

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ

Автор программы:  
Маркова Е.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор фармацевтического техникума

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании Методического совета  
фармацевтического техникума  
Протокол № 1 от 26.10.2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
МОДУЛЯ  
В Т.Ч. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**ПМ.01 ПОДГОТОВКА РАБОЧЕГО МЕСТА,  
ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЙ, СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ,  
ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРОБ И  
РАСТВОРОВ К ПРОВЕДЕНИЮ АНАЛИЗА В  
СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ НОРМАТИВНО-  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ТРЕБОВАНИЯМИ  
ОХРАНЫ ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ**

по профессии 18.01.33 Лаборант по контролю качества сырья, реактивов, промежуточных  
продуктов, готовой продукции, отходов производства (по отраслям)  
квалификация: лаборант-микробиолог ↔ лаборант химико-бактериологического анализа  
↔ пробоотборщик  
срок обучения СПО по ППКРС на базе среднего общего образования в очной форме  
обучения: 10 месяцев

Санкт-Петербург  
2022

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....</b>	<b>3</b>
1.1. Место профессионального модуля в структуре основной профессиональной образовательной программы.....	3
1.2. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля.	3
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....</b>	<b>6</b>
2.1. Объем профессионального модуля и виды учебной деятельности.....	6
2.2. Содержание и тематическое планирование профессионального модуля	7
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ....</b>	<b>15</b>
3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению .....	15
3.2. Информационное обеспечение обучения.....	15
3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.....	17
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....</b>	<b>17</b>
<b>5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....</b>	<b>19</b>
<b>6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....</b>	<b>24</b>
<b>7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ.....</b>	<b>26</b>

## **1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

### **1.1. Место профессионального модуля в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Рабочая программа профессионального модуля «Подготовка рабочего места, лабораторных условий, средств измерений, испытательного оборудования, проб и растворов к проведению анализа в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности» является частью образовательной программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по профессии среднего профессионального образования 18.01.33 Лаборант по контролю качества сырья, реактивов, промежуточных продуктов, готовой продукции, отходов производства (по отраслям) (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 1571 от 09.12.2016 г. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 18.01.33 Лаборант по контролю качества сырья, реактивов, промежуточных продуктов, готовой продукции, отходов производства (по отраслям)»). Рабочая программа составлена с учётом примерной основной образовательной программы (ПООП), утверждена Приказом ФГБОУ ДПО ИРПО №П-256 от 29.07.2022 г., регистрационный номер 168, протокол № 6 от 29.07.2022 г.

Рабочая программа профессионального модуля (ПМ) относится к профессиональному циклу (ПЦ).

### **1.2. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля**

В результате изучения профессионального модуля обучающихся должен освоить основной вид деятельности по профессии 18.01.33 Лаборант по контролю качества сырья, реактивов, промежуточных продуктов, готовой продукции, отходов производства (по отраслям) и соответствующие ему общие компетенции и профессиональные компетенции:

Перечень общих компетенций ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

#### Перечень профессиональных компетенций:

Подготовка рабочего места, лабораторных условий, средств измерений, испытательного оборудования, проб и растворов к проведению анализа в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности:

ПК 1.1. Подготовка рабочего места, лабораторных условий, средств измерений и испытательного оборудования для проведения анализа.

ПК 1.2. Подготавливать пробы (жидкие, твердые, газообразные) и растворы заданной концентрации к проведению анализа в соответствии с правилами работы с химическими веществами и материалами.

ПК 1.3. Контролировать необходимые параметры на соответствие требованиям.

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен освоить следующие знания и умения, получить практический опыт:

Основной вид деятельности	Требования к знаниям, умениям, практическому опыту
Подготовка рабочего места, лабораторных условий, средств измерений, испытательного оборудования, проб и растворов к проведению анализа в соответствии с требованиями нормативно-	<b>знать:</b> свойства органических и неорганических веществ; правила обращения с реактивами и веществами; назначение химической посуды, средств измерений, испытательного оборудования; правила обращения со средствами измерений и испытательным оборудованием; технику проведения лабораторных работ; нормативно-техническую документацию и требования к рабочему месту, лабораторным

Основной вид деятельности	Требования к знаниям, умениям, практическому опыту
<p>технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности</p>	<p>условиям, средствам измерений, испытательному оборудованию, пробам, растворам;  правила ведения рабочей документации;  нормы по охране труда, пожарной и экологической безопасности.</p> <p><b>уметь:</b>  анализировать рабочее задание на подготовку растворов, материалов комплектующих изделий для проведения анализов в соответствии с требованиями документации;  оценивать состояние рабочего места и контролировать условия проведения испытаний;  подготавливать пробы, материалы, комплектующие изделия и испытательное оборудование для проведения анализов;  безопасно работать с химическими веществами, средствами измерений и испытательным оборудованием;  применять в процессе работы специализированную одежду, средства индивидуальной защиты;  оформлять рабочую документацию.</p> <p><b>иметь практический опыт в:</b>  подготовке рабочего места, лабораторных условий, средств измерений и испытательного оборудования к проведению анализа состава и свойств веществ и материалов;  подготовке жидких, твердых, газообразных проб и растворов заданных параметров к проведению анализа;  проведении регистрации, расчета;  оценке и документировании результатов.</p>

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### 2.1. Объем профессионального модуля и виды учебной деятельности

Индекс	Наименование циклов, разделов, дисциплин, профессиональных модулей, МДК, практик	Формы промежуточной аттестации		Учебная нагрузка обучающихся, ч.							Распределение по курсам и семестрам						
		Экзамены	Диффер. зачеты	Объём ОП	Самост.	Консультации	С преподавателем			Промежут. аттестация	Курс 1						
							Всего	в том числе			Семестр 1						
								Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия		10 (5) недель						
											Объём ОП	Самост.	Консульт.	С препод.	в том числе		Промежут
Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия	Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия	Промежут													
ПМ.01	Подготовка рабочего места, лабораторных условий, средств измерений, испытательного оборудования, проб и растворов к проведению анализа в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности	1	2	312	4	2	120	60	60	6	312	4	2	120	60	60	6
МДК.01.01	Подготовка рабочего места, лабораторных условий средств измерений, испытательного оборудования, проб и растворов для проведения химического анализа	–	–	126	4	2	120	60	60	–	126	4	2	120	60	60	–
УП.01.01	Учебная практика. Техника лабораторных работ	–	1	72	–	–	70	–	–	2	70	–	–	–	–	–	2
ПП.01.01	Производственная практика. Подготовка рабочего места к проведению химических и	–	1	108	–	–	102	–	–	6	108	–	–	102	–	–	6

Индекс	Наименование циклов, разделов, дисциплин, профессиональных модулей, МДК, практик	Формы промежуточной аттестации		Учебная нагрузка обучающихся, ч.							Распределение по курсам и семестрам						
		Экзамены	Диффер. зачеты	Объём ОП	Самост.	Консультации	С преподавателем			Промежут. аттестация	Курс 1						
							Всего	в том числе			Семестр 1						
								Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия		10 (5) недель						
											Объём ОП	Самост.	Консульт.	С препод.	в том числе		Промежут
Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия	Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия														
	физико-химических методов анализа																
ПМ.01.ЭК	Экзамен по модулю	1	–	6	–	–	–	–	–	6	6	–	–	–	–	–	6

