

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.19  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Аналитическая химия и физико-химические методы анализа**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

Форма обучения: заочная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 15 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	3	Итого
Форма контроля	зачет	экзамен	
Вид занятий			
Лекции	6	6	12
Лабораторные	12	6	18
Практические	6		6
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР			
Промежуточная аттестация	0,25	0,35	0,6
Контактная работа	24,25	12,35	36,6
Самостоятельная работа	332	159	491
Контроль	3,75	8,65	12,40
<b>Итого</b>	<b>360</b>	<b>180</b>	<b>540</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.х.н. Григорьева О.Б.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2026 г.**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

«Химическая технология и ресурсосбережение»

---

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*(подпись)*

М.В. Кравцова

*(И.О. Фамилия)*

---

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра медицинской химии

(протокол заседания № 1 от «31» августа 2020 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – усвоить фундаментальные положения аналитической химии с возможностью их практического применения, сформировать способность обоснованно выбирать методику, метод и условия аналитического эксперимента.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Высшая математика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Общая химическая технология», «Химия и технология органических веществ», «Химия и технология неорганических веществ», «Экологическая экспертиза», «Инструментальные методы химического анализа в рациональном использовании сырьевых и энергетических ресурсов», «Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР».

## 3. Планируемые результаты обучения

### Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.1. Знает теоретические основы общей и неорганической химии и понимает принципы строения вещества и протекания химических процессов	Знать: - теоретические основы равновесий в гомогенных и гетерогенных системах; теории кислот и оснований - органические реагенты, используемые для проведения аналитических реакций;
	ОПК-1.2. Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы протекания органических реакций.	- основные законы физической химии, лежащие в основе физико-химических методов, основы электрохимии - методы анализа дисперсных и коллоидных систем
	ОПК-1.3. Знает основы физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии. ОПК-1.4. Знает основные понятия и соотношения термодинамики	Уметь: - подобрать методику анализа объекта с учетом свойств вещества и особенностей протекания реакции; - анализировать и систематизировать результаты аналитического эксперимента, исходя из строения вещества и механизмов, протекающих реакций Владеть:

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
	поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем. ОПК-1.5. Умеет выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ	- навыками выполнения основных аналитических реакций; - навыками расчета необходимых концентраций; - навыками формулировки выводов по анализу литературных и экспериментальных данных анализа с учетом основных закономерностей строения вещества

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Основные понятия аналитической химии. Качественный анализ	Лек 1	Аналитическая химия, её задачи и методы. Виды анализа. Этапы анализа. Метод и методика. Основные характеристики методов	3	2		-	
	Лаб 1	Качественные реакции катионов 1-6 аналитических групп	3	4	10	-	Отчет по лабораторной работе № 1
	Пр 1	Математическая обработка результатов анализа. Равновесия в растворах сильных и слабых электролитов. Решение задач	3	2	10	-	Практическое задание 1
	Ср 1	Изучение тем модуля: Описание химического равновесия в гомогенных реакциях. Сильные и слабые электролиты. Активность. Коэффициент активности Растворы гидролизующихся солей. Буферные системы. Гетерогенные равновесия. Подготовка к отчетам по лабораторным работам, контрольным работам	3	110		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2. Количественный анализ. Гравиметрия. Титриметрические методы	Лек 2	Количественный анализ Классификация методов количественного анализа. Математическая обработка результатов анализа	3	2		-	
	Пр 2	Вычисление факторов эквивалентности и молярных масс эквивалентов. Вычисление результатов титриметрического анализа	3	2	15	-	Практическое задание 2
	Ср 2	Изучение тем модуля 2, Гравиметрические методы. Сущность, достоинства, ограничения. Требования к осадкам Подготовка к отчетам по лабораторным работам, контрольным работам	3	112		-	
	Пр 3	Гравиметрический анализ. Решение задач	3	2	15		Практическое задание 3

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек 3	Химические титриметрические методы анализа. Основные понятия. Типовые расчеты. Классификация методов. Методы установления конечной точки титрования.	3	2		-	
	Лаб 2	Определение массовой доли аммиака в солях аммония методом замещения	3	4	10	-	Отчет по лабораторной работе № 2
	Лаб 3	Определение содержания $\text{Fe}^{2+}$ в соли Мора методом перманганатометрии	3	4	10	-	Отчет по лабораторной работе № 3
	Ср 3	Изучение тем модуля Кинетические методы. Биохимические методы. Ферментативные индикаторные реакции. Фермент-субстратные комплексы. Биосенсоры. Иммуоферментный анализ. Радиоиммунологический анализ. Подготовка к зачету	3	108		-	
	ПА	Промежуточная аттестация	3	0,25		-	Вопросы к зачету
	Контроль	Зачет	3	3,75			Вопросы к зачету

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Тест итоговый	Итоговое тестирование	3	2	30	-	Тестовые вопросы
<b>Итого:</b>				<b>360</b>	<b>100</b>		
Модуль 1. Оптические методы анализа	Лек 1	Общая характеристика оптических методов. Особенности, области применения, основные приемы	3	2	15		Практическое задание 1
	Лаб 1	Знакомство с принципами работы фотоколориметров и спектрофотометров. Спектрофотометрическое определение содержания вещества методом градуировочного графика	3	2	10		Отчет по лабораторной работе №1
	Ср 1	Изучение тем модуля: Эмиссионный спектральный анализ Абсорбционная спектроскопия Атомно-абсорбционный спектральный анализ Люминесцентный анализ Рентгеноспектральные методы анализа ИК-спектроскопия КР-спектроскопия Рефрактометрия ЯМР, ЭПР, ЯКР, масс-спектрометрия. Подготовка к отчетам по лабораторным занятиям	3	53			



Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2. Электрохимические методы анализа	Лек 2	Электрохимические методы анализа.	3	2	15		Практическое задание 2
	Ср 2	Изучение модуля, подготовка к отчетам по лабораторным занятиям	3	53			
	Лаб 2	Потенциометрическое и кондуктометрическое титрование	3	2	10		Отчет по лабораторной работе № 2
Модуль 3. Методы разделения и концентрирования	Лек 3	Теоретические основы хроматографии	3	3	10		Практическое задание 3
	Ср 3	Изучение тем лекционных занятий, подготовка к отчетам по лабораторным и практическим занятиям, итоговому тестированию	3	51			
	Лаб 3	Высокоэффективная жидкостная хроматография	3	2	10		Отчет по лабораторной работе № 3
	ПА	Промежуточная аттестация (экзамен)	3	0,35			Вопросы к экзамену

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Контроль	Экзамен	3	8,65			Вопросы к экзамену
	ИТ	Итоговое тестирование	3	2	30	-	Тестовые вопросы
<b>Итого:</b>				<b>180</b>	<b>100</b>		

**Схема расчета итогового балла «(Сумма + Т)»** - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе + сумма баллов по всем промежуточным тестам по курсу

## **5. Образовательные технологии**

При реализации дисциплины используется сетевая технология - изучение курса посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Самостоятельная работа – это совокупность всей самостоятельной деятельности студентов, как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий.
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания – консультации по учебным вопросам и при выполнении творческих и индивидуальных заданий.
- в виде внеаудиторной самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов предполагает более углубленное освоение материала лабораторных занятий, отдельных вопросов материала курса, выносимых на самостоятельное изучение, а также творческих заданий, связанных с образовательной и научной исследовательской деятельностью.

Целевые направления самостоятельной работы студентов:

1. Для овладения и углубления знаний:
  - конспектирование текста;
  - составление тезауруса;
  - ознакомление с нормативными документами;
  - создание презентации.
2. Для закрепления знаний:
  - работа с конспектом лекции;
  - повторная работа с учебным материалом;
  - составление плана ответа;
  - составление различных таблиц.
3. Для систематизации учебного материала:
  - подготовка ответов на контрольные вопросы;
  - подготовка сообщения, доклада, реферата;
  - тестирование;
  - составление инструкции и памятки.
4. Для формирования практических и профессиональных умений.
  - решение задач и упражнений по образцу;
  - решение ситуативных и профессиональных задач;

Средства обучения:

- дидактические средства, которые могут быть источником самостоятельного приобретения знаний (первоисточники, документы, сборники задач и упражнений, журналы и газеты, учебные фильмы, карты, таблицы);
- технические средства, при помощи которых предъявляется учебная информация (компьютеры, аудио - видеотехника);
- средства, которые используют для руководства самостоятельной деятельностью студентов (инструктивно - методические указания, карточки с дифференцированными заданиями для организации индивидуальной и групповой работы, карточки с алгоритмами выполнения заданий).

## **Семестр 3. Модуль 1. Основные понятия аналитической химии. Качественный анализ**

### **Темы лекций:**

Аналитическая химия, её задачи и методы. Виды анализа. Этапы анализа  
Описание химического равновесия в гомогенных реакциях. Активность. Коэффициент активности  
Растворы гидролизующихся солей. Буферные системы.  
Равновесия в растворах комплексных соединений.  
Окислительно-восстановительные реакции в анализе

Равновесия в гетерогенных системах. Произведение растворимости. Факторы, влияющие на растворимость осадка. Условия образования осадка

### **Лабораторные работы**

Качественные реакции катионов 1-3 аналитических групп  
Контрольная задача по определению смеси катионов 1-3 аналитических групп  
Качественные реакции катионов 4-6 групп  
Контрольная задача по анализу смеси катионов 4-6 групп  
Качественные реакции анионов.  
Анализ солей

По результатам изучения модуля студенты должны знать задачи аналитической химии, различать понятия «метод» и «методика», знать классификации методов анализа, подходы к описанию равновесия в растворах сильных и слабых электролитов, гидролизующихся солей, буферных систем, комплексных и нерастворимых соединений, проводить расчеты в растворах таких соединений. По результатам выполнения лабораторных работ студенты должны получить представления о методах качественного анализа, знать кислотно-основную классификацию катионов, классификацию анионов, быть способными провести анализ солей методами «мокрой» химии.

## **Семестр 3. Модуль 2. Количественный анализ. Гравиметрия. Титриметрические методы**

### **Темы лекций:**

Классификация методов количественного анализа. Химические методы анализа. Гравиметрия. Титриметрический анализ. Расчеты в титриметрии. Кривые титрования  
Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации). Индикаторы кислотно-основного титрования  
Редоксиметрия. Индикаторы метода. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Йодометрия.  
Методы комплексометрического титрования. Индикаторы. Практическое применение.  
Методы осадительного титрования

### **Лабораторные работы:**

Стандартизация раствора гидроксида натрия.  
Определение неизвестного количества соляной и фосфорной кислот  
Определение содержания при совместном присутствии щелочи и соды.  
Перманганато- и дихроматометрия.  
Комплексометрическое титрование.  
Осадительное титрование  
Гравиметрия

По результатам изучения модуля студенты должны знать основные положения, термины и приемы титриметрического анализа, способы выражения концентрации в титриметрии, уметь рассчитывать нормальную концентрацию и титр раствора, проводить расчеты результатов анализа при прямом, обратном и заместительном титровании, оценивать индикаторные ошибки, знать области применения кислотно-основного, комплексометрического, окислительно-восстановительного и осадительного титрования, их достоинства и недостатки.

## **Семестр 3. Модуль 3. Количественный анализ. Другие методы количественного анализа**

### **Темы лекций:**

Биохимические методы. Ферментативные индикаторные реакции. Фермент-субстратные комплексы. Биосенсоры. Иммуноферментный анализ. Радиоиммунологический анализ.  
Термические методы. Прямые термические методы анализа. Энтальпиметрия (калориметрия), термический анализ, термогравиметрия, катарометрия. Газовольнометрический анализ. Особенности и способы выполнения. Применение газовольнометрических методов в органическом элементном анализе

После изучения темы студенты должны знать суть указанных методов анализа. Их достоинства и недостатки, области практического применения.

### **Семестр 3. Модуль 1. Оптические методы анализа**

**Темы лекционных занятий:** Общая характеристика спектроскопических методов анализа. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия в УФ- и видимой области. ИК-спектроскопия. Эмиссионные спектроскопические методы анализа. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Люминесцентная спектроскопия. Другие спектральные и оптические методы.

**Темы лабораторных занятий:** Спектрофотометрическое определение содержания вещества методом добавок. Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии в растворе. Ионообменное разделение железа и меди и их фотометрическое определение. Рефрактометрическое определение содержания вещества методом градуировочного графика.

**Темы практических занятий:** Решение типовых задач по эмиссионному анализу  
Решение типовых задач по абсорбционной спектроскопии  
Нефелометрия и турбидиметрия, люминесцентный анализ  
Спектры ИК  
Спектры ЯМР  
Масс-спектрометрия  
Контрольная работа по спектрам ИК, ЯМР и масс-спектрометрии

**Изучив данный модуль студент должен:** сформировать основные представления об оптических методах анализа, их возможностях, ограничениях и областях применения.

**Знать:** спектры излучения, источники излучения, виды оптических методов анализа

**Уметь:** оценивать возможности каждого метода, выбрать подходящий под задачу метод исследования

**Владеть:** методиками спектрофотометрического и ИК-исследования, навыками обработки полученных результатов анализа

#### **Методические рекомендации по изучению темы:**

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Сформировать понимание основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.

Ответить на контрольные вопросы:

Назовите основные оптические методы качественного и количественного анализа.

От чего зависит интенсивность и ширина спектральных линий?

Как проводят качественный и количественный анализ в эмиссионной спектроскопии?

Оптическая схема спектрометра. УФ- и видимые области спектра.

Запишите основной закон светопоглощения. Назовите ограничения и условия применимости закона Бугера - Ламберта - Бера.

В чем заключается методом градуировочного графика? Метод добавок? Метод двух стандартов?

Рефрактометрические методы анализа. Показатель преломления.  
Что такое удельная и молярная рефракция?  
Определение молярной рефракции твердого вещества в растворе.  
Количественный рефрактометрический анализ. Анализ смеси веществ.

### **Семестр 3. Модуль 2. Электрохимические методы анализа**

**Темы лекционных занятий:** Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия. Потенциометрический метод анализа. Кулонометрический метод анализа. Вольтамперометрический метод анализа.

**Темы лабораторных занятий:** Определение содержания вещества методом потенциометрического титрования. Определение содержания вещества методом кулонометрического титрования.

**Темы практических занятий:** Решение типичных задач по кулонометрии и кондуктометрии

Потенциометрические методы  
Полярография и амперометрия

**Изучив данный модуль студент должен:** сформировать основные представления об электрохимических методах анализа, их возможностях, ограничениях и областях применения.

**Знать:** основы электрохимических методов анализа, законы и уравнения методов, возможности их практического применения

**Уметь:** оценивать возможности каждого метода, выбирать подходящий под задачу метод исследования

**Владеть:** методиками потенциометрического, кондуктометрического исследования, навыками обработки полученных результатов анализа

#### **Методические рекомендации по изучению темы:**

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Сформировать понимание основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.

Ответить на контрольные вопросы:

1. На чем основан метод потенциометрии? Запишите уравнение Нернста.
2. Приведите классификацию электродов. Примеры электродов в потенциометрии.
3. На чем основан метод кулонометрии? Сформулируйте закон Фарадея
4. Что измеряют в кондуктометрии? Какие законы и положения этого метода вам известны?
5. Что такое полярография? Что такое вольтамперометрическое титрование?
6. В чем суть метода амперометрии?

### **Семестр 3. Модуль 3. Методы разделения и концентрирования**

**Темы лекций:** Теоретические основы хроматографии. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография. Отдельные виды жидкостной хроматографии

**Темы лабораторных занятий:** Методы газовой и жидкостной хроматографии. ИСХ

**Темы практических занятий:** Решение задач по теме «Хроматографические методы анализа». Контрольная работа по теме

**Изучив данный модуль, студент должен:** сформировать представление о состоянии современного газохроматографического анализа, его возможностях, основных направлениях и тенденциях развития.

**Знать:**

- теоретические основы газовой хроматографии, основные методы качественного и количественного хроматографического анализа;
- аппаратное оформление газохроматографического процесса

**Уметь:**

- определять основные характеристики хроматографического процесса из хроматограммы; интерпретировать экспериментальные результаты
- подбирать оптимальные условия проведения хроматографического разделения

**Владеть:**

- методиками поиска подходящего варианта разделения веществ; способами оценки погрешности физико-химического эксперимента
- навыками работы на современном хроматографическом оборудовании.

**Методические рекомендации по изучению темы**

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Сформировать понимание физико-химических процессов удерживания сорбатов различного строения на различных по природе неподвижных фазах
- Ответить на контрольные вопросы:
  1. Дайте определение хроматографии.
  2. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения.
  3. Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?
  4. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
  5. Что такое индексы удерживания? Какие системы индексов удерживания используют в хроматографии (преимущественно в газовой)?
  6. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.
  7. Сравните два режима разделения в газовой хроматографии – изотермический и программирование температуры.
  8. Перечислите детекторы в газовой хроматографии.
  9. Перечислите особенности и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).
  10. Какие варианты метода используют в аналитической практике?
  11. Какие сорбенты используют в ВЭЖХ? Каким требованиям они должны отвечать?
  12. Почему наиболее популярные сорбенты в ВЭЖХ – силикагель и, особенно, модифицированные силикагели? Как проводят модификацию силикагеля?
  13. Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
  14. Как подбирают состав подвижной фазы в жидкостной хроматографии?

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ОПК-1	Отчеты по лабораторным работам 1-17 Вопросы банка тестовых заданий Вопросы к зачету Расчетные задачи 1-25
3	ОПК-1	Отчеты по лабораторным работам 1-17 Вопросы банка тестовых заданий Вопросы к экзамену Расчетные задачи 1-26

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Практические задания

(наименование оценочного средства)

#### Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

#### Практическое задание № 1 по теме «Способы выражения концентрации»

##### Вариант 1

1. Определить массовую долю и молярную концентрацию серной кислоты в ее водном растворе, имеющим плотность при 20 °С 1.070 г × см<sup>-3</sup>.
2. В лаборатории имеется концентрированная 96 %-ная серная кислота. Какую навеску кислоты необходимо взять для приготовления 2 л 0.5 н. раствора?
3. Определить pH 0.1 М раствора гидроксида натрия.

##### Вариант 2

1. Определить молярную и молярную концентрацию азотной кислоты в ее водном растворе, имеющим плотность при 20 °С 1.120 г × см<sup>-3</sup>.
2. В лаборатории имеется концентрированная 37 %-ная соляная кислота. Какую аликвоту кислоты необходимо взять для приготовления 2 л 0.5 н. раствора?
3. Определить pH 0.1 н. раствора серной кислоты.

##### Вариант 3

1. Какую навеску кристаллогидрата щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  необходимо взять для приготовления 0.5 л 0.1 М раствора.
2. В лаборатории имеется концентрированная 96 %-ная серная кислота. Какую навеску кислоты необходимо взять для приготовления 2 л 0.1 н. раствора?
3. Определить pH 0.1 М 1 %-го раствора азотной кислоты.

#### Критерии оценки:

Практическое задание оценивается в 15 баллов. Каждое задание содержит 3 задачи, задача оценивается максимум в 5 балла. 5 баллов – задача решена верно, 3-4 балла - в решение есть небольшие неточности или математические ошибки в расчете, 2 балла – задача решена не полностью, 1 балл – записаны общие формулы для решения задачи, но задача не решена.



## Практическое задание № 2 по теме «Количественный анализ. Титриметрия»

### Вариант 1

1. Рассчитайте массовую долю оксида азота (V) в образце, если навеска его в 8,0000 г растворена в мерной колбе на 250 мл, на нейтрализацию 20 мл этого раствора затрачивается 12,20 мл 0,1902 М раствора гидроксида натрия.

2. 0,1 М раствор хлороводородной кислоты нейтрализован раствором гидроксида натрия на 80%. Вычислите рН раствора.

3. К смеси, содержащей избыток иодида и иодата калия, добавили 25,00 мл раствора серной кислоты. Выделившийся иод оттитровали 21,35 мл 0,2513 М раствора тиосульфата натрия. Вычислите титр серной кислоты по гидроксиду натрия.

4. Вычислите массовые доли карбоната кальция и карбоната магния в известняке, если после растворения 1,0000 г пробы и соответствующей обработки, объем раствора довели водой до 100,00 мл и на титрование 20,00 мл его для определения суммы кальция и магния затратили 19,25 мл 0,05140 М раствора ЭДТА, а на титрование магния израсходовали 6,26 мл того же раствора ЭДТА.

5. Вычислите индикаторную погрешность титрования 0,01 М раствора гидроксида аммония 0,01 М раствором соляной кислоты с тимолфталеином ( $pT = 10$ )

### Критерии оценки:

Практическое задание оценивается в 15 баллов. Каждое задание содержит 3 задачи, задача оценивается максимум в 5 балла. 5 баллов – задача решена верно, 3-4 балла - в решение есть небольшие неточности или математические ошибки в расчете, 2 балла – задача решена не полностью, 1 балл – записаны общие формулы для решения задачи, но задача не решена.

## Практическое задание по теме «Инструментальные методы анализа»

(наименование оценочного средства)

### Типовой пример заданий

#### Вариант 1.

1. *Абсорбционная спектроскопия.* Определить оптическую плотность растворов, коэффициент пропускания которых равен а) 78,5%; б) 0,087.
2. *Атомно-абсорбционный анализ.* Животную ткань массой 0,18 г сожгли в муфельной печи, к остатку, растворенному в HCl добавили раствор соли лантана до 6,00 мл (устранение влияния ионов  $PO_4^{3-}$ ). Отобрали четыре аликвоты равного объема, к трем из которых добавили стандартный раствор соли кальция. Концентрации добавок составили 2,0; 4,0 и 8,0 мкг/мл Ca. Определите концентрацию кальция в мг на кг животной ткани графическим способом по методу добавок, если получены следующие значения оптической плотности:  $A_{x/2} = 0,050$ ;  $A_{(x+c1)/2} = 0,116$ ;  $A_{(x+c2)/2} = 0,185$ ;  $A_{(x+c3)/2} = 0,320$ .
3. *Кондуктометрия.* При определении содержания кислорода в органических соединениях, его количественно переводят в углекислый газ, который затем поглощается раствором щелочи, находящимся в электролитической ячейке. О содержании углекислого газа (а значит и кислорода) судят по уменьшению электрической проводимости раствора щелочи. Для стандартных растворов с известным содержанием кислорода уменьшение проводимости составило:

мо <sub>2</sub> в образце, мкг .....	200	400	600	800	1000
$\Delta \kappa \cdot 10^6$ , См.....	80	150	220	285	355

Методом абсолютной градуировки определите процентное содержание кислорода в образце соединения массой 2,299, если для него уменьшение проводимости составило  $300 \cdot 10^6$  См.

4. *Потенциометрия.* Постройте интегральную и дифференциальную кривые титрования 10,00 мл раствора уксусной кислоты раствором 0,1000 М КОН по следующим результатам титрования:

V <sub>кон</sub> , мл ...	10,00	13,00	14,00	14,50	14,90	15,00	15,10	15,50	16,00
pH.....	5,05	5,56	5,88	6,19	6,92	8,82	10,59	11,29	11,58

Определите молярную концентрацию раствора уксусной кислоты.

5. *Полярография и амперометрия.* Начертите поляризационную кривую и охарактеризуйте ее отдельные участки. Приведите уравнение полярографической волны. Используя справочные данные, предложите подходящие условия (потенциал, фоновый электролит) для полярографического определения компонентов смеси Ni<sup>2+</sup> и Zn<sup>2+</sup>.

### Критерии оценки:

За задание можно заработать 15 баллов. Каждая задача оценивается максимум в 3 балла.

### 7.2.2. Типовые задания итогового тестирования СДО Росдистант

Под химическим составом веществ понимается состав

Выберите один ответ:

- ☐ элементный, молекулярный и фазовый
- ☐ только фазовый
- ☐ только молекулярный
- ☐ только элементный

Элементным анализом называют определение

Выберите один ответ:

- ☐ отдельных элементов в анализируемом веществе и молекулярной массы вещества
- ☐ молекулярной массы анализируемого вещества
- ☐ отдельных элементов в анализируемом веществе
- ☐ функциональных групп в анализируемом веществе

Количественным анализом называют методы и реакции, при помощи которых устанавливают,

Выберите один ответ:

- ☐ какие количества ионов (элементов) в анализируемом образце

- ☐ какие молекулы входят в состав анализируемого вещества
- ☐ какова структура анализируемого вещества
- ☐ какие ионы (элементы) входят в состав анализируемого вещества

Аналитическая химия - это наука о

Выберите один ответ:

- ☐ принципах, способах и методах определения только химического состава химических соединений
- ☐ принципах, способах и методах определения только структуры химических соединений
- ☐ принципах, способах и методах определения химического состава и структуры химических соединений
- ☐ механизме и кинетике протекания химических реакций

### Тест по второй части курса

Аналитический сигнал – это величина, функционально связанная

Выберите один ответ:

- ☐ с объемом определяемого компонента
- ☐ с цветом определяемого компонента
- ☐ с содержанием определяемого компонента
- ☐ с температурой определяемого компонента

Преимуществами инструментальных методов анализа по сравнению с классическими химическими являются

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ высокая чувствительность
- ☐ низкий предел обнаружения
- ☐ малая предельная определяемая концентрация
- ☐ высокая избирательность

Для сравнения двух методов по воспроизводимости используют

Выберите один ответ:

- ☐ критерий Фишера
- ☐ критерий Стьюдента
- ☐ метод Фаянса
- ☐ функцию Госсета

### 7.2.3 Отчеты по лабораторным работам

#### Лабораторная работа 1 «Определение массовой доли аммиака в солях аммония методом замещения»

**Цель работы:** освоить методику выполнения титриметрического анализа, определить массовую долю аммиака в соли аммония методом заместительного титрования.

#### **Порядок запуска ВЛР:**

1. Получите доступ к виртуальному рабочему столу. Инструкция по доступу прилагается к заданию в курсе.

2. Откройте на виртуальном рабочем столе папку «**Лабораторные работы**», выберите папку «ВЛК «Аналитическая химия»», в ней – папку «2. Определение массовой доли аммиака в солях аммония». Откройте ее.

3. Запустите двойным щелчком файл **Лабораторная установка**, откроется окно ВЛР (рис. 1.1), основными элементами которого являются:

- информационная панель с тремя вкладками и кнопкой сворачивания;
- этапы лабораторной работы (0–4);
- лабораторная установка.

**Информационная панель** состоит из трех вкладок (в верхней части панели):

- информация о программе;
- порядок работы с установкой;
- методические указания.

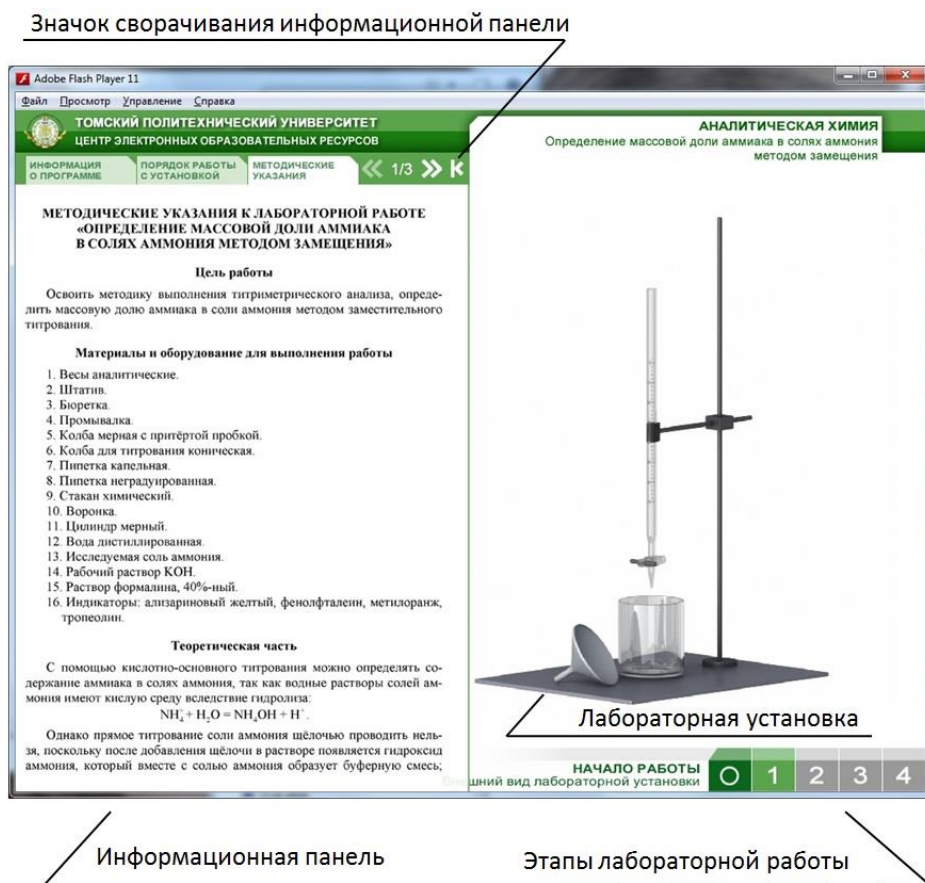
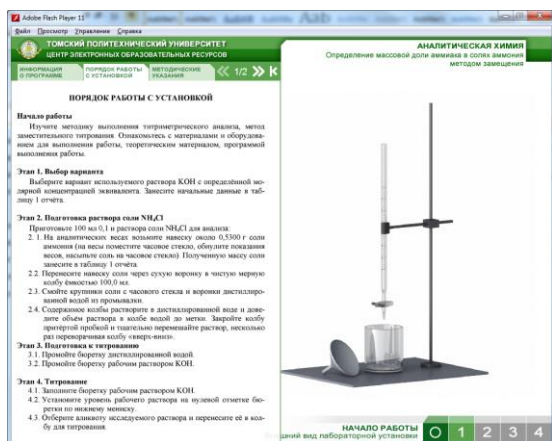


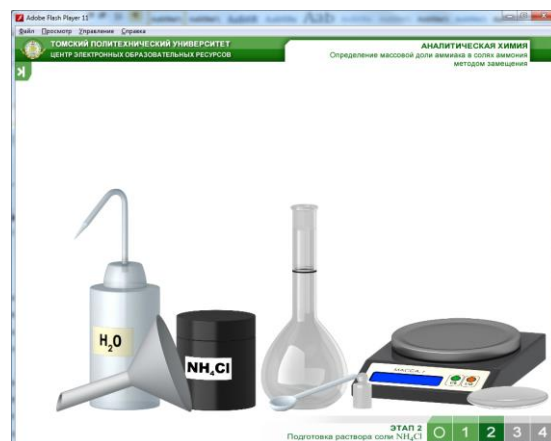
Рис. 1.1. Интерфейс ВЛР

Вкладка «*Порядок работы с установкой*» содержит описание всех четырех этапов ВЛР. Переключение между этапами производится с помощью блока пронумерованных кнопок, расположенных в правом нижнем углу окна программы. Недоступные этапы обозначены серым цветом, доступные – светло-зеленым цветом, активный этап – темно-зеленым цветом.

Управление *Лабораторной установкой* производится при помощи мыши. Все активные элементы лабораторной установки подсвечены цветными маркерами. Чтобы развернуть на все поле окно *Лабораторной установки*, надо нажать на *Значок сворачивания информационной панели* (см. рис. 1.1, 1.2). Повторное нажатие вернет информационную панель на место.



а)



б)

Рис. 1.2. Окно ВЛР:

а – с развернутой информационной панелью; б – со свернутой информационной панелью

## Материалы и оборудование для выполнения работы

1. Весы аналитические.
2. Штатив.
3. Бюретка.
4. Промывалка.
5. Колба мерная с притертой пробкой.
6. Колба для титрования коническая.
7. Пипетка капельная.
8. Пипетка неградуированная.
9. Стакан химический.
10. Воронка.
11. Цилиндр мерный.
12. Вода дистиллированная.
13. Исследуемая соль аммония.
14. Рабочий раствор КОН.
15. Раствор формалина, 40%-ый.
16. Индикаторы: ализариновый желтый, фенолфталеин, метилоранж, тропеолин.

## Методические рекомендации:

1. Изучите следующие разделы виртуальной лабораторной работы:

- информация о программе;
- методические указания;
- порядок выполнения работы.

Не забывайте использовать значки >> и << в верхней части информационной панели, так как не весь текст умещается в окне для прочтения.

2. В соответствии с разделом «Порядок работы с установкой» произведите все манипуляции на виртуальной лабораторной установке (этапы 0–4). Все активные элементы лабораторной установки в нужный момент в качестве подсказки подсвечены цветными маркерами при наведении на них курсора мыши.

3. Внести начальные данные в табл. 1.1 в Бланке выполнения лабораторной работы.

4. Результаты измерений скопировать и занести в табл. 1.2 в Бланке.

5. Используя уравнения 1–4 в Бланке выполнения лабораторной работы, рассчитать среднее значение объема израсходованного титранта ( $\bar{V}(\text{KOH})$ , мл), массу хлорида аммония ( $m$ , г), массовую долю аммиака  $\omega(\text{NH}_3)$ , %, относительную погрешность результата определения ( $\epsilon_{\text{отн}}$ , %). Результаты расчетов занести в табл. 1.2.

6. Ответить на контрольные вопросы.

7. Оформите отчет на Бланке выполнения лабораторной работы и прикрепите его в курс для проверки.

## **Лабораторная работа 2 «Определение содержания $\text{Fe}^{2+}$ в соли Мора методом перманганатометрии»**

**Цель работы:** определить содержание  $\text{Fe}^{2+}$  в растворе соли Мора методом перманганатометрии, оценить случайную погрешность определения.

### **Порядок запуска ВЛР:**

1. Получите доступ к виртуальному рабочему столу. Инструкция по доступу прилагается к заданию в курсе.

2. Откройте на виртуальном рабочем столе папку «**Лабораторные работы**», выберите папку «ВЛК «Аналитическая химия»», в ней – папку «3. Определение содержания Fe (II) в соли Мора». Откройте ее.

3. Запустите двойным щелчком файл **Лабораторная установка**, откроется окно ВЛР (рис. 2.1), основными элементами которого являются:

- информационная панель с тремя вкладками и кнопкой сворачивания;
- этапы лабораторной работы (0–4);
- лабораторная установка.

**Информационная панель** состоит из трех вкладок (в верхней части панели):

- информация о программе;
- порядок работы с установкой;
- методические указания.

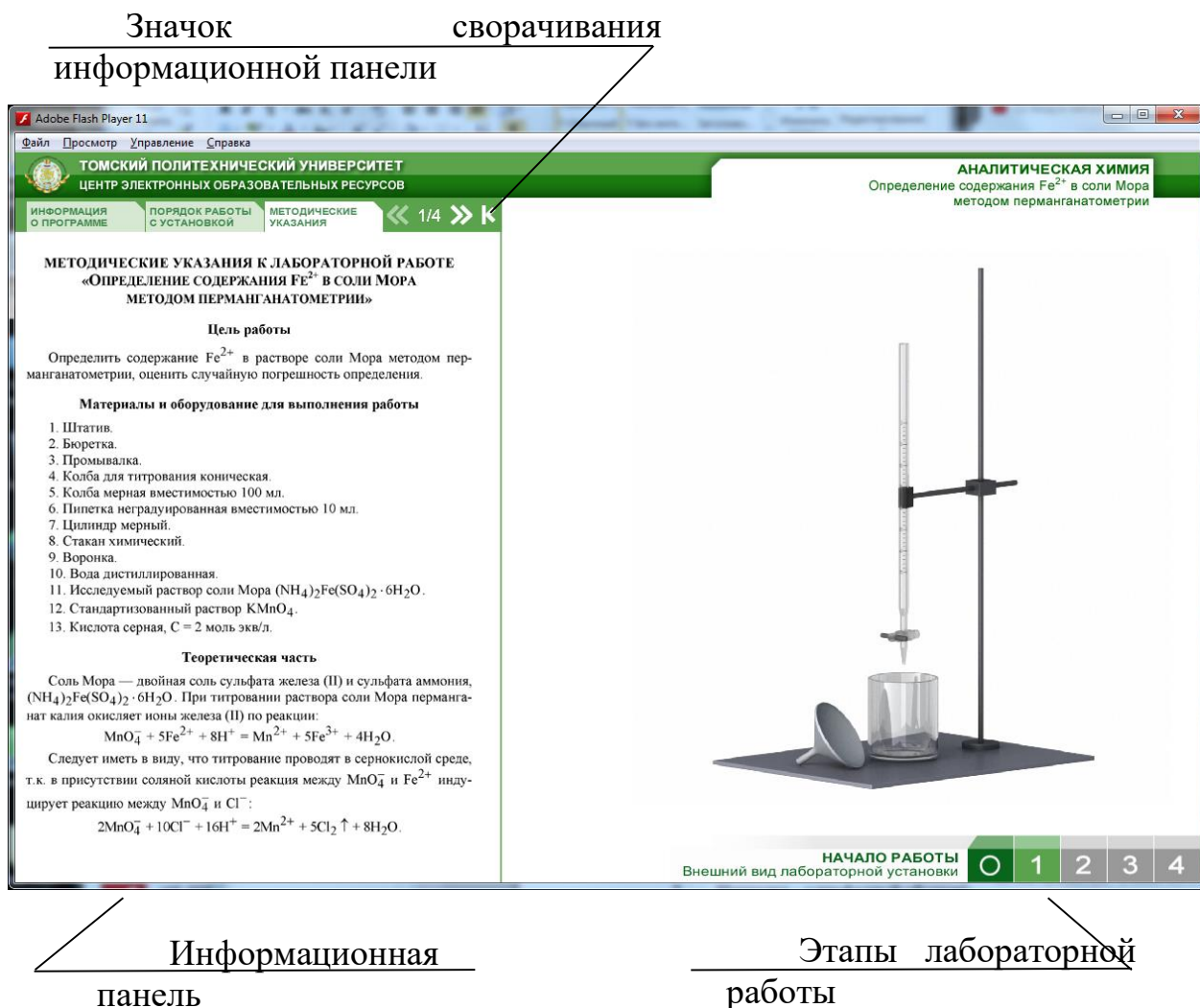


Рис. 2.1. Интерфейс ВЛР

Вкладка «**Порядок работы с установкой**» содержит описание всех четырех этапов ВЛР. Переключение между этапами производится с помощью блока пронумерованных кнопок, расположенных в правом нижнем углу окна программы. Недоступные этапы обозначены серым цветом, доступные — светло-зеленым цветом, активный этап — темно-зеленым цветом.

Управление **Лабораторной установкой** производится при помощи мыши. Все активные элементы лабораторной установки подсвечены цветными маркерами. Чтобы



развернуть на все поле окно *Лабораторной установки*, надо нажать на *Значок сворачивания информационной панели* (см. рис. 2.1, 2.2). Повторное нажатие вернет информационную панель на место.

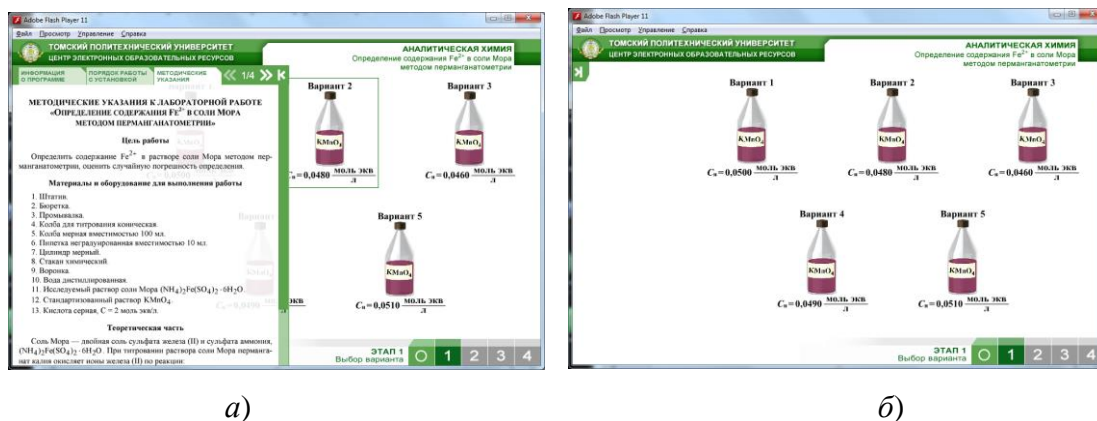


Рис. 2.2. Окно ВЛР:

*а* – с развернутой информационной панелью; *б* – со свернутой информационной панелью

### Материалы и оборудование для выполнения работы

1. Штатив.
2. Бюретка.
3. Промывалка.
4. Колба для титрования коническая.
5. Колба мерная вместимостью 100 мл.
6. Пипетка неградуированная вместимостью 10 мл.
7. Цилиндр мерный.
8. Стакан химический.
9. Воронка.
10. Вода дистиллированная.
11. Исследуемый раствор соли Мора  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .
12. Стандартизованный раствор  $\text{KMnO}_4$ .
13. Кислота серная,  $C = 2$  моль экв/л.

### Методические рекомендации:

1. Изучите следующие разделы виртуальной лабораторной работы:
  - информация о программе;

- методические указания;
- порядок выполнения работы.

Не забывайте использовать значки >> и << в верхней части информационной панели, так как не весь текст уместается в окне для прочтения.

2. В соответствии с разделом «Порядок работы с установкой» произведите все манипуляции на виртуальной лабораторной установке (этапы 0–4). Все активные элементы лабораторной установки в нужный момент в качестве подсказки подсвечены цветными маркерами при наведении на них курсора.

3. Внесите начальные данные в табл. 2.1 в Бланке выполнения лабораторной работы.

4. Результаты измерений скопируйте и занесите в табл. 2.2 в Бланке.

5. Используя уравнения (2.1), (2.2), рассчитать по результатам каждого из параллельных определений массу  $\text{Fe}^{2+}$  ( $m$ , г), среднее арифметическое значение массы  $\bar{m}(\text{Fe}^{2+})$ , г. Результаты расчетов занесите в табл. 2.2.

6. Для оценки воспроизводимости полученных результатов обработать их методом математической статистики. Используя уравнения (2.3), (2.4), (2.5), рассчитать стандартное отклонение среднего арифметического  $S_{\bar{m}}$ , абсолютное отклонение  $\varepsilon$ , относительную погрешность результата определения ( $\varepsilon$ , %). Результаты расчетов занести в табл. 2.3.

7. Результат определения представить в виде доверительного интервала ( $\bar{m} \pm \varepsilon$ ), г.

Таблица 2.3

Пример расчета

№ п.п.	$m_i$	$\bar{m}$	$\bar{m} - m_i$	$(\bar{m} - m_i)^2$	$S_{\bar{m}}$	$\varepsilon$	$(\bar{m} \pm \varepsilon)$
1	0,2032	0.2123	0.0091	$0.83 \cdot 10^{-4}$	$0.44 \cdot 10^{-2}$	0.0140	$(0.2123 \pm 0.0140)$
2	0,2240		– 0.0117	$1.37 \cdot 10^{-4}$			
3	0,2135		– 0.0012	$0.01 \cdot 10^{-4}$			
4	0,2085		0.0038	$0.14 \cdot 10^{-4}$			
$\Sigma$	0,8492			$2.35 \cdot 10^{-4}$			

$$S_{\bar{m}} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{m} - m_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{2,35 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 3}} = 0.44 \cdot 10^{-2} \text{ г.}$$

$$t_{0,95;3} = 3,18$$

$$\varepsilon = t_{0,95;n-1} \cdot S_{\bar{m}} = 3,18 \cdot 0.44 \cdot 10^{-2} = 0.0140 \text{ г.}$$

Доверительный интервал

$$(\bar{m} \pm \varepsilon) = (0.2123 \pm 0.0140) \text{ г.}$$

### Критерии оценки:

За каждую лабораторную работу можно получить по 10 баллов. 2 балла ставится за общее оформление работы, по 5-балльной системе оценивается расчет по работе и 3 – за ответы на контрольные вопросы.

#### 7.2.4 Темы письменных работ

Планом не предусмотрены

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр \_\_3\_\_

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Укажите способы выражения концентрации растворов.
2	Рассчитайте титр 0.050 М раствора едкого натра и титр едкого натра по серной кислоте.
3	Укажите взаимосвязь между титром раствора и его молярностью, нормальностью.
4	Приготовление растворов с концентрацией: моль/л., моль-экв./л, г/л, % (масс.), % (объем.).
5	Каким требованиям должен соответствовать стандартный раствор? Способы приготовления стандартных растворов.
6	При смешении одно молярных водных растворов хлористого натрия и хлористого калия изменится ли концентрация ионов в полученном растворе? Если да, то как?
7	Рассчитайте ионную силу децимолярного и сантимольярного водных растворов серной кислоты.
8	Сравните коэффициенты активностей ионов водорода в 0.050 М и 0.0020 М растворах серной кислоты. Вычислите активную концентрацию ионов водорода и величину pH.
9	Вычислите активную концентрацию ионов водорода в 0.020 М водных растворах хлороводородной и уксусной кислот.
10	Приведите примеры сильных и слабых электролитов. Дайте пояснения.
11	Сравните силу муравьиной и ортофосфорной кислот в водном растворе при концентрации 0.10 моль-экв/л.
12	Сравните силу оснований в водных растворах: 0.050 М КОН и 0.050 М NH <sub>4</sub> ОН.
13	Вычислите величину pH 0.010М водного раствора NH <sub>4</sub> Cl, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ОН (фенол).
1	Кисотно-основное равновесие. Расчет величин pH для слабых кислот.
15	Кисотно-основное равновесие. Расчет величин pH для слабых оснований.
16	Кисотно-основное равновесие. Расчет величин pH для солей, которые гидролизуются в водных растворах.
17	Буферные системы. Механизм их действия. Буферная емкость.
18	Кисотно-основное равновесие. Расчет величин pH для сильных и слабых кислот.
19	Основные понятия в титриметрии. Способы титрования. Классификация титриметрических методов анализа. Кривые титрования. Индикаторные системы.
20	Расчет результатов титриметрического анализа. Погрешность титриметрического анализа.
21	Кисотно-основное титрование. Типы кривых титрования. Определение конечной точки титрования (КТТ).
22	Выбор индикатора и индикаторные погрешности.
23	Построить кривую титрования 20.0 мл 0.10 М муравьиной кислоты 0.10 М раствором КОН. Выбрать индикатор для фиксирования КТТ.

24	Определить тип величину погрешности при титровании 0.10 М муравьиной кислоты 0.10 М раствором едкого натра при использовании индикатора метилового оранжевого.
25	Титрование смесей веществ кислотно-основного характера.
26	Равновесие в системах с комплексными соединениями. Диссоциация комплексных соединений. Константы устойчивости.
27	Константы устойчивости комплексных соединений.
28	Факторы, влияющие на устойчивость комплексов.
29	Комплексонометрическое титрование. Характеристика метода. Титранты. Кривые титрования. Области применения.
30	Условия проведения анализа комплексонометрии. Индикаторы в комплексонометрии и индикаторные ошибки.
3	Трилонометрия. Титрант, его стандартизация. Условия проведения анализа. Области применения.
32	Дифференцированное комплексонометрическое титрование смесей веществ.
33	Окислительно-восстановительные системы. Электродные потенциалы.
34	ЭДС системы – критерий оценки направления процесса. Уравнение Гиббса.
35	Факторы, которые влияют на ЭДС системы.
36	Уравнение Нернста. Зависимость величины ЭДС от соотношения концентраций окисленной и восстановленной форм реагента.
37	Электрохимический эквивалент вещества.
38	Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии. Константа равновесия. Пояснить на примере.
39	Окислительно-восстановительное титрование. Классификация методов. Кривые титрования. Определение КТТ.
40	Перманганатометрия. Приготовление и стандартизация титранта. Установочные вещества. Влияние среды на ход реакции.
41	Расчет кривой титрования в перманганатометрии. Определение КТТ. Область применения перманганатометрии.
42	Иодометрия. Условия проведения иодометрических реакций. Приготовление титрантов и их стандартизация. Области применения иодометрического анализа.
43	Иодатометрия. Титрант. Область применения. Способы осуществления анализа. Анализ органических веществ.
44	Броматометрия. Титрант. Условия проведения реакций в броматометрии. Фиксирование точки эквивалентности. Область применения броматометрии.
45	Хроматометрия. Титрант – стандартный раствор дихромата калия. Условия проведения окислительно-восстановительных реакций в хроматометрии. Применение метода для анализа органических веществ.
46	Равновесие в системе осадок – раствор. Произведение растворимости. Основные факторы, влияющие на растворимость малорастворимых соединений.
47	Равновесие в системе осадок – раствор. Растворимость малорастворимых солей.
48	Произведение растворимости. Ионное произведение.
49	Условие образования и растворения осадков.
50	Факторы, влияющие на растворимость малорастворимых солей.
51	Солевой эффект, сущность этого эффекта.
52	Титрование по методу осаждения (осадительное титрование). Классификация методов. Расчетные кривые титрования.
53	Титрование смеси галогенидов методом осаждения. Особенности процесса.
54	Построить кривую титрования 20 мл 0.010 М раствора бромида натрия раствором нитрата серебра той же концентрации. Определить КТТ.
55	Аргентометрия. Приготовление титранта и его стандартизация. Условия проведения реакций в аргентометрии.
56	Индикаторы, применяемые в осадительном титровании. Метод Мора, метод Фаянса, метод Гей-Люсаака, области применения.
57	Основные метрологические характеристики методов анализа.
58	Оценка воспроизводимости результатов измерений.
59	Определение и исключение грубых погрешностей (промахов).

60	Качественный состав веществ (органических и неорганических). Химические способы установления качественного состава вещества.
61	Качественный анализ неорганических веществ, рассмотрите на примере установления состава солей.
62	Назовите классификационные системы катионов.
63	Групповые реагенты в качественном анализе, их роль.
64	Групповые реагенты в качественном анализе катионов по кислотно-основной классификации.
65	Аналитические реакции, требования, которым должны соответствовать аналитические реакции.
66	Качественные реакции катионов. Реакции открытия. Специфические реакции.
67	Открываемый минимум, минимальный объем в качественном анализе.
68	Аналитические группы катионов по кислотно-основной классификации.
69	Составьте схему разделения катионов I, II, III аналитических групп. Запишите соответствующие химические реакции в сокращенном ионном виде.
70	Составьте схему разделения катионов IV, V, VI аналитических групп. Запишите соответствующие химические реакции в сокращенном ионном виде.
71	Составьте схему разделения катионов $K^+$ , $Ba^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Cd^{2+}$ . Запишите соответствующие химические реакции в сокращенном ионном виде.
72	Назовите основные этапы систематического анализа катионов по кислотно-основной классификации.
73	Способы проведения качественного анализа: предварительный анализ, дробный анализ.
74	Напишите уравнения реакций открытия катионов в предварительном анализе.
75	Открытие катионов кальция, стронция, бария каплевой реакцией с родизонатом натрия.
76	Подготовка образца к проведению качественного анализа. Взятие средней пробы.
77	Классификация анионов. Групповые реагенты в качественном анализе анионов.
78	Реакции осаждения в качественном анализе смеси анионов первой группы. Приведите соответствующие уравнения реакций.
79	Приведите схему идентификации солей на примере солей $KCl$ , $NH_4Cl$ , $Al_2(SO_4)_3$ .
80	Функциональный анализ органических соединений. Анализ альдегидов, кетонов.
81	Функциональный анализ органических соединений. Анализ спиртов и органических кислот.
82	Элементный анализ органических веществ. Какой образец принят за стандарт в элементном анализе и почему?

#### Типовые расчетные задания

1	Вычислите равновесные концентрации частиц в растворе, содержащем 0.010 М $Cu^{2+}$ и 1,0 М аммиака.
2	Вычислите концентрации ионов $Hg^{2+}$ в растворе, содержащем 0.10 моль/л $Hg(NO_3)_2$ и 2,0 моль/л $KBr$ .
3	Определите, в каком направлении и с какой интенсивностью пойдут реакции: $Fe^{2+} + Cl_2 = Fe^{3+} + 2Cl^-$ , $Fe^{2+} + Br_2 = Fe^{3+} + 2Br^-$ , $Fe^{2+} + J_2 = Fe^{3+} + 2J^-$ .
4	Напишите константы равновесия для процессов диссоциации следующих веществ: $Zn(NH_3)_4SO_4$ , $H_2C_2O_4$ , $Ca_3(PO_4)_2$ .
5	Вычислите растворимости в воде солей серебра: $AgBr$ , $AgI$ , $Ag_2SO_4$ , $Ag_3PO_4$ .
6	Вычислите, сколько $Na_2CO_3$ потребуется для превращения 0.250 г $BaSO_4$ в 200 мл раствора в $BaCO_3$ на 90%.
7	Вычислите фактор эквивалентности для $KMnO_4$ в реакции с $FeSO_4$ в кислой среде.
8	Рассчитайте титр 0.050 М раствора едкого натра и титр едкого натра по серной кислоте.
9	Приготовление растворов с концентрацией: моль/л., моль-экв./л, г/л, % (масс.), % (объем.).
10	Рассчитайте ионную силу децимолярного и сантимольярного водных растворов серной кислоты.
11	Сравните коэффициенты активностей ионов водорода в 0.050 М и 0.0020 М растворах серной кислоты. Вычислите активную концентрацию ионов водорода и величину pH.

12	Вычислите активную концентрацию ионов водорода в 0.020 М водных растворах хлороводородной и уксусной кислот.
13	При смешении одномолярных водных растворов хлористого натрия и хлористого калия изменятся ли концентрации ионов в полученном растворе? Если да, то как?
14	Сравните силу муравьиной и ортофосфорной кислот в водном растворе при концентрации 0.10 моль-экв./л.
15	Сравните силу оснований в водных растворах: 0.050 М КОН и 0.050 М NH <sub>4</sub> ОН.
16	Вычислите величину pH 0.010 М водного раствора NH <sub>4</sub> Cl, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ОН (фенол).
17	Вычислите концентрацию ионов Hg <sup>2+</sup> в растворе, содержащем 0.10 моль/л Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> и 2,0 моль/л KBr.
18	Рассчитайте величины pH в ацетатном буфере.
19	Рассчитайте величины pH в аммиачном буферном растворе.
20	Рассчитать область скачка титрования 0,01М КОН 0,01М стандартным раствором HCl.
21	Определите тип и величину индикаторной ошибки при титровании 0.10 М муравьиной кислоты 0.10 М раствором едкого натра при использовании индикатора метилового оранжевого.
22	Рассчитайте, какие координаты будет иметь ТЭ при титровании ~ 0.10 М раствора сульфата меди 0.10 М стандартным раствором ЭДