> <li>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</li> <li>6. Сравнительная эффективность разработки</li> </ol>	

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДЗВ	Переверзева Н.И.		

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

### **5.1 Общая характеристика НИР**

Научно-исследовательская работа (НИР) связана с исследованием качества фосфатных минеральных удобрений для сельскохозяйственной промышленности.

Кормовая добавка монокальцийфосфата предназначена для обогащений и балансирований рационов сельскохозяйственных животных по Р и Са. При введении в рацион кормовых фосфатов можно избежать заболеваний, связанные с недостатком этих макроэлементов, обеспечить должный обмен веществ в организме, а следовательно, эффективное функционирование иммунной и репродуктивной систем.

Фосфорно-кальциевая кормовая добавка, имеющая около 100 % водорастворимого фосфора, хороша для всех видов животных, т.к. для их полноценного кормления необходимы не только протеин, жиры, углеводы и витамины, но и минеральные вещества. Эффективность использования ее в животноводстве объясняется тем, что фосфор неорганического происхождения усваивается животными также хорошо, как и органического. Применение кормовых фосфатов повышает полноценность кормления животных и увеличивает их продуктивность (суточные привесы, качество мяса, надой молока).

Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- планирование научно-исследовательских работ;
- оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

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

### **5.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Потенциальными потребителями результатов НИР могут быть землевладельцы и агропромышленные комплексы.

Результаты НИР, так же могут быть использованы в научно-исследовательских лабораториях, НИИ Питания и здравоохранения.

### **5.2.2 Анализ конкурентных технических решений**

При ведении собственного производства необходим систематический анализ конкурирующих разработок во избежание потери занимаемой ниши рынка. Периодический анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности позволяет оценить эффективность научной разработки по сравнению с конкурирующими предприятиями.

Минеральные удобрения полностью соответствуют межгосударственному стандарту и разрешены Минздравом для хозяйственного применения и агропромышленного выпуска.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения проведем с помощью оценочной карты таблица 5.1.

Таблица 5.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных 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. Надежность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
2. Простота производства по данной технологии	0,1	5	3	4	0,4	0,5	0,4
3. Побочные эффекты	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,4
4. Безопасность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
5. Функциональная мощность	0,2	5	4	4	1,0	0,8	0,8
6. Требуется значительных материальных ресурсов	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Стоимость сырья	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
3. Стоимость минеральных удобрений	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
<b>ИТОГО</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>4,5</b>	<b>3,9</b>	<b>4</b>

Анализ конкурентных технических решений был рассчитан по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Анализ был проведен сравнительно с двумя основными препаратами: конкурент 1 – «Монокальцийфосфат» (Россия- ФосАгро, г. Балаково) конкурент 2 – «Монокальцийфосфат». (Канада- PotashCorp, г. Саскатун) В результате научная разработка по сравнению с зарубежным поставщиком является конкурентоспособной.

### 5.2.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой

комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Первый этап SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии С2. Использование во многих отраслях производства	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Большая стоимость аппаратуры для исследования Сл2. Отсутствие необходимого оборудования и реагентов на кафедре НИ ТПУ
<b>Возможности:</b> В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях В3. Повышение стоимости конкурентных разработок		
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования		

Второй этап SWOT-анализа состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивные матрицы проекта. Их использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Примеры интерактивных матриц представлены в таблицах 5.3, 5.4, 5.5, 5.6.

Таблица 5.3 - Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны проекта			
Возможности проекта		C1	C2
	B1	+	+
	B2	+	+
	B3	+	-

Таблица 5.4 - Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	+	-
	B2	+	-
	B3	-	-

Таблица 5.5 - Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны проекта			
Угрозы проекта		C1	C2
	У1	-	-
	У2	-	-
	У3	-	+

Таблица 5.6 - Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны проекта			
Угрозы проекта		Сл1	Сл2
	У1	-	-
	У2	-	-
	У3	+	+

Таким образом, в рамках третьего этапа может быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 5.7).

Таблица 5.7 - Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии</p> <p>С2. Использование во многих отраслях производства</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Отсутствие необходимого оборудования и реагентов на кафедре НИ ТПУ</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Разработка новых методик определения качества минеральных удобрений. Замена вредных реактивов</p>	<p>Организация финансового обеспечения исследования научного</p>

## Продолжение таблицы 5.7

<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования</p>	<p>Продвижение методики с целью создания спроса</p> <p>Наработка и укрепление конкурентных преимуществ методики определения качества минеральных удобрений</p> <p>Организация финансового обеспечения научного исследования</p>	<p>При отсутствии необходимого оборудования и реагентов на кафедре НИ ТПУ есть риски потери занятой ниши рынка. При добавлении к этому несвоевременного финансового обеспечения угроза потери рынка значительно возрастает</p>
---	---	--

## 5.3 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят: бакалавр, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) выпускной квалификационной работы. Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и проведем распределение исполнителей по видам работ (таблица 5.8).

Таблица 5.8 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, консультант ЭЧ, СО, бакалавр
Выбор направления исследований	2	Ознакомление с экспериментальными данными и выбор направления исследований	Научный руководитель, бакалавр
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель, бакалавр,
	4	Патентный обзор литературы	Бакалавр
	5	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, бакалавр

Продолжение таблицы 5.8

Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение лабораторных анализов	Бакалавр
	7	Проведение расчетов и их обоснование на основании экспериментальных данных	Бакалавр
	8	Сопоставление результатов с теоретическими исследованиями	Научный руководитель, бакалавр
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, бакалавр
	10	Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель, бакалавр
Проведение ВКР			
Разработка технической документации и проектирование	11	Оценка эффективности применения анализа	Бакалавр, консультант по ЭЧ
	12	Разработка социальной ответственности по теме	Бакалавр, консультант СО
Оформление комплекта документации по ВКР	13	Составление пояснительной записки	Бакалавр

### 5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожi}$  используется формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (5.2)$$

где  $t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле:

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i} \quad (5.3)$$

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

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Результаты расчетов занесены в таблицу 5.9.

Таблица 5.9 - Временные показатели проведения научного исследования

№	Название работ	Трудоемкость работ						Исполнители	Т <sub>p</sub> , раб. дн.		Т <sub>ki</sub> , кал.дн.	
		t <sub>min</sub> , чел-дн.		t <sub>max</sub> , чел-дн.		t <sub>ож</sub> , чел-дн.			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2					
1	Составление и утверждение технического задания	1	1	2	2	1,4	1,4	Р	0,4	0,4	0,5	0,5
		1	1	2	2	1,4	1,4	Б	0,4	0,4	0,5	0,5
		1	1	2	2	1,4	1,4	К <sup>1</sup>	0,4	0,4	0,5	0,5
		1	1	2	2	1,4	1,4	К <sup>2</sup>	0,4	0,4	0,5	0,5
2	Ознакомление с экспериментальными данными и выбор направления исследований	0,3	0,3	2	2	1	1	Р	0,5	0,5	0,6	0,6
		0,3	0,3	2	2	1	1	Б	0,5	0,5	0,6	0,6

Продолжение таблицы 5.9

3	Подбор и ознакомление с материалами по теме	3	3	10	10	5,8	5,8	Р	2,9	2,9	3,4	3,4
		3	3	10	10	5,8	5,8	Б	2,9	2,9	3,4	3,4
4	Патентный обзор литературы	7	7	10	10	8,2	8,2	Б	8,2	8,2	10	10
5	Календарное планирование работ по теме	1	1	2	2	1,4	1,4	Р	0,7	0,7	0,8	0,8
		1	1	2	2	1,4	1,4	Б	0,7	0,7	0,8	0,8
6	Проведение лабораторных анализов	10	10	15	15	12	12	Б	12	12	14,2	14,2
7	Проведение расчетов и их обоснование на основании экспериментальных данных	8	8	10	10	8,8	8,8	Б	8,8	8,8	10,4	10,4
8	Сопоставление результатов с теоретическим и исследованиям и	3	3	4	4	3,4	3,4	Р	1,7	1,7	2	2
		3	3	5	5	3,8	3,8	Б	1,9	1,9	2,3	2,3
9	Оценка эффективности полученных результатов	2	2	4	4	2,8	2,8	Р	1,4	1,4	1,7	1,7
		3	3	5	5	3,8	3,8	Б	1,9	1,9	2,3	2,3
10	Определение целесообразности проведения ВКР	4	4	5	5	4,4	4,4	Р	2,2	2,2	2,6	2,6
		4	4	5	5	4,4	4,4	Б	2,2	2,2	2,6	2,6
11	Оценка эффективности применения анализа	4	4	8	8	5,6	5,6	К <sup>1</sup>	2,8	2,8	3,3	3,3
		4	4	8	8	5,6	5,6	Б	2,8	2,8	3,3	3,3

Продолжение таблицы 5.9

12	Разработка социальной ответственности по теме	6	6	9	9	7,2	7,2	К <sup>2</sup>	3,6	3,6	4,3	4,3
		6	6	9	9	7,2	7,2	Б	3,6	3,6	4,3	4,3
13	Составление пояснительной записки	13	13	16	16	14,2	14,2	Б	14	14	16,6	16,6

В таблице Р – научный руководитель; Б – бакалавр; К<sup>1</sup> – консультант по экономической части; К<sup>2</sup> – консультант по социальной ответственности.

### 5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – это горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Диаграмма Ганта строится на основании данных таблицы 5.9.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5.4)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  
 $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  
 $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

В свою очередь коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5.5)$$

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.

На проведение научного исследования отведен период из четырех основных месяцев (с февраля по май) и половина мая на исправление недочетов, тогда количество календарных дней составит 140. Количество выходных и праздничных дней примем 16 и 6 соответственно.

Тогда Коэффициент календарности составит:

$$k_{\text{кал}} = \frac{140}{140 - 6 - 16} = 1,186.$$

Календарный план-график проведения научного исследования по определению контроля качества фосфатных минеральных удобрений представлен в таблице 5.10.





проведения ВКР	бакалавр	2,6											
Оценка эффективности применения анализа	Консультант по ЭЧ,	3,3											
	бакалавр	3,3											
Разработка социальной ответственности по теме	Консультант СО,	4,3											
	бакалавр	4,3											
Составление пояснительной записки	Бакалавр	16,6											

Условные обозначения в таблице

Научный руководитель	Бакалавр	Консультант по ЭЧ	Консультант СО

### 5.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на оборудование;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Материальные затраты НТИ включают стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, в частности, сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований). Материальные затраты и затраты на оборудование для данного НТИ представлены в таблице 5.11, 5.12.

Таблица 5.11 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.(за 100г/100см <sup>3</sup> )	Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.
<b>Методика комплексонометрического метода определения кальция</b>				
Калий азотнокислый	г	200	198	396
Калия гидроокись	см <sup>3</sup>	10	108	10,8
Азотная кислота	см <sup>3</sup>	50	87	43,5
Тимолфталеин-индикатор	г	2	800	16

Продолжение таблицы 5.11

Кальконкарбоновая кислота	г	1	350	3,5
Окись магния	см <sup>3</sup>	0,5	566	2,83
Триэтаноламин	см <sup>3</sup>	2	101	2,02
Соль динатриевая	г	9,30	180	16,74
	см <sup>3</sup>	5	340	17
Кислотный хромовый тёмно-синий	г	1	211	2,11
<b>Методика перманганатометрического определения кальция (по методу замещения)</b>				
Соляная кислота	см <sup>3</sup>	50	110	55
Щавелевая кислота	см <sup>3</sup>	10	75	7,5
Метиловый оранжевый	см <sup>3</sup>	3	450	13,5
Гидроксид аммония	см <sup>3</sup>	40	200	80
Перманганат кальция	см <sup>3</sup>	100	58	58
<b>Методика дифференциального фотометрического метода определения фосфора</b>				
Азотная кислота	см <sup>3</sup>	5	87	4,35
Соляная кислота	см <sup>3</sup>	2,5	110	2,75
Гидроокись натрия	см <sup>3</sup>	2	130	2,6
Фенолфталеин	см <sup>3</sup>	1	200	2
Аммоний ванадиевокислый	г	2,5	242	6,05

Продолжение таблицы 5.11

Аммоний молибденовокислый	г	50	270	135
<b>Методика определения содержания водорастворимых фосфатов в удобрениях объемным методом Шефера</b>				
Азотная кислота	см <sup>3</sup>	424	87	368,8
Серная кислота	см <sup>3</sup>	30	300	90
Сульфат аммония	г	100	110	110
Аммоний молибденовокислый	г	300	270	810
Сульфат натрия	см <sup>3</sup>	100	160	160
Гидроксид натрия	см <sup>3</sup>	100	130	130
Формалин	см <sup>3</sup>	20	45	9
Фенолфталеин	см <sup>3</sup>	2	200	4
Соляная кислота	см <sup>3</sup>	100	110	110
Лакмусовая бумага	шт	1	150	1,5
<b>ИТОГО:</b>				<b>2670,55</b>

Таблица 5.12 - Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Затраты на оборудование, (З <sub>м</sub> ), руб.
<b>Методика комплексонометрического метода определения кальция</b>				
1	Держатель с бюреткой для титрования	1 шт	3500	3500
<b>Методика дифференциального фотометрического метода определения фосфора</b>				

Продолжение таблицы 5.12

2	Спектрофотометр универсальный Agilent Cary 60 (производство Германия).	1 шт	130000	130000
3	Сушильный шкаф ШС-20-02 с принудительной конвекцией	1 шт	18400	18400
4	Бюкса	1 шт	180	180
5	Эксикатор	1 шт	1200	1200
<b>Методика электрометрического метода определения рН</b>				
6	Аппарат для встряхивания жидкости АБУ-6с	1 шт	8000	8000
7	рН-метр лабораторный	1 шт	13500	13500
<b>Методика определения воды методом высушивания</b>				
8	Термоизлучатель РН 150Вт 240В Е27 (Т 240-150)	1 шт	550	550
9	Весы аналитические (класс точности 0,0001 г., Россия)	1 шт	3800	3800
	<b>ИТОГО:</b>			<b>179130</b>

Для оборудования нужно рассчитать величину годовой амортизации по следующей формуле:

$$A_{\text{год}} = \frac{C_{\text{перв}}}{T_{\text{пи}}}, \quad (5.6)$$

где  $C_{\text{перв}}$  – первоначальная стоимость, руб;

$T_{\text{пи}}$  – время полезного использования, год.

Результаты расчетов приведены в таблице 5.12.

Статья заработной платы исполнителей темы включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИТ, (включая премии и доплаты) и дополнительную заработную плату. Также включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (5.7)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (5.8)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 5.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (5.9)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб.дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб.дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

В таблице 5.13 приведен баланс рабочего времени каждого работника НИТ.

Таблица 5.13 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Бакалавр	Консультант по ЭЧ	Консультант СО
Календарное число дней	140	140	140	140
Количество нерабочих дней				
Выходные дни:	16	16	16	16
Праздничные дни:	6	6	6	6
Потери рабочего времени				
Отпуск:	0	0	0	0
Невыходы по болезни:	0	0	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	118	118	118	118

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (5.10)$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 5.14.

Таблица 5.14 Расчет основной заработной платы

Исполнители	З <sub>тс</sub> , руб	k <sub>д</sub>	k <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб	З <sub>дн</sub> , руб	T <sub>р</sub> , раб.дн.	З <sub>осн</sub> , руб
Научный руководитель	28000	0,35	1,3	60060	6108	11,7	71464
Бакалавр	7061	0,35	1,3	15146	1540	7,6	11704
Консультант по ЭЧ	22450	0,35	1,3	48155	4897	4,1	20078
Консультант СО	33240	0,35	1,3	71300	7251	4,4	31904

Общая заработная плата исполнителей работы представлена в таблице 5.15.

Таблица 5.15 - Общая заработная плата исполнителей

Исполнители	З <sub>осн</sub> , руб.	З <sub>доп</sub> , руб.	З <sub>зп</sub> , руб.
Научный руководитель	28000	3360	31360
Бакалавр	7061	847	7908
Консультант по ЭЧ	22450	2694	25144
Консультант СО	33240	3989	37229

В статье расходов – отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина этих отчислений определяется по следующей формуле:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (5.11)$$

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

Тарифы страховых взносов в 2016 году остались на прежнем уровне в соответствии с постановлением Правительства РФ от 26.11.2015 № 1265, т. е. есть общий совокупный тариф все также составляет 30 %, в в том числе:

- 22 процента в ПФ РФ;
- 2,9 процента в ФСС России;
- 5,1 процента - в ФФОМС.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 5.16.

Таблица 5.16 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	28000	3360
Бакалавр	7061	847
Консультант по ЭЧ	22450	2694
Консультант СО	33240	3989
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
<b>ИТОГО:</b>	<b>30492</b>	

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (5.12)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов  $k_{\text{нр}}$  допускается взять в размере 16 %.

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при

формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 5.17.

Таблица 5.17 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	2670,55	2670,55	2670,55	Табл 5.11
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	179130	1791,30	1791,30	Табл. 5.12
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	90751	90751	90751	Табл. 5.15
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	10890	10890	10890	Табл. 5.15
5. Отчисления во внебюджетные фонды	30492	30492	30492	Табл. 5.16
6. Накладные расходы	50229	50229	50229	16 % от суммы ст.1-5
7. Бюджет затрат НИИ	364162	364162	364162	Сумма ст. 1-6

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.13)$$

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).

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

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5.14)$$

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

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

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Результаты по расчету интегрального показателя ресурсоэффективности представлены в таблице 5.18.

Таблица 5.18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Повышение производительности	0,15	5	4
2. Энергоэкономичность	0,15	4	4
3. Достоверность	0,25	5	4
4. Простота использования	0,20	4	4
5. Надежность	0,25	5	3
ИТОГО:	1	4,65	3,75

$$I_{\text{риск.1}} = 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,25 = 4,6$$

$$I_{\text{риск.2}} = 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,25 = 3,75$$

Результаты эффективности разработки занесены в таблицу 5.19.

Таблица 5.19 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель	0,998	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,65	3,75
3	Интегральный показатель эффективности	4,66	3,75
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,80

**Вывод:** в результате проведенной работы была спроектирована и создана конкурентоспособная разработка, отвечающая современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ДЗВ	Переверзева Наталья

Институт	ИПР	Кафедра	ФАХ
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	«Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>1. Характеристика объекта исследования</b>	Исследование качества фосфатных минеральных удобрений
<p><b>2. Описание рабочего места</b> (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>• опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>• негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>• чрезвычайных ситуаций (техногенного,</li> </ul>	<p>Рабочая зона – лаборатория физико химических методов анализа, аудитория, оборудована компьютерами. В рабочей зоне, т.е. в химической лаборатории могут наблюдаться следующие вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• опасные химические реактивы, повышенный уровень шума;</li> <li>• недостаточная освещенность лаборатории и ее отдельных участков.</li> </ul> <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• возникновение взрывов и пожаров в результате работы с легковоспламеняющимися жидкостями;</li> <li>• повышенная температура рабочей поверхности оборудования;</li> </ul>

<p>стихийного, экологического и социального характера)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>поражение электрическим током.</li> </ul> <p>Выбросы вредных веществ в атмосферу: органических веществ. Основной угрозой является возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера.</p>
<p><b>3.Перечень законодательных и нормативных документов по теме</b></p>	<p>Федеральный закон № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 года «О специальной оценке условий труда». Федеральный закон №184-ФЗ «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 года. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г (ред. от 10.07 2012г) «Технический регламент о требованиях к пожарной безопасности»</p>
<p><b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b></p>	
<p><b>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>действие фактора на организм человека;</li> <li>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>Наличие вредных веществ (различные кислоты и реактивы). Недостаточная освещенность помещений. Повышенный уровень шума. Негативные микроклиматические условия в холодное время года. Средства защиты коллективные и индивидуальные.</p>
<p><b>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>термические опасности (источники, средства защиты); <ul style="list-style-type: none"> <li>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> </ul> </li> <li>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия,</li> </ul>	<p>К опасным факторам относят оборудование с повышенной или пониженной температурой поверхности, токоведущие части электрооборудования, повышенное значение напряжения в электрической цепи, молниезащита (необходимо заземление), возникновение пожара. Используемые средства защиты: перчатки, ухваты, спецодежда.</p>

первичные средства пожаротушения)	
<p><b>3. Охрана окружающей среды:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• защита селитебной зоны</li> <li>• анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>• анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>• анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>• разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Селитебная зона должна располагаться с наветренной стороны выше по течению реки.</p> <p>На окружающую среду воздействуют вредные вещества: как показывают большинство исследований, негативные последствия использования минеральных удобрений обусловлены лишь несоблюдением научно обоснованных принципов их производства, транспортировки и использования.</p> <p>Химическое загрязнение водотоков в результате отмыwania химических отходов в канализационную сеть.</p> <p>Необходимо осуществлять отдельный сбор и хранение отходов, подвергать их переработке, утилизации или захоронению.</p>
<p><b>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>• выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>• разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>• разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>• разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Возможные ЧС: пожар, взрыв, разрушение зданий в результате разрядов атмосферного электричества, ураган, землетрясение.</p> <p>Наиболее актуальная ЧС – возникновение пожара. Для его ликвидации необходимо использовать огнетушитель, песок, асбестовое одеяло.</p>
<p><b>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>• организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>Каждому работающему с химическими веществами выдаются средства индивидуальной защиты. Проводятся инструктажи, обучения.</p> <p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: технический перерыв, полная изоляция от производственных источников шума и вибрации.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры	Раденков Тимофей Александрович			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ДЗВ	Переверзева Наталья Игоревна		

## **6. Социальная ответственность**

В рамках бакалаврской работы в соответствии с темой работы “Исследование качества фосфатных минеральных удобрений” исследования проводились в лаборатории физико-химических методов анализа, расположенной в аудитории 215 а на втором этаже 2-го учебного корпуса Томского политехнического университета. Лабораторная мебель состоит из шкафов для хранения приборов, столов обыкновенных, материалов и книг и разного рода табуретов, стульев подставок. Рядом со столом устраивается сточная раковина. В лаборатории находится следующее оборудование: электронные весы, капиллярный электрофорез, вольтамперметрический анализатор, лабораторный дистиллятор, стационарные компьютеры и т. д. Освещение рабочего места комбинированное – сочетание естественного света из окон и искусственного освещения люминесцентных ламп. Лаборатория оснащена системой вентиляции и отопления.

Федеральный закон Российской Федерации N 426-ФЗ устанавливает правовые и организационные основы и порядок проведения специальной оценки условий труда, определяет правовое положение, права, обязанности и ответственность участников оценки условий труда. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 нормирует шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. Нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03 устанавливают гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.

### **6.1 Анализ вредных факторов производственной среды**

Так как большая часть исследовательской работы проходила в химической лаборатории физико-химических методов анализа, проведем анализ вредных факторов для этого рабочего места. Вредным фактором

лаборатории физико-химических методов анализа, является наличие токсических, раздражающих веществ, проникающих через органы дыхания или через кожу при непосредственном контакте с ними. В результате воздействия этих веществ у человека возникает отравление – болезненное состояние, тяжесть которого зависит от продолжительности воздействия, концентрации и вида вредного вещества.

### 6.1.1 Характеристика вредных веществ

Перечень вредных химических веществ, выделяющихся в воздух рабочей зоны, их ПДК и класс опасности приведены в таблице 6.1 [51], [52], [53], [54].

Таблица 6.1 – Предельно допустимые концентрации веществ на производстве

№	Название вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Действие на организм	Класс опасности
1.	Азотная кислота[ГОСТ 446177.Реактивы. Кислота азотная. Технические условия]	2	Вещество может всасываться в организм при вдыхании паров и через рот. Опасное загрязнение воздуха будет достигаться очень быстро при испарении этого вещества при 20°C. Вещество оказывает разъедающее действие на глаза, кожу и дыхательные пути. Разъедающее действие при проглатывании в том числе. Вдыхание паров может вызвать отек легких. Вещество разлагается при нагревании с образованием оксидов азота. Вещество является сильным окислителем и бурно реагирует с горючими материалами и восстановителями, напр.,	3 [ГОСТ Р5789-2010]

			скипидаром, каменным углем, спиртом.. Вещество является сильной кислотой, оно бурно реагирует с основаниями и коррозионно-агрессивно в отношении металлов. Реагирует очень бурно с органическими веществами (напр., ацетоном, уксусной кислотой, уксусным ангидридом) с опасностью пожара и взрыва. Агрессивно в отношении некоторых пластиков.	
2.	Серная кислота [ГОСТ 4204-77 Реактивы. Кислота серная. Технические условия]	1	Вещество может всасываться в организм при вдыхании аэрозоля и через рот. Испарение при 20°C незначительно, однако, может быстро достигаться опасная концентрация частиц в воздухе при разбрызгивании. Вещество оказывает разъедающее действие на глаза кожу и дыхательные пути. Разъедающее действие при проглатывании. Вдыхание аэрозоля этого вещества может вызвать отек легких. Вещество является сильным окислителем и бурно реагирует с горючими материалами и восстановителями. Вещество является сильной кислотой, оно бурно реагирует с основаниями и коррозионно-агрессивно в отношении большинства металлов с образованием горючего/взрывчатого газа (водород). Реагирует бурно с водой и органическими веществами с выделением тепла. При нагревании	2 [ГОСТ 12.1.007]

			образуются токсичные пары (оксиды серы).	
3.	Соляная кислота [ГОСТ 3118- 77 Реактивы. Кислота соляная. Технические условия]	5	При воздействии высоких концентраций — ожоги кожи; при воздействии паров кислоты – раздражение слизистых, в особенности носа; конъюнктивит; помутнение роговицы, охриплость.	3 [ГОСТ1.2.1. 007-76]

### 6.1.2 Освещение на рабочем месте

Для создания оптимальной освещенности рабочего места в лаборатории имеются остекленные оконные проемы, люминесцентные лампы дневного освещения [54].

Плохое и неравномерное освещение приводит к снижению зрительных функций, повышается уровень утомляемости, что отрицательно влияет на общую работоспособность [54].

Хорошей светоотдачей обладают люминесцентные лампы, но их основной недостаток – это пульсация светового потока. Лучше всего подходят газоразрядные лампы высокого давления, так как они обладают высокой световой отдачей и устойчивы к условиям внешней среды [54].

Требования к освещению рабочих мест зафиксированы в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [54].

Таблица 6.2 – Требования к освещению рабочих мест

Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности	Горизонтальная
• Высота плоскости над полом, м	0,8

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Естественное освещение, КЕО, %: при верхнем или комбинированном освещении при боковом освещении</li> </ul>	3,5 1,2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Совмещенное освещение, КЕО, %: при верхнем или комбинированном освещении при боковом освещении</li> </ul>	2,1 0,7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Искусственное освещение Всего, лк от общего, лк Освещенность при общем освещении, лк</li> </ul>	500 300 400

### 6.1.3 Уровень шума

Шум является одним из наиболее распространенных вредных факторов на производстве, он крайне негативно влияет на здоровье человека. Шум звукового диапазона замедляет реакцию человека на поступающие от технических устройств сигналы, что приводит к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении различных видов работ. Шум угнетает центральную нервную систему (ЦНС), вызывает изменения скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно - сосудистых заболеваний, язвы желудка, гипертонической болезни. При воздействии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при ещё более высоких (более 160 дБ) - смерть. Для определения допустимого уровня шума на рабочих местах используется [55], [56].

Требования по допустимому уровню звукового давления, звука и эквивалентных уровней звука выполняются в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 [55].

Таблица 6.3 – Требования по допустимому уровню шума

Относительная доза шума, %	Эквивалентный уровень звука, дБ А						
	за время действия шума						
	8 ч	4 ч	2 ч	1 ч	30 мин	15 мин	7 мин
3,2	70	73	76	79	82	85	88
6,3	73	76	79	82	85	88	91
12,5	76	79	82	85	88	91	94
25	79	82	85	88	91	94	97
50	82	85	88	91	94	97	100
100	85	88	91	94	97	100	103
200	88	91	94	97	100	103	106
400	91	94	97	100	103	106	109
800	94	97	100	103	106	109	112
1600	97	100	103	106	109	112	115
3200	100	103	106	109	112	115	118

Уровень звука в лаборатории физико-химических методов анализа не должен превышать 70 децибел.

Архитектурно-планировочные методы защиты включают:

- рациональные акустические решения планировок зданий и генеральных планов объектов;
- рациональное размещение технологического оборудования, машин и механизмов;
- рациональное размещение рабочих мест;
- рациональное акустическое планирование зон и режима движения транспортных средств и транспортных потоков;
- создание шумозащищенных зон в различных местах нахождения человека.

К организационно-техническим методам защиты относят:

применение малошумных технологических процессов (изменение технологии производства, способа обработки и транспортирования материала и др.);

- оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля;

- применение малошумных машин, изменение конструктивных элементов машин, их сборочных единиц;
- совершенствование технологии и обслуживания машин;
- использование рациональных режимов труда и отдыха работников на шумных предприятиях.

Акустические средства защиты от шума в зависимости от принципа действия классифицируются на:

- средства звукоизоляции;
- средства звукопоглощения;
- средства виброизоляции;
- средства демпфирования;
- глушители шума.

Средства индивидуальной защиты человека от шума в зависимости от конструктивного исполнения подразделяются на:

- противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи;
- противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему;
- противошумные шлемы и каски [56].

#### **6.1.4 Микроклимат помещений**

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать требованиям СанПиН "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый период года [56].

Лаборатория физико-химических методов анализа оборудована системой отопления, кондиционирования воздуха и эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. В холодное время года в помещении холодно, температура воздуха меньше 19°C, из-за погодных условий. Для решения такой

проблемы необходимо утепление оконных проемов, обеспечить лабораторию масляными обогревателями. Для химической лаборатории физико- химических методов анализа предусмотрены нормы производственной санитарии, указанные в таблице 6.4 , [56].

Таблица 6.4 – Допустимые параметры микроклимата производственных помещений

Температура воздуха в холодный период года, °С	19,0-24
Температура воздуха в теплый период года, °С	20,0-28,0
Температура поверхностей, °С	18,0-25,0
Относительная влажность воздуха, %	15-75

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используются следующие защитные мероприятия:

- естественная вентиляция (аэрация);
- системы кондиционирования воздуха;
- воздушное душирование рабочих мест;
- спецодежда и другие средства индивидуальной защиты;
- помещения для отдыха и обогрева (охлаждения);
- компенсация одного параметра микроклимата изменением другого;
- регламентация времени работы (сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы). Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше или ниже допустимых величин регламентируется санитарными правилами [57].

## **6.2 Анализ опасных факторов производственной среды**

### **6.2.1 Электробезопасность**

Источником опасных факторов в лаборатории физико-химических методов анализа является повышенное напряжение в электрической цепи электрооборудования, используемое в процессе проведения экспериментов.

Один из основных способов борьбы со статическим электричеством является заземление сосудов, трубопроводов, аппаратов, кожухов термоизоляции. При заземлении статический заряд уходит в землю, а не накапливается до возникновения искрового разряда [58].

В лаборатории используются различные электроприборы электронные весы, капиллярный электрофорез, вольтамперометрический анализатор, лабораторный дистиллятор, стационарные компьютеры, электрообогревательные приборы, спектрофотометры и т.д. Источниками электрической опасности лаборатории могут быть: оголенные части проводов или отсутствие изоляции; отсутствие заземления; статическое напряжение; замыкания[58].

Электрический ток как причина травм отличается рядом особенностей, которые определяют его опасность:

- электрический ток незрим, не имеет ни запаха, ни цвета, действует бесшумно, а поэтому не обнаруживается органами чувств до начала его действия на организм;

- ток повреждает ткани не только в месте его входа и выхода, но и на всем пути прохождения через тело человека;

- электрический ток при определенных условиях может оказывать повреждающее действие не только при непосредственном соприкосновении с ним, но и через предметы, которые человек держит в руках, и даже на расстоянии; разрядом через воздух и через землю (например, при падении высоковольтного провода на землю);

– невозможно без специальных приборов определить наличие напряжения в проводниках;

– при действии электрического тока может наблюдаться несоответствие между тяжестью поражения и длительностью его воздействия, и даже случайное точечное прикосновение к токоведущей части электрической установки за долю секунды может вызвать значительные повреждения;

– источником поражения могут быть даже предметы, не имеющие никакого отношения к электрической установке, даже сами пострадавшие, пока они соприкасаются с проводником тока для тех, кто оказывает им помощь;

Электрическая травма возникает, если человек замыкает собой цепь: проводник - рука – туловище – нога – пол – «земля». Возможны и другие пути прохождения тока, из которых наиболее опасен рука – рука.

Влияние тока на человеческий организм можно описать с позиции:

- 1) термического действия – вызывает ожоги, нагрев внутренних тканей;
- 2) электролитического действия – характеризуется разложением органических жидкостей (крови);
- 3) механического действия – характеризуется разрывом тканей, перелом костей;
- 4) биологического действия – раздражение и возбуждение живых тканей в организме, нарушение внутренних биоэлектрических процессов и т.д.

Чтобы защититься от поражения электрическим током необходимо соблюдать соответствующее расстояние до токоведущих частей, ограждение токоведущих частей, применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств с целью предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям [58].

Согласно ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ для контроля предельно допустимых значений напряжений прикосновения и токов измеряют напряжения и токи в местах, где может произойти замыкание электрической цепи через тело

человека. Класс точности измерительных приборов должен быть не ниже 2,5 [59].

### **6.2.2 Пожаровзрывоопасность**

Источниками пожаровзрывоопасности в химической лаборатории могут быть любые электроприборы. В данном случае это капиллярный электрофорез, вольтамперметрический анализатор, лабораторный дистиллятор, стационарные компьютеры, электрообогревательные приборы, спектрофотометры и т.д. [60].

В соответствии с Федеральным законом №123-ФЗ, лаборатория физико-химических методов анализа относится к пожаровзрывоопасным производствам группы А [60].

Общие меры по обеспечению пожаровзрывобезопасности и устранению возможных источников пожаров и взрывов следующие: запрещается держать ЛВЖ и горючие вещества вблизи открытого огня, при проливе значительного количества легковоспламеняющихся жидкостей в лаборатории необходимо погасить все источники открытого пламени, отключить все электронагревательные приборы, открыть окна и собирать пролитую жидкость тряпкой или полотенцем [60].

В лаборатории имеются следующие противопожарные средства: огнетушитель, песок, асбестовое одеяло и плотная стеклоткань.

Работники, принимающие участие в ликвидации аварий должны использовать индивидуальные средства защиты: перчатки, резиновую обувь, противогазы. В случае пожара эвакуация людей проводится согласно плану эвакуации [60].

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях составлен «План эвакуации людей при пожаре», который регламентирует

действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывает места расположения пожарной техники [60].

### **6.3 Охрана окружающей среды**

Селитебная зона располагается, как правило, с наветренной стороны выше по течению рек по отношению к промышленным и сельскохозяйственным предприятиям. В ней должны быть зеленые насаждения общего пользования: бульвары, скверы, парки, сады (их площадь составляет до 15 м<sup>2</sup> на человека) [61].

На атмосферу могут оказывать вредное воздействие выбросы вредных веществ, появляющиеся при выполнении экспериментальной работы, через вентиляционную систему. Также в атмосферу могут проникать выбросы через фланцевые соединения, неплотности аппаратов, уплотнения и т.д [61].

Для соблюдения ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе устанавливают предельно допустимый выброс (ПДВ), если реальные выбросы превышают ПДВ, то необходимо в системе выброса использовать аппараты для очистки газов: абсорбционные, хемосорбционные и нейтрализаторы. С целью охраны воздушного бассейна все работы должны проводиться в вытяжном шкафу при включенной вентиляции и обеспечении герметичности тары и установки [61].

Вредное воздействие на гидросферу может оказывать химическое загрязнение водотоков в результате удаления неорганических и органических отходов в хозяйственно-бытовую канализацию. Объем образующихся сточных вод и степень их загрязненности определяются технологическим процессом. Сточные воды, сбрасываемые в сети канализации, не должны содержать вещества, вызывающие коррозию материала труб или их засорение, или обрастание. Используют методы очистки сточных вод: фильтрование,

процеживание, флотация, коагуляция, нейтрализация, ионообменная очистка и т.д [61].

Для предотвращения негативных воздействий проводится организации раздельного сбора и хранения неорганических и органических отходов, обезвреживание кислых и щелочных стоков согласно утвержденным инструкциям, регенерация растворителей. Отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Существуют системы сжигания опасных отходов, создаются полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных отходов. Полигоны должны располагаться вдали от водоохраных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод [61].

#### **6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях**

Возможно возникновение пожаров, взрывов, разрушение зданий в результате разрядов атмосферного электричества, ураганов, землетрясений. Здание защищаются от прямых ударов молнии молниеприемниками, воспринимающими разряд на себя, заземлителями, служащими для отвода тока в землю и токопроводами, соединяющими молниеприемники и заземлители [62]. Для обеспечения безопасности людей рекомендуется ограждать заземлители или во время грозы не допускать людей к заземлителям на расстояние ближе 5-6 метров. Заземлители располагаются вдали от дорог. В случае стихийного бедствия (урагана, землетрясения) необходимо отключить воду, электричество и покинуть помещение согласно плану эвакуации [62].

В связи с нестабильной международной обстановкой, массовыми террористическими актами, нужно предусмотреть возможности начала военных действий и связанных с ними нападений на объекты с использованием средств массового поражения. По сигналу «воздушная тревога» производится

отключение воды и электроэнергии в лаборатории, затем организованная эвакуация работающих в лаборатории согласно плану эвакуации [62].

Для лаборатории физико-химических методов анализа наиболее вероятная ЧС — это техногенная авария в виде пожара. Возникновение пожара считается производственной аварией, так как он наносит значительный материальный ущерб и может вызвать остановку технологического процесса. Любой пожар легче всего ликвидировать в начальной стадии, приняв меры к локализации очага, чтобы не допустить образования площади горения. Успех быстрой локализации очага пожара в начальной стадии зависит:

- от наличия огнетушительных средств и умения применять их;
- от наличия пожарной связи и сигнализации для оповещения о возникновении пожара и вызова пожарной помощи.

При загорании электрических аппаратов или веществ около проводов, находящихся под током во время тушения пожаров всегда имеется опасность поражения током. Поэтому в здании или его части, где производится тушение пожара, электрическая сеть должна быть отключена [62].

С угрозой возникновения ЧС необходима разработка организационных и инженерно-технических мер по уменьшению опасности, устранению и информированию, и защите населения при чрезвычайных ситуациях [62].

Организационные мероприятия:

- Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
- Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
- Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
- Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС [62].

## **6.5 Особенности законодательного регулирования проектных решений**

В целях сохранения и повышения работоспособности, ускорения адаптации к действию неблагоприятных условий труда, профилактики заболеваний, работающим в контакте с химическими веществами следует проводить витаминизацию [63].

Работникам, занятым в производствах, профессиях и должностях, выдаются бесплатно только витаминные препараты в составе продуктов диетического (лечебного и профилактического) питания при вредных условиях труда [63].

Выдача витаминных препаратов производится в составе продуктов для диетического (лечебного и профилактического) питания вредных условиях труда организациями общественного питания, в соответствии с утвержденными нормами и с учетом питьевого режима работников, подвергающихся воздействию высокой температуры окружающей среды и интенсивному теплооблучению [63].

Создание здоровых условий труда лиц, работающих в особо вредных условиях с воздействием высокой температуры и интенсивного теплооблучения, требует решения двух задач, связанных с использованием диетических (лечебных и профилактических) продуктов: выдачи витаминов и обеспечение питьевого режима [63].

Для обеспечения питьевого режима и восполнения потерь биологически активных веществ с потом компанией «ЛЕОВИТ нутрио» разработан специальный напиток VitaPRO "Напиток витаминный» [63].

Задачу выдачи витаминов решает использование диетических (лечебных и профилактических) продуктов - киселей и компотов «ЛЕОВИТ» «При вредных условиях труда» для витаминизации рационов лечебно-профилактического питания [63].

Руководители организаций и специалисты, ответственные за принятие решений при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает или может оказать негативное воздействие на окружающую среду, должны иметь подготовку в области охраны окружающей среды и экологической безопасности [63].

В соответствии с техническим регламентом каждому работнику лаборатории выдаются средства индивидуальной защиты и смывающие вещества в соответствии с нормами выдачи на 1 работника в месяц. Для исключения возможности несчастных случаев должны проводиться обучение, инструктажи и проверка работников на знание требований безопасности труда. За государственный и ведомственный контроль по охране труда отвечает штаб ГО ЧС, отдел по охране труда [64].

Федеральный закон Российской Федерации N 426-ФЗ устанавливает правовые и организационные основы и порядок проведения специальной оценки условий труда, определяет правовое положение, права, обязанности и ответственность участников оценки условий труда [64].

При выполнении данной работы были использованы следующие виды средства индивидуальной защиты: перчатки из латекса, спецодежда. Также обязательно проводятся технологические перерывы и регулярные проветривания [64].

## **6.6 Правовые вопросы обеспечения безопасности**

Разработка бакалаврской работы занимает много времени. По трудовому законодательству Российской Федерации было принято допущение, что выполнение бакалаврской работы считается за работу по совместительству, т.е. не более 4 часов в день или 20 часов в неделю при пятидневном графике работы [65].

Работа в лаборатории не относится к вредной, поэтому не предусматривается никаких компенсаций, применение спецпитания и особого лечебно-профилактического обслуживания. Также работники не привлекаются ни к работе в ночное время, ни к сменному графику работы. Все работники без исключения подлежат обязательному медицинскому страхованию, пенсионному обеспечению [65].

С точки зрения охраны окружающей среды, выполнение работы на тему «Исследование качества фосфатных минеральных удобрений» не оказывает никакого влияния на окружающую среду и нет необходимости в его контроле со стороны служб производственного контроля санитарных правил и норм, и служб общественного экологического контроля [65].

Для решения вопросов о чрезвычайных ситуациях, создана комиссия, которая занимается финансовыми, продовольственными, медицинскими и информационными проблемами, связанными с возникновением чрезвычайной ситуации [66].

## Список использованных источников

1. Б. С. Анненков. «Не мешай огороду лопатой и плугом! Путь к плодородию»: ВЛАДИС Ростов н/Д; Ростов н/Д; 2012.
2. Общая химическая технология: Учеб. для химико-0-28 гехн. спец. вузов. В 2-х т. Т. 2. Важнейшие химические производства/И. П. Мухленов, А. Я. Авербух, Д. А. Кузнецов и др.; Под ред. И. П. Мухленова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1984. — 263 с., ил.
3. Химизация сельского хозяйства в СССР и за рубежом, Справочное пособие.— М.: Химия, 1981 г.—192 с., ил.
4. А. П. Грошев. Технический анализ – Государственное научно-техническое издательство химической литературы, Москва, 1958 – 426 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
<http://chem21.info/page/010008085002211081115128144225141233163040057013/>
5. Калий и калийные удобрения [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
<http://www.dbtmuuga.ee/kaliy2015>
6. Анспок П.И. А 71 Микроудобрения: Справочная книга. — Л.: КОЛОС. Ленингр. отд-ние, 1978.— 272 с.
7. Коренков Д.А. Удобрения, их свойства и способы использования – М.: Колос, 1982. - 415 с.
8. Химизация сельского хозяйства – Научно-технический словарь-справочник. Издательство «Наука», Москва, 157 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
<http://chem21.info/page/092069168113064000107015027197031047088022241066/>
9. Ю. В. Ходаков, Д. А. Эпштейн, П.А. Глориозов. Неорганическая химия. Издательство «Просвещение». Москва, 1971, 217 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://www.chem21.info/page/038138087246171180131153245024044143042091114089/>

10. Радов А. С., Пустовой И. В. и Королько А. В. Практикум по агрохимии. Под общ. ред. проф. А.С. Радова, М., изд-во «Колос», 1965, 375 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://chem21.info/page/209123008186051031212131155027006089053122135223/>

11. И. Д. Соколов, А. В. Муравьев, Ю. С. Сафрыгин, В. А. Себалло, С. Н. Титков, Г. С. Черкез, Л. В. Шихеева. Переработка природных солей и рассолов: Справочник/И.Д. Соколов, А.В. Муравьев, Ю.С. Сафрыгин и др.; под ред. И.Д. Соколова – Л.: Химия, 1985. – 208 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://chem21.info/page/207212158182055180165202221097158231234003187101/>

12. Агрохимия Бромкрезоловый. Правила хранения минеральных удобрений.

13. Правила хранения минеральных удобрений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusagroweb.ru/ovoshevodstvo/mineralnye-udobreniya/pravila-khraneniya-mineralnykh-udobrenij.html>

14. Позин М. Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – 6-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1989. – 352с.: ил. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://chem21.info/page/125113135042182104175008239193016002108097006122/>

15. Прочность гранул [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://super-sad.info/prochnostgranyl/1544.php>

16. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия / Под редакцией Б.А. Ягодина. - М.: Колос, 2002.- 584 с.: ил (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

17. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка минеральных удобрений и агрохимикатов по показателям радиационной

безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293766/4293766796.htm>

18. Перевозка удобрений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://k-logist.ru/b10.html>

19. «ТИ Р М-013-2000. Типовая инструкция по охране труда для рабочих, выполняющих работы с минеральными удобрениями и пестицидами» (утв. Минтрудом РФ 17.03.2000) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_79517/28ec23f15a4d0025fc09429a49609a811b6fa351/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_79517/28ec23f15a4d0025fc09429a49609a811b6fa351/)

20. Тарирование минеральных удобрений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agro-portal24.ru/mineralnie-udobrenija/6096-tarirovanie-mineralnyh-udobreniy.html>

21. О. М. Бирилов, Д. А. Лотт, А. Т. Ладный, Е. Н. Левина, А. В. Угрюмов, Н. А. Якимчук. Переработка минеральных удобрений и ядохимикатов на складах и базах «Сельхозтехники». Под общ. ред. А.В. Угрюмова М., «Колос», 1972. 176 с. с ил. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://chem21.info/page/115077166238029087120134046160038017144183251102/>

22. Цитович И.Г. Химия с сельскохозяйственным анализом. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Колос», 1974. 527 с. с ил. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://chem21.info/page/082211220132031099247174023233066031230104197104/>

23. АГРОХИМИЯ Под ред. акад. В. М. Клечковского и засл. деятеля науки А. В. Петербургского. Изд. 2-е, испр. и доп. М., изд-во «Колос», 1967. 583 с. (Уч-ки и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений.).

24. Удобрения и стимуляторы роста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eco-soil.ru/?p=55>

25. Химия: Справ. материалы: Кн. для учащихся/Ю. Д. Третьяков, Н. Н.Олейников, Я. А. Кеслер, И. В. Кразимирчик; Пол. ред. Ю. Д. Третьякова. – 2-

е изд., перераб. – М.: – Просвещение, 1989. – 224 с., 4 л. ил. [Электронный ресурс] Режим доступа:

<http://chem21.info/page/200107053183209119096180218016106068224211101124/>

26. Хомченко Г. П. Пособие по химии для поступающих в вузы. Изд. 5-е. Учеб. пособие, «Высш. школа», 1972. 480 с., с илл. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://chem21.info/page/250087188158118139133018114197012084234126240061/>

27. Комплексные (сложные) удобрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа:[http://www.websadovod.ru/beginners/mineral\\_9.asp](http://www.websadovod.ru/beginners/mineral_9.asp)

28. Магниевые удобрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
[http://ovoport.ru/udobrenia/magniy\\_udobren.htm](http://ovoport.ru/udobrenia/magniy_udobren.htm)

29. Минеев В.Г. Агрехимия: Учебник. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Издательство МГУ, Издательство «КолосС», 2004.- 720 с., ил.- (Классический университетский учебник).

30. Монокальцийфосфат – минеральные удобрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.fialka.tomsk.ru/forum/viewtopic.php?f=54&t=34374>

31. Кормовые фосфаты [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
<http://www.orbita43.ru/products/46-kormoviefosfati.html>

32. Соколовский А. А. , Яшке Е. В. Технология минеральных удобрений и кислот: Учебник для техникумов. 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Химия, 1979. – 384 с., ил. [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
<http://chem21.info/page/071140124202037113162015001206188182155185091176/>

33. Копылов В. А., Завертяева Т. И., Андрейченко А. М., Буслакова Л. П. Производство двойного суперфосфата. М., «Химия», 1976. 192 с.[Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://chem21.info/page/127136040249189177020244238136109117206125012226/>

34. ГОСТ 23999-80 Кальция фосфат кормовой. Технические условия.

35. Шлепетинский А.Ю., Федорова-Семенова Т.Е., Мельник Е.А. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ГРАНУЛ САПРОПЕЛЕ – МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ СУШКЕ // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 10. – С. 79-80; URL: <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=5503> (дата обращения: 26.05.2017).

36. Гелиевый пикнометр Pycnomatic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.porometer.ru/Pycnometer\\_PycnomaticATC/](https://www.porometer.ru/Pycnometer_PycnomaticATC/)

37. ГОСТ 24596.1-81 Фосфаты кормовые. Методы отбора и подготовки проб для анализа.

38. ГОСТ 24596.4-2015 Фосфаты кормовые. Метод определения кальция.

39. Алексеев В. Н. Количественный анализ. Под ред. д-ра хим. наук П. К. Агасяна. Издание 4-е, перераб. М., «Химия». 1972. 504 с.

40. ГОСТ 24596.2-2015 Фосфаты кормовые. Методы определения фосфора.

41. Определение содержания водорастворимых фосфатов в удобрениях объемным методом Шефера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/4049311/page:4/>

42. ГОСТ 24596.6-81. Фосфаты кормовые. Методы определения воды.

43. ГОСТ 24596.5-81 Фосфаты кормовые. Метод определения pH раствора или суспензии .

44. М.А. Шумилова. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЫШЬЯКА В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ru.vestnik.udsu.ru/files/originsl\\_articles/vuu\\_12\\_044\\_11.pdf](http://ru.vestnik.udsu.ru/files/originsl_articles/vuu_12_044_11.pdf)

45. ПНД Ф 14.1;2;4.139-98 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций железа, кобальта, марганца, меди, никеля.

46. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.
47. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.
48. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
49. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.
50. Сущность методики FAST в области ФСА [Электронный ресурс] <http://humeur.ru/page/sushhnost-metodiki-fast-v-oblasti-fsa>.
51. ГН 2.2.5.978-00 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Дополнение N 3 к гигиеническим нормативам «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны: ГН 2.2.5.686-98».
52. ГОСТ 4461-77.Реактивы.Кислота азотная. Технические условия
53. ГОСТ 3118- 77.Реактивы.Кислота соляная. Технические условия
54. ГОСТ 4204-77.Реактивы.Кислота серная. Технические условия
55. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа [www.URL:http://www.complexdoc.ru/ntdtext/579059](http://www.complexdoc.ru/ntdtext/579059)
56. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» [Текст]. – введ. 01.07.1984.– М.: Стандартинформ, 2008. – 13 с.
57. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
58. ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Текст]. – введ. 01.01.1989.– М.: Стандартинформ, 2008. – 49 с.

59. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок; приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н, зарегистрировано в Минюсте России 12.12.2013 N 30593.

60. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

61. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ (ред. от 23.06.2014).

62. ГОСТ 12.1.007-76 "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности".

63. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения. – введ. 01.01.1995.- М.: Издательство стандартов, 1994. – 11 с.

64. Технический регламент от 24 декабря 2009 г. О безопасности средств индивидуальной защиты [Электронный ресурс]. – Режим доступа [www.URL: http://www.rg.ru/2010/03/30/tehreg-site-dok.html](http://www.rg.ru/2010/03/30/tehreg-site-dok.html)

65. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»

66. ГОСТ 12.0.230-2007 "Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования ILO-OSH2001".