## 2.2. Содержание и тематическое планирование профессионального модуля

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формирование которых способствует элемент программы
<b>Раздел 1. Правила охраны труда при работе в химической лаборатории, требования, предъявляемые к химическим лабораториям.</b>		<b>20</b>		
<b>Тема 1.1. Техника безопасной работы</b>	<p>Правовые и нормативные основы безопасности труда. Виды инструктажа (вводный, первичный, повторный, внеплановый, целевой). Порядок работы с химическими веществами. Меры безопасности при работе с огнеопасными и легковоспламеняющимися веществами. Работа с веществами, вызывающими химические ожоги. Работа со сжатыми газами. Работа с ртутью. ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Средства индивидуальной и коллективной защиты.</p> <p>Правила электробезопасности в лаборатории. Индивидуальные средства защиты от поражения электрическим током. Требования электробезопасности при работе с электроустановками. Электромагнитные поля и излучения. Статическое электричество. Защита от статического электричества. Первая помощь пострадавшим на производстве. Оказание первой помощи при отравлении.</p>	6	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3

	Ожоги химические и термические, причины их возникновения, первая помощь пострадавшим. Первая помощь при порезах. Первая помощь при поражении электротоком. Пожаробезопасность. Средства пожаротушения.				
	<b>Практические занятия</b>	4			
	Практическое занятие «Первая помощь пострадавшим от химических и термических ожогов. Первая помощь при капиллярном и венозном ранении. Первая помощь при поражении электрическим током»	4			
<b>Тема 1.2. Подготовка рабочего места, лабораторных условий</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	6	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3	
	Требования, предъявляемые к химическим лабораториям. Оснащение лабораторий (рациональное планирование помещения, выбор и размещение оборудования). Особенности оборудования помещений, в которых хранят огнеопасные материалы и кислоты. Лабораторная мебель. Лабораторная посуда. Работа со стеклянной посудой. Лабораторная аппаратура, приборы. Вспомогательные приспособления, инструменты и материалы. Правила безопасной эксплуатации и хранения баллонов с сжатыми или сжиженными газами в химической лаборатории. Обращение с химическим оборудованием. Организация рабочего места. Стандарты серии OHSAS «Системы менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Требования», «Системы менеджмента в области охраны труда и техники безопасности. Руководящие указания по применению».				
	Правила ведения лабораторного журнала. Правила управлением записями. Правила составления заявок на лабораторное оборудование, материалы и реактивы.				
	<b>Практические занятия</b>				4
	Практическое занятие «Создание лабораторного журнала учета климатических параметров»				2
	Практическое занятие «Анализ ГОСТ 17025-09 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»				2
<b>Раздел 2. Химические реактивы, посуда и правила работы с ними</b>		<b>36</b>			
<b>Тема 2.1. Химические реактивы</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	6	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3	
	Реактивы общего и специального назначения. Квалификация химических реактивов по степени чистоты (чистый, чистый для анализа, химически чистый, особой чистоты, высшей очистки). Предельно допустимое содержание примесей для реактивов различных категорий. Применения химических реактивов различных категорий в зависимости от метода анализа. Маркировка веществ особой чистоты. Проверка чистоты препарата с помощью качественных реакций.				



	<p>Твердые, жидкие, газообразные реактивы; особенности хранения и работы с ними. Способы взятия твердых реактивов из банки. Степень ядовитости, горючесть, способность к образованию взрывоопасных и огнеопасных и другие основные свойства реактивов, применяемых в лаборатории. Правила безопасного хранения, учета, использования и утилизации химических реактивов, применяемых в лаборатории. Порядок хранения химических реактивов в лаборатории. Особенности работы с огнеопасными реактивами.</p> <p>Общие требования очистки реактивов. Способы очистки реактивов в зависимости от свойств очищаемого вещества. Основные и специальные методы очистки. Экстракция, перекристаллизация, возгонка, перегонка, фильтрование. Техника фильтрования. Диализ, осаждение, комплексообразование, хроматография. Очистка кислот и аммиака. Очистка органических растворителей.</p>			
	<b>Практические занятия</b>	6		
	Лабораторная работа «Приготовление дистиллированной воды»	4		
	Лабораторная работа «Возгонка йода»	2		
<b>Тема 2.2. Химическая посуда и лабораторное оборудование</b>	<b>Содержание учебного материала</b>			
	Посуда общего назначения. Пробирки, химические воронки (капельные и делительные), стаканы, плоскодонные колбы, промывалки, кристаллизаторы, конические колбы (Эрленмейера), колбы для отсасывания (Бунзена), холодильники (прямые и обратные), водоструйные вакуумные насосы, реторты, сифоны, колбы для дистиллированной воды, тройники, краны.			
	Посуда специального назначения. Эксикаторы, колбы для перегонки (Вюрца, Клайзена, Арбузова), хлоркальцевые трубки, аппарат Киппа, аппарат Сокслета, прибор Кьельдаля, дефлегматоры, склянки Вульфа, склянки Тищенко, пикнометры, ареометры, склянки Дрекслея, кали-аппараты, прибор для определения двуокиси углерода, круглодонные колбы, специальные холодильники, прибор для определения молекулярного веса, приборы для определения температуры плавления и кипения и др.	12	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
	Посуда из простого стекла, специального стекла, из кварца. Лабораторная стеклянная посуда с нормальными шлифами. Кварцевая посуда, возможности её использования. Виды кварцевой посуды в зависимости от исходных материалов и степени их чистоты. Фарфоровая посуда. Посуда из высокоогнеупорных материалов (кварц, графит, алунд, шамот). Химическая посуда из новых материалов (полиэтилен, метилметакриловых смолы, фторопласты). Металлическое оборудование. Уход за металлическими лабораторными			

	предметами. Нагревательные приборы. Лабораторный инструментарий.			
	Мерная лабораторная посуда и ее калибровка. Мерные колбы, бюретки, мерные пипетки, мерные цилиндры, мензурки. Мерные пипетки на фиксированный объем (пипетки Мора) и градуированные. Способы калибровки пипетки, бюретки, мерной колбы. Проверка калиброванной посуды.			
	Мытье и высушивание химической посуды. Методы очистки химической посуды (механические, физические, химические, физико-химические, комбинированные). Правила мытья химической посуды веществами, обладающими поверхностно-активными свойствами. Способы очистки химической посуды органическими растворителями, хромовой смесью, раствором перманганата калия, концентрированной серной кислотой и концентрированной щелочью. Правила мытья посуды ершом. Методы холодной и горячей сушки. Сушка спиртом и эфиром. Сушка в эксикаторе. Высушивание в сушильном шкафу.			
	<b>Практические занятия</b>	12		
	Практическое занятие «Устройство и назначение химической посуды и оборудования»	2		
	Лабораторная работа «Приготовление хромовой смеси»	2		
	Лабораторная работа «Измерение объема жидкости мерными цилиндрами и пипетками. Работа с бюреткой»	2		
	Лабораторная работа «Калибровка мерной колбы»	2		
	Лабораторная работа «Калибровка пипетки»	2		
	Лабораторная работа «Калибровка бюретки»	2		
	<b>Раздел 3. Основные приемы и техника общих операций в лаборатории</b>	<b>64</b>		
<b>Тема 3.1. Весы и взвешивание</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	6	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
	Взвешивание на электронных весах. Меры предосторожности при работе с весами. Весы лабораторные технические; работа с весами. Весы лабораторные электронные тип аналитические. Взвешивание с использованием тары и без использования. Технические весы. Классификация лабораторных технических весов. Сфера использования технических весов. Правила взвешивания на технических весах.			
	Аналитические весы и их основные типы. Назначение аналитических весов, сферы их применения. Конструкция и общие приемы работы на аналитических весах. Взвешивание на периодических и аperiodических аналитических весах. Предельная нагрузка весов. Установка аналитических весов. Правила работы с аналитическими весами. Влияние внешних факторов на точность взвешивания.			

	(температура, влажность, освещение, воздух, эле подставка для весов). Уход за аналитическими весами.			
	<b>Практические занятия</b>	4		
	Лабораторная работа «Взятие навески на технохимических весах»	2		
	Лабораторная работа «Взятие навески на аналитических весах»	2		
<b>Тема 3.2. Основные приемы разделения ионов и экстрагирование</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	8	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
	Осаждение. Растворимость химических соединений. Влияние химических и физических факторов на растворимость. Влияние pH среды и наличия конкурирующих равновесий на растворимость осадка; коэффициент активности. Производство растворимости, условие образования осадка. Механизм процесса осаждения. Осаждаемая и гравиметрическая (весовая) форма осадка; требования к ним. Осадитель; выбор и количество осадителя. Органические и неорганические осадители, особенности их применения. Оптимальные условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Старение осадков.			
	Фильтрование и промывание осадков. Общая характеристика и теоретические основы процесса фильтрования. Шламовый и закупорочный типы фильтрования. Факторы, влияющие на скорость фильтрования (гидродинамические, физико-химические). Методы фильтрования: грубая, тонкая, стерильная. Аппараты для фильтрования. Техника работы с бумажными фильтрами. Перенесение осадка на фильтр. Промывание осадка с применением декантации и на центрифуге.			
	Высушивание и прокаливание осадков. Техника высушивания осадка. Высушивание с помощью физических методов (испарение, вымораживание, экстракция, азеотропная перегонка, дистилляция, сублимация и др.) и осушающих реагентов. Группы осушающих реагентов (вещества, образующие с водой гидраты, вступающие в химическое взаимодействие, адсорбирующие воду). Выбор способа осушения. Подготовка к использованию фарфоровых тиглей. Техники прокаливания осадков: прокаливание без отделения фильтра и с отделением фильтра; принципы выбора техники. Сухая и влажная минерализация (озоление), принципы использования. Правила работы с сушильным шкафом и муфельной печью.			
	Экстракция. Основные законы и термины метода экстракции. Экстрагент, экстракционный компонент, разбавитель, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт, высаливание. Классификация экстракционных процессов: по природе и свойствам эстрагентов (катионообменные, анионообменные, координационные); по типу соединения, переходящего в органическую фазу (неионизованные и ионные ассоциаты); по способу осуществления экстракции			

	(периодичная, непрерывная, противоточная). Скорость экстракции. Свойства экстрагента и его выбор Растворителя, применяемые в процессе экстракции. Основные органические реагенты Работа с делительной воронкой. Применение экстракции при анализе лекарственных средств.			
	<b>Практические занятия</b>	6		
	Лабораторная работа «Изготовление бумажных фильтров»	2		
	Лабораторная работа «Осаждение сульфат-ионов»	4		
<b>Тема 3.3. Растворы</b>	<b>Содержание учебного материала</b>			
	Способы выражения концентрации растворов. Молярная и моляльная концентрация, молярная концентрация эквивалента, массовая доля, титр. Титрованные растворы.	2	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
	Определение плотности раствора пикнометрическим и ареометрическим методами.			
	<b>Практические занятия</b>	8		
	Практическое занятие «Решение расчетных задач по теме «Способы выражения концентрации раствора»	4		
	Лабораторная работа «Приготовление раствора точной концентрации с использованием стандарт-титров»	4		
<b>Тема 3.4. Отбор проб</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
	Виды проб. Генеральная, лабораторная, анализируемая пробы. Представительность пробы. Взаимосвязь пробы с объектом и методом анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Приемы, порядок и подготовка пробы к анализу. Применение приборов (электроасpirатора, УГ-2), шприцов, газовых пипеток Нормативные документы, регламентирующие отбор проб.			
	Отбор твердых проб. Факторы, обуславливающие оптимальную массу твердой пробы (неоднородность и размер частиц анализируемого объекта, требования к точности анализа). Способы отбора твердых веществ, находящихся в виде целого и сыпучего продукта. Процессы гомогенизации (измельчение, просеивание) и усреднения (перемешивание, сокращение).	6		
	Отбор пробы газов. Измерение объема пробы газов. Отбор газов, основанный на вытеснение газом жидкости. Метод продольных струй и метод поперечных сечений.			
	Отбор пробы жидкостей. Отбор гомогенных и негомогенных жидкостей. Анализ большого объема жидкостей. Отбор проб биологических жидкостей.			
	<b>Практические занятия</b>	6		

	Практическое занятие «Работа с ГОСТ 10742-71 Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты. Методы отбора и подготовки проб для лабораторных испытаний»	2		
	Практическое занятие «Взятие лабораторной пробы сыпучего материала»	2		
	Лабораторная работа «Отбор пробы воздуха электроаспиратором»	2		
<b>Тема 3.5 Растворение пробы и приготовление раствора для анализа</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
	Растворение. Растворение неорганических солей. Растворение органических веществ.	4		
	Сплавление. Щелочные и кислые плавни. Посуда, применяемая для сплавления.			
	Минерализация. Сухое и мокрое озоление. Реактивы и оборудование, применяемое в процессе минерализации.			
	<b>Практические занятия</b>	4		
	Лабораторная работа «Приготовление раствора тетрабората натрия»	2		
	Лабораторная работа « Минерализация пищевых продуктов»	2		
<b>Тема 3.6 Погрешность анализа и представление результатов</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
	Основные метрологические характеристики метода анализа: погрешности (систематическая, случайная, абсолютная, относительная), правильность, прецизионность (сходимость, воспроизводимость) Значащие цифры. Закон распространения погрешностей при вычислениях. Представление результатов анализа.	4		
	Статистическая обработка результатов измерений. Построение гистограмм. Закон нормального распределения случайных ошибок. Среднее и дисперсия генеральной совокупности. Среднее и стандартное отклонение ограниченной выборки. Критерий Стьюдента. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Необходимое число параллельных определений. Методы оценки правильности. Промахи. Исключение данных. Сравнение средних и дисперсий двух независимых экспериментов			
	<b>Практические занятия</b>	6		
	Практическая работа «Математическая обработка результатов анализа»	6		
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Экзамен по модулю</b>	6	2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
<b>Учебная практика. Техника лабораторных работ</b>		72	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02,

<p>Виды работ:          Взятие навески на аналитических и теххимических весах.          Калибровка весов.          Приготовление растворов различной концентрации.          Определение плотности растворов.          Установка титров растворов.          Проведение очистки химических реактивов: возгонка, перекристаллизация, перегонка.          Мытье и сушка химической посуды.          Отбор проб.</p>			<p>ОК 03, ОК 04,          ОК 05, ОК 06,          ОК 07, ОК 09,          ПК 1.1, ПК 1.2,          ПК 1.3</p>
<p><b>Производственная практика. Подготовка рабочего места к проведению химических и физико-химических методов анализа</b>          Знакомство с предприятием, режимом его работы, инструктаж по охране труда, беседа с ведущими специалистами.          Знакомство с организацией контроля производства в цеховой, центральной заводской лаборатории и лабораториях ОТК.          Ознакомление с рабочим местом, инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.          Приборы, материалы, посуда, их подготовка к работе.          Отбор проб.          Пробоподготовка различных объектов.          Подготовка реагентов и материалов, необходимых для проведения анализа.          Приготовление растворов различных концентраций.          Очистка химических реактивов;          Заполнение лабораторных журналов.</p>	108	1, 2, 3	<p>ОК 01, ОК 02,          ОК 03, ОК 04,          ОК 05, ОК 06,          ОК 07, ОК 09,          ПК 1.1, ПК 1.2,          ПК 1.3</p>

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств)
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

#### **3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Для реализации программы профессионального модуля должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

1. Специальные помещения, представляющие собой учебные аудитории для проведения занятий всех видов, предусмотренных образовательной программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, мастерские и лаборатории, оснащенные оборудованием, техническими средствами обучения и материалами, учитывающими требования международных стандартов: проектор, персональные компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду лицензиата, учебная мебель для педагогического работника и обучающихся (столы и стулья), экран для проектора, маркерная доска, весы аналитические, спектрофотометр, рефрактометр, вытяжной шкаф, водяная баня, рН метр, штатив лабораторный, холодильник

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: персональные компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду лицензиата, учебная мебель для педагогического работника и обучающихся (столы и стулья), маркерная доска.

Для обеспечения реализации профессионального модуля используются стандартные комплекты программного обеспечения (ПО), включающие регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья: портативный ручной видеувеличитель – 2 шт, радиокласс (заушный индуктор и индукционная петля) – 1 шт.

Выход в сеть «Интернет» в наличии (с возможностью доступа в электронную информационно-образовательную среду), скорость подключения 100 мбит/сек.

#### **3.2. Информационное обеспечение обучения**

##### **Основные источники:**

1. Беляков, Г. И. Пожарная безопасность : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. И. Беляков. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 143 с. – Текст : электронный //

Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490054> (дата обращения: 10.11.2022).

2. Беляков, Г. И. Электробезопасность : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. И. Беляков. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 125 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490056> (дата обращения: 10.11.2022).

3. Завертаная, Е. И. Управление качеством в области охраны труда и предупреждения профессиональных заболеваний : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. И. Завертаная. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 307 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491937> (дата обращения: 10.11.2022).

4. Латышенко, К. П. Метрология и измерительная техника. Лабораторный практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / К. П. Латышенко, С. А. Гарелина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 186 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491310> (дата обращения: 10.11.2022).

5. Аналитическая химия : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 107 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492467> (дата обращения: 10.11.2022).

6. Опарин, Р. В. Организация лабораторно-производственной деятельности : учебное пособие для среднего профессионального образования / Р. В. Опарин, И. В. Гузенко. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 216 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/496731> (дата обращения: 10.11.2022).

#### **Дополнительные источники:**

1. Родионова, О. М. Медико-биологические основы безопасности. Охрана труда : учебник для среднего профессионального образования / О. М. Родионова, Д. А. Семенов. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 441 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491234> (дата обращения: 10.11.2022).

2. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 394 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489602> (дата обращения: 10.11.2022).



3. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 344 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489663> (дата обращения: 10.11.2022).

### 3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий

Рабочая программа дисциплины предусматривает в целях реализации компетентностного подхода использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций – кейсов, психологических и иных тренингов, групповых дискуссий – круглых столов) в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития общих и профессиональных компетенций обучающихся.

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
ПК 1.1	Подготовка рабочего места, лабораторных условий, средств измерений и испытательного оборудования для проведения анализа.	Экспертное наблюдение выполнения практических работ Оценка решений ситуационных задач Экспертная оценка аудиторной работы
ПК 1.2	Подготавливать пробы (жидкие, твердые, газообразные) и растворы заданной концентрации к проведению анализа в соответствии с правилами работы с химическими веществами и материалами.	Практические занятия Экспертная оценка аудиторной работы
ПК 1.3	Контролировать необходимые параметры на соответствие требованиям.	Оценка решений ситуационных задач
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	Экспертная оценка аудиторной и внеаудиторной работы
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные	Наблюдение в процессе практических занятий Оценка решений

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
	технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.	ситуационных задач
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.	Оценка решений ситуационных задач
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.	Наблюдение в процессе практических занятий Оценка решений ситуационных задач Экспертная оценка аудиторной и внеаудиторной работы
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.	Тестирование Устный опрос
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.	Тестирование Устный опрос
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	Практические занятия, ролевые игры
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.	Тестирование Практические занятия зачет
ОК 09	Пользоваться профессиональной	Оценка решений

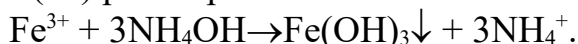
Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
	документацией на государственном и иностранном языках.	ситуационных задач

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

### Лабораторная работа. Определение содержания железа (III) в растворе

Цель работы – определить массу железа (III) или соли  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (г) в пробе.

Сущность работы. В основе определения лежит реакция осаждения железа (III) раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$ :



Выделившийся осадок  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  из-за низкой растворимости ( $\text{PP} = 3,2 \cdot 10^{-28}$ ) является аморфным. Поэтому следует строго соблюдать оптимальные условия осаждения аморфных осадков – вести осаждение из концентрированных и горячих растворов в присутствии электролита-коагулянта. Электролит-коагулянт  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  образуется в системе в результате взаимодействия раствора осадителя  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 2 н.  $\text{HNO}_3$ , которую добавляют с целью окисления примесных ионов  $\text{Fe}^{2+}$  в  $\text{Fe}^{3+}$  и предотвращения гидролиза железа (III). Для очистки осадка от адсорбированных примесей и во избежание пептизации осадок промывают горячим раствором  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

Полученный осадок прокаливают в муфельной печи при температуре  $t = 800\text{--}900^\circ\text{C}$  до постоянной массы. При этом осаждаемая форма  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  превращается в гравиметрическую форму  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ :



Следует избегать длительного прокаливания, чтобы не произошло частичное восстановление  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  до  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Приборы и посуда: технические и аналитические весы, электрическая плитка, муфельная печь, конические колбы, стакан, пробирка, стеклянная палочка с резиновым наконечником, штатив с кольцом, воронка, мерный цилиндр, беззольный фильтр «белая лента».

Реактивы: 10%-ный раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$ , 2%-ный раствор  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 2 н. раствор  $\text{HNO}_3$ , 2 н. раствор  $\text{BaCl}_2$ .

Выполнение работы.

1. В стакан с анализируемым раствором по палочке добавляют 2–3 мл 2 н.  $\text{HNO}_3$  (объем отмеривают цилиндром).

2. Раствор нагревают на плитке до  $70\text{--}80^\circ\text{C}$  (появление капель конденсата на стенках стакана).

3. К горячему раствору при перемешивании по палочке добавляют 10%-ный раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$  до появления явного запаха аммиака. При этом в стакане образуется бурый осадок  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

4. В стакан с осадком добавляют 50–70 мл горячей дистиллированной воды и дают осадку отстояться.

5. Проверяют полноту осаждения железа (III), добавляя по палочке к прозрачной жидкости над осадком небольшое количество раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

6. После выдерживания в течение 5 мин фильтруют содержимое стакана через бумажный фильтр «белая лента» методом декантации.

7. Осадок в стакане многократно промывают горячим раствором  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  от адсорбированных ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ . Для проверки полноты удаления  $\text{SO}_4^{2-}$ -ионов используют качественную реакцию сульфат-ионов с  $\text{BaCl}_2$ . Промывку осадка методом декантации ведут до отрицательной реакции на ионы  $\text{SO}_4^{2-}$  в промывных водах.

8. Затем осадок с помощью небольших порций 2%-ного раствора  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  количественно переносят в воронку с фильтром. Кусочком беззольного фильтра протирают палочку, стенки и дно стакана и присоединяют этот кусочек к основному осадку.

9. Фильтр с осадком достают из воронки, загибают его края и конусом вверх помещают в фарфоровый тигель, предварительно записав номер тигля.

10. Фильтр обугливают, озоляют и прокаливают при температуре 800–900°C в муфельной печи до постоянной массы. При проведении озоления фильтр не должен гореть, поскольку в пламени возможен частичный переход  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  до  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

11. После прокаливания тигель охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают на аналитических весах. Результаты каждого взвешивания обязательно записывают в журнал. Прокаливание проводят до тех пор, пока разница результатов последнего и предпоследнего взвешиваний превышает  $2 \cdot 10^{-4}$  г (прокаливание до достижения постоянной массы).

12. По достижении постоянной массы осадок из тигля высыпают, протирают его стенки фильтровальной бумагой и взвешивают пустой тигель на аналитических весах с тем же разновесом. По разности масс тигля с осадком и пустого тигля определяют массу гравиметрической формы. Используя справочное значение гравиметрического фактора ( $F = 0,6994$ ), рассчитывают содержание железа (III) в растворе.

**Количественное осаждение ионов.** Для решения задач необходимо записать уравнение диссоциации малорастворимого соединения и правило произведения растворимости (ПР) для него. Принято считать осаждение количественным, если остаточная концентрация осаждаемого иона не превышает  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/л.

Пример. Какой должна быть концентрация ионов  $\text{OH}^-$ , чтобы осадить количественно  $\text{Mg}^{2+}$  в виде  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ?

Решение.



$$PP = [Mg^{2+}] \cdot [OH^-]^2 \quad [Mg^{2+}] \approx 1 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л.}$$

$$[OH^-]^2 = \frac{PP}{1 \cdot 10^{-6}} = \frac{6 \cdot 10^{-10}}{1 \cdot 10^{-6}} = 6 \cdot 10^{-4}$$

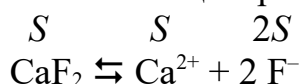
$$[OH^-] = 2,45 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л.}$$

**Потери при промывании осадка.** Для этого типа расчетов записывают уравнение равновесия для малорастворимого соединения и его диссоциацию в промывной жидкости. Выбор дальнейшего решения зависит от присутствия в промывной жидкости *одноименных* с осадком ионов или *разноименных*. В первом случае в выражение для PP подставляют значения суммарной концентрации одноименных ионов. Во втором – рассматривают влияние «солевого эффекта».

**Пример.** Сколько граммов фторида кальция растворится при промывании его: а) 250 мл 4%-ного раствора нитрата кальция; б) 250 мл раствора, содержащего 0,05 г NaCl?

Решение.

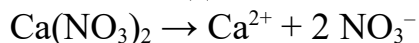
а) Исходя из равновесия в системе осадок-раствор, выразим равновесные концентрации ионов через молярную растворимость  $S$ :



Запишем выражение PP.

$$PP = [Ca^{2+}] \cdot [F^-]^2$$

Промывная жидкость содержит нитрат кальция, который диссоциирует с образованием одноименных с осадком ионов  $Ca^{2+}$ :



При условии, что плотность растворов ( $\rho$ ) с концентрацией менее 5% равна 1 г/мл, найдем массу растворенного вещества:

$$m(Ca(NO_3)_2) = V_{p-ра} \cdot \rho \cdot \omega = 250 \cdot 1 \cdot 0,04 = 10,0 \text{ г.}$$

Тогда концентрация  $Ca^{2+}$  в растворе  $Ca(NO_3)_2$ :

$$C(Ca^{2+}) = C(Ca(NO_3)_2) = \frac{m(Ca(NO_3)_2)}{M_r(Ca(NO_3)_2) \cdot V_{p-ра}}$$

$$C(Ca^{2+}) = \frac{10,0}{164,090 \cdot 0,25} = 0,2438 \text{ моль/л.}$$

Общая концентрация ионов  $Ca^{2+}$  в растворе выражается:

$$C(Ca^{2+}) = (0,2438 + S) \text{ моль/л.}$$

В правило PP подставим значения равновесных концентраций:

$$PP = (0,2438 + S) \cdot (2S)^2.$$

Так как величина  $S \ll 0,2438$ , то выражение PP упрощается:

$$PP = (0,2438) \cdot (2S)^2 = 0,9751 \cdot S^2;$$

$$S = \sqrt{\frac{4,0 \cdot 10^{-11}}{0,9751}} = 6,4 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л.}$$

Для расчета массы растворившегося  $CaF_2$  воспользуемся формулой

$$m(CaF_2) = S \cdot M_r(CaF_2) \cdot V_{p-ра}$$

$$m(\text{CaF}_2) = 6,4 \cdot 10^{-6} \cdot 78,080 \cdot 0,25 = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ г.}$$

б) Растворимость фторида кальция в растворе хлорида натрия рассчитаем с учетом «солевого эффекта».



$$\text{ПР} = a(\text{Ca}^{2+}) \cdot a^2(\text{F}^-) = C(\text{Ca}^{2+}) \cdot f(\text{Ca}^{2+}) \cdot C^2(\text{F}^-) \cdot f^2(\text{F}^-).$$

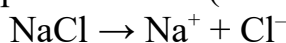
Предположим, что  $C(\text{Ca}^{2+}) = S$ , тогда  $C(\text{F}^-) = 2S$ .

$$\text{ПР} = 4S^3 \cdot f(\text{Ca}^{2+}) \cdot f^2(\text{F}^-)$$

Для расчета коэффициентов активности  $f(\text{Ca}^{2+})$  и  $f(\text{F}^-)$  определим концентрацию NaCl и ионную силу раствора:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M_r(\text{NaCl}) \cdot V_{p-pa}} = \frac{0,05}{58,443 \cdot 0,25} = 3,42 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л.}$$

Ионная сила раствора будет определяться концентрацией сильного электролита NaCl (вкладом ионов CaF<sub>2</sub> можно пренебречь):



$$\mu = \frac{1}{2} \sum_1^n C_i z_i^2 = \frac{1}{2} (3,42 \cdot 10^{-3} \cdot 1 + 3,42 \cdot 10^{-3} \cdot 1) = 3,42 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л.}$$

Так как  $\mu < 0,01$ , то значения  $f(\text{Ca}^{2+})$  и  $f(\text{F}^-)$  рассчитываем по формуле:

$$-\lg f_i = 0,5 z_i^2 \sqrt{\mu},$$

$$\lg f(\text{Ca}^{2+}) = -0,5 \cdot 2^2 \cdot \sqrt{3,42 \cdot 10^{-3}} = -0,117, \quad f = 0,76.$$

$$\lg f(\text{F}^-) = -0,5 \cdot 1^2 \cdot \sqrt{3,42 \cdot 10^{-3}} = -0,029, \quad f = 0,93.$$

Рассчитаем растворимость осадка CaF<sub>2</sub> в растворе NaCl:

$$S = \sqrt[3]{\frac{\text{ПР}}{f(\text{Ca}^{2+}) \cdot f^2(\text{F}^-)}} = \sqrt[3]{\frac{4,0 \cdot 10^{-11}}{0,76 \cdot (0,93)^2}} = 3,92 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$m(\text{CaF}_2) = 3,92 \cdot 10^{-4} \cdot 78,080 \cdot 0,25 = 7,65 \cdot 10^{-3} \text{ г.}$$

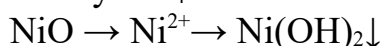
**Расчет количества осадителя.** Для решения задачи необходимо записать уравнение реакции осаждения. В соответствии со стехиометрией реакции рассчитывается необходимое количество осадителя. Особенностью при решении этого типа задач является увеличение полученного результата в 1,5 – 2 раза (для нелетучих осадителей) или в 3 раза (для летучих осадителей), так как небольшой избыток осадителя способствует практически полному осаждению.

**Пример.** Какой объем 10%-ного раствора аммиака потребуется для практически полного осаждения никеля из 16,0 г руды, содержащей 1,5% оксида никеля?

**Решение.** Рассчитываем массу NiO в руде:

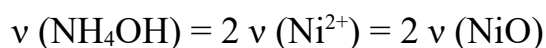
$$m(\text{NiO}) = 16,0 \cdot 0,015 = 0,240 \text{ г.}$$

Массу NH<sub>4</sub>OH вычисляем по следующей схеме:



Осаждение Ni<sup>2+</sup> аммиаком соответствует уравнению





Массу  $\text{NH}_4\text{OH}$  рассчитаем по следующей формуле:

$$m(\text{NH}_4\text{OH}) = \frac{m(\text{NiO}) \cdot 2 M_r(\text{NH}_4\text{OH})}{M_r(\text{NiO})}$$
$$= \frac{0,240 \cdot 2 \cdot 35,046}{74,710}$$

$$m(\text{NH}_4\text{OH}) = 0,2252 \text{ г.}$$

Найдем массу 10%-ного раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ :

$$m(\text{NH}_4\text{OH}) \cdot 100 = \frac{0,2252 \cdot 100}{\omega}$$

$$m(\text{р-ра}) = \frac{0,2252 \cdot 100}{10} = 2,252 \text{ г.}$$

Определив по справочнику плотность 10%-ного раствора – 0,958 г/мл, рассчитаем его объем:

$$V = \frac{2,252}{0,958} = 2,35 \text{ мл.}$$

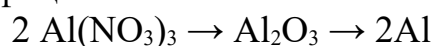
Для практически полного осаждения необходим 1,5–2-кратный (для нелетучих осадителей) или 3-кратный избыток осадителя (для летучих осадителей), то есть:

$$V = 2,35 \cdot 3 = 7,05 \text{ мл.}$$

**Расчет результатов анализа.** Для решения задачи необходимо записать схему процесса, проставить стехиометрические коэффициенты и использовать гравиметрический фактор.

**Пример.** Навеску соли, содержащей  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ , массой 0,5268 г растворили в воде и разбавили до 50,0 мл. Затем осадили алюминий, используя таннин ( $\text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{46}$ ), и прокалили осадок до  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , масса которого оказалась равной 0,3060 г. Вычислить массовую долю (%) Al в соли.

**Решение.** Запишем схему процесса и установим стехиометрические коэффициенты:



Вычислим массу Al, используя формулу:

$$m(\text{Al}) = m(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot F,$$

где F – гравиметрический фактор, равный:

$$F = \frac{2 M_r(\text{Al})}{M_r(\text{Al}_2\text{O}_3)}$$

Значение гравиметрического фактора можно взять из справочника или рассчитать ( $F = 0,5293$ ).

$$m(\text{Al}) = 0,3060 \cdot 0,5293 = 0,1620 \text{ г,}$$

$$\omega = \frac{0,1620 \cdot 100}{0,5268} = 30,74\%.$$

### Критерии оценки:

**«отлично»:** обучающийся имеет всесторонние, систематические и глубокие знания по вопросам текущей темы, свободно владеет терминологией, проявляет творческие способности в процессе изложения

учебного материала; анализирует факты, явления и процессы, проявляет способность делать обобщающие выводы, обнаруживает свое видение решения проблем; уверенно владеет понятийным аппаратом; активно участвует в семинаре, полностью отвечает на заданные вопросы (основные и дополнительные), стремясь к развитию дискуссии.

**«хорошо»:** обучающийся имеет полные знания по вопросам данной темы, умеет правильно оценивать эти вопросы, потенциально способен к овладению знаний и обновлению их в ходе дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной деятельности; дал ответы на основные и дополнительные вопросы, но не исчерпывающего характера; владеет понятийным аппаратом.

**«удовлетворительно»:** обучающийся имеет знания по основным вопросам данной темы в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, в достаточной мере владеет терминологией; проявил неглубокие знания при освещении принципиальных вопросов и проблем; неумение делать выводы обобщающего характера и давать оценку значения освещаемых рассматриваемых вопросов и т.п.; ответил только на один вопрос семинара, при этом поверхностно, или недостаточно полно осветил его и не дал ответа на дополнительный вопрос.

**«неудовлетворительно»:** обучающийся имеет значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы; не ответил ни на один вопрос семинара (основной и/или дополнительный); отказался участвовать в работе семинара.

#### **Оценка тестового задания:**

**«отлично»:** не менее 90% правильных ответов.

**«хорошо»:** не менее 80% правильных ответов.

**«удовлетворительно»:** не менее 70% правильных ответов.

**«неудовлетворительно»:** 69 и менее % правильных ответов.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Перечень заданий для экзамена:**

1. Сколько граммов сульфата бария растворится при промывании его 250 мл 0,3 М хлорида бария?

2. Сколько граммов  $Al(OH)_3$  растворится при промывании этого осадка 100 мл воды, содержащей 0,3 г  $NH_4NO_3$ ?

3. Какова должна быть концентрация (моль/л)  $NH_4Cl$  в промывной жидкости, чтобы в 100 мл растворялось не более 0,30 мг осадка  $AgCl$ ?

4. Сколько граммов  $Fe(OH)_3$  растворится при промывании этого осадка 250 мл воды, содержащей 0,1 г  $NH_4NO_3$ ?

5. Сколько граммов сульфата бария растворится при промывании его 200 мл 0,5 М сульфата натрия?



6. Какова должна быть концентрация (моль/л)  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  в промывной жидкости, чтобы в 300 мл растворилось не более 0,15 мг осадка  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ?

7. Сколько граммов  $\text{PbI}_2$  растворится при промывании этого осадка 100 мл воды, содержащей 0,3 г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ?

8. Какая масса оксалата магния растворится при промывании его 300 мл 0,5М оксалата калия.

9. Сколько граммов  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  растворится при промывании этого осадка 50 мл воды, содержащей 0,5 г  $\text{NaCl}$ ?

10. Сколько граммов  $\text{AgCl}$  растворится при промывании этого осадка 150 мл воды, содержащей 0,3 г  $\text{NaNO}_3$ ?

11. Какая масса сульфата бария растворится при промывании его 500 мл 3%-ного раствора сульфата калия?

12. Сколько граммов  $\text{BaCrO}_4$  растворится при промывании этого осадка 250 мл воды, содержащей 0,5 г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ?

13. Сколько граммов оксалата магния растворится при промывании его 250 мл 5%-ного раствора нитрата магния?

14. Сколько граммов оксалата магния растворится при промывании его 100 мл 2%-ного раствора оксалата аммония?

15. Сколько граммов  $\text{PbCl}_2$  растворится при промывании этого осадка 100 мл воды, содержащей 0,4 г  $\text{KNO}_3$ ?

16. Сколько граммов  $\text{ZnCO}_3$  растворится при промывании этого осадка 300 мл воды, содержащей 0,2 г  $\text{KCl}$ ?

### Критерии оценки:

**«отлично»:** обучающийся имеет всесторонние, систематические и глубокие знания по вопросам текущей темы, свободно владеет терминологией, проявляет творческие способности в процессе изложения учебного материала; анализирует факты, явления и процессы, проявляет способность делать обобщающие выводы, обнаруживает свое видение решения проблем; уверенно владеет понятийным аппаратом; активно участвует в семинаре, полностью отвечает на заданные вопросы (основные и дополнительные), стремясь к развитию дискуссии.

**«хорошо»:** обучающийся имеет полные знания по вопросам данной темы, умеет правильно оценивать эти вопросы, потенциально способен к овладению знаний и обновлению их в ходе дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной деятельности; дал ответы на основные и дополнительные вопросы, но не исчерпывающего характера; владеет понятийным аппаратом.

**«удовлетворительно»:** обучающийся имеет знания по основным вопросам данной темы в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, в достаточной мере владеет терминологией; проявил неглубокие знания при освещении принципиальных вопросов и проблем; неумение делать выводы обобщающего характера и давать оценку значения освещаемых рассматриваемых вопросов и т.п.;

ответил только на один вопрос семинара, при этом поверхностно, или недостаточно полно осветил его и не дал ответа на дополнительный вопрос.

**«неудовлетворительно»:** обучающийся имеет значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы; не ответил ни на один вопрос семинара (основной и/или дополнительный); отказался участвовать в работе семинара.

**Оценка тестового задания:**

**«отлично»:** не менее 90% правильных ответов.

**«хорошо»:** не менее 80% правильных ответов.

**«удовлетворительно»:** не менее 70% правильных ответов.

**«неудовлетворительно»:** 69 и менее % правильных ответов.

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ**

В ходе реализации учебного процесса по профессиональному модулю проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа.

По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации. Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <https://spo-spcpu.ru/>

Консультирование: <https://spo-spcpu.ru/>

Контроль: <https://spo-spcpu.ru/>

Размещение учебных материалов: <https://spo-spcpu.ru/>

### **Пример. Лабораторная работа. Калибрование мерной посуды**

Цель работы: провести калибрование мерной посуды:

– вариант 1 – бюретка;

– вариант 2 – градуированная пипетка или пипетка Мора;

– вариант 3 – мерная колба.

Сущность работы. В титриметрических методах анализа воспроизводимость и правильность конечного результата в очень большой степени определяются точностью приготовления стандартных растворов и точностью измерения объемов титранта и титруемого вещества. Для точного измерения объемов используются бюретки, пипетки и мерные колбы двух классов точности различной вместимости и модификаций, которые выпускаются промышленностью в соответствии с требованиями ГОСТ и калибруются при температуре 20°C.

Номинальная вместимость мерной посуды не всегда соответствует ее истинной вместимости. Это отражается на точности титриметрических

определений, поэтому для получения точных результатов необходимо проводить калибровку посуды. При расхождениях, больше допустимых, такую посуду отбраковывают или учитывают поправки к номинальному объему при работе с ней.

Для калибрования применяют дистиллированную воду. Посуду и воду, предназначенную для ее заполнения, предварительно выдерживают не менее 1 ч в лаборатории, чтобы они приняли комнатную температуру. Температуру воды измеряют термометром с погрешностью не более 0,5°C.

Бюретки применяются для измерения точных объемов при титровании и при других операциях. Все они предназначаются для измерения вылитой из них жидкости, поэтому калиброваны на выливание. Существуют макро- и микробюретки. Употребляемые в макроанализе бюретки на 50 мл отградуированы на миллилитры и доли миллилитра с ценой наименьшего деления 0,1 мл, а бюретки на 25 мл отградуированы либо аналогично, либо с ценой деления 0,05 мл. Отсчет сотых долей миллилитра производится на глаз с точностью, не большей, чем половина цены деления. Микробюретки имеют вместимость 1, 2, 5, 10 мл с ценой наименьшего деления 0,01–0,02 мл.

Бюретки изготавливают в соответствии с ГОСТ 29251-91, ISO 9002-94, ISO 385-84. Пределы погрешности для бюреток 2-го класса точности вместимостью 25 и 50 см<sup>3</sup> при температуре 20°C не должны превышать ± 0,1 см<sup>3</sup>.

Пипетки служат для отмеривания и переноса точного объема раствора из одного сосуда в другой, они бывают двух видов: градуированные и с одной меткой (пипетки Мора) вместимостью от 1 до 100 мл. Градуированные пипетки менее точны, чем пипетки Мора. Существуют микропипетки вместимостью 0,1–0,2 мл.

Пипетки калибруют на выливание. Объем свободно вытекающей жидкости, которой предварительно заполнена пипетка, является номинальным объемом. Согласно ГОСТ 29169-91, ISO 9002-94, ISO 835-81, ISO 648-77, пределы допускаемой погрешности номинальной вместимости пипеток не должны превышать значений таблицы представленной ниже.

**Допускаемые погрешности номинальной вместимости пипеток**

Вместимость, см <sup>3</sup>	Допускаемая погрешность, см <sup>3</sup> , для градуированных пипеток	Допускаемая погрешность, см <sup>3</sup> , для пипеток Мора
1	± 0,01	± 0,015
2	± 0,02	± 0,02
5	± 0,05	± 0,03
10	± 0,1	± 0,04
20		± 0,06
25		± 0,06

50		± 0,1
100		± 0,15

Мерные колбы применяют для приготовления стандартных растворов, точного отмеривания объемов, разбавления растворов и т. п. Мерные колбы изготавливают вместимостью 5–2000 мл и калибруют на вливание. На колбе указываются номинальный объем, температура калибрования и класс точности.

Мерные колбы изготавливают в соответствии с ГОСТ 1770-74 ISO 1042-83, ISO 4788-80. Их допускаемые погрешности от номинальной вместимости при температуре 20°C для 2-го класса точности не должны превышать значений таблицы представленной ниже.

#### Допускаемые погрешности номинальной вместимости мерных колб

Вместимость мерной колбы, см <sup>3</sup>	Допускаемая погрешность, см <sup>3</sup>
25	± 0,08
50	± 0,12
100	± 0,20

Оборудование и реактивы: аналитические весы, термометр, бюкс, колба, стакан, мерная посуда (мерные колбы вместимостью 25, 50 или 100 мл, пипетки вместимостью 1– 100 мл, бюретка).

Выполнение работы. Получают для работы мерную посуду (по указанию преподавателя), моют. Пипетки и бюретки можно не сушить, а мерные колбы сушат в сушильном шкафу. Калибрование посуды проводят, определяя точную массу объема воды, выливаемой из нее (пипетки, бюретки) или заливаемой в нее (мерные колбы). Затем рассчитывают истинную вместимость по формуле

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})},$$

где  $m(\text{H}_2\text{O})$  – масса воды, г;  $\rho(\text{H}_2\text{O})$  – плотность воды при температуре опыта, г/см<sup>3</sup>.

Расчеты проводят с точностью до сотых долей миллилитра.

Вариант 1. Калибрование бюретки. Бюретку калибруют, взвешивая воду с интервалом 5 или 10 мл, всегда начиная от нуля: 0–5 мл, 0–10 мл и т. д. Взвешивают воду в бюксе или колбе на аналитических весах. Делают не менее трех измерений для каждого интервала и вычисляют среднее, округляя его до сотых долей миллилитра.

#### Результаты калибрования бюретки

Интервал значений объема, см <sup>3</sup>	Масса вылитой воды, г			Объем выливаемой воды, см <sup>3</sup>	
	№ взвешивания				Средняя масса
	1	2	3		

По результатам выполнения работы составляют таблицу поправок, которой пользуются при работе с бюреткой.

**Таблица поправок**

Интервал значений объема, см <sup>3</sup>	Поправка, см <sup>3</sup>
---	---------------------------

**Вариант 2. Калибрование пипетки.** На аналитических весах взвешивают коническую колбу или стакан вместимостью 100 мл. Записывают ее массу  $m$  и снимают с весов. Набирают в калибруемую пипетку до метки дистиллированную воду, переносят воду во взвешенную колбу и взвешивают сосуд с водой, записывая массу  $m_1$ . По разности  $m_1 - m$  находят массу воды, содержащейся в пипетке. Снимают колбу с весов, не выливая содержащуюся в ней воду. Еще раз набирают в пипетку воду и выливают ее в ту же колбу. Снова взвешивают колбу с водой, записывая массу  $m_2$ . По разности  $m_2 - m_1$  снова находят массу воды, содержащейся в одной пипетке.

Отбор и взвешивание воды, содержащейся в пипетке, ведут до тех пор, пока не получат 2–3 результата, различающихся между собой не более чем на 0,02 г для пипетки вместимостью 20 мл, 0,01 г – для пипетки вместимостью 10 мл и т. д. Результаты записывают в табл. 11 и вычисляют вместимость пипетки  $V_{п}$ , округляя результат до сотых долей миллилитра.

**Результаты калибрования пипетки**

	После вливания $n$ пипеток		
	1	2	3
Масса пустой колбы $m$ , г			
Масса колбы с водой $m_n$ , г			
Масса воды в объеме пипетки $m_n - m$ , г			
Температура воды, °С			
Плотность воды $\rho$ , г/см <sup>3</sup>			
Объем пипетки $V_i = (m_n - m)/\rho$ , мл			
Средний объем пипетки $V_{\kappa} = \bar{a} V_i / n$ , мл			

На основании сравнения полученных результатов с требованиями ГОСТ делают вывод о допустимости отклонения вместимости пипетки от номинальной вместимости.

Вариант 3. Калибрование мерной колбы. Мерную колбу заданной вместимости высушивают в сушильном шкафу. Остывшую до температуры лаборатории колбу взвешивают на аналитических весах и записывают ее массу  $m$ .

Наполняют мерную колбу дистиллированной водой до метки и взвешивают ее на аналитических весах. Записывают массу  $m_1$  и температуру воды. По разности  $m_1 - m$  определяют массу воды, находящейся в колбе. Снимают колбу с чашки весов, отливают некоторый объем воды и снова доводят ее уровень до метки. Еще раз взвешивают колбу с водой и записывают значение  $m_2$ . Затем повторяют эту операцию, чтобы получить 2–3 результата взвешивания, отличающихся друг от друга не более чем на 0,1 г для колбы вместимостью 100 мл, 0,05 г – для колбы вместимостью 50 мл и 0,03 г – для колбы вместимостью 25 мл.

Результаты записывают в табл. 12 и вычисляют объем калибруемой мерной колбы  $V_k$  как среднее значение, округляя его до сотых долей миллилитра.

### Результаты калибрования мерной колбы

	№ взвешивания		
	1	2	3
Масса пустой колбы $m$ , г			
Масса колбы с водой $m_n$ , г			
Масса воды в колбе $m_n - m$ , г			
Температура воды, °С			
Плотность воды $\rho$ , г/см <sup>3</sup>			
Объем колбы $V_i = (m_n - m)/\rho$ , мл			
Средний объем колбы $V_k = \bar{\Delta} V_i / n$ , мл			

На основании сравнения полученных результатов с требованиями ГОСТ делают вывод о допустимости отклонения вместимости мерной колбы от номинальной вместимости.

&	Плотность воды $\rho$ при разных температурах $T$					
	$T$ , °С	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$T$ , °С	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$T$ , °С	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>
	10,0	0,999700	17,0	0,998774	24,5	0,997171
	10,5	0,999654	17,5	0,998686	25,0	0,997044
	11,0	0,999605	18,0	0,998595	25,5	0,996914

	11,5	0,999553	17,5	0,998501	26,0	0,996783
	12,0	0,999498	19,0	0,998405	26,5	0,996649
	12,5	0,999439	19,5	0,998305	27,0	0,996512
	13,0	0,999377	20,0	0,998203	27,5	0,996373
	13,5	0,999312	21,0	0,997992	28,0	0,996232
	14,0	0,999244	21,5	0,997882	28,5	0,996089
	14,5	0,999173	22,0	0,997770	29,0	0,995944
	15,0	0,999099	22,5	0,997655	29,5	0,995796
	15,5	0,999023	23,0	0,997538	30,0	0,995646
	16,0	0,998943	23,5	0,997418	30,5	0,995494
	16,5	0,998860	24,0	0,997296	31,0	0,99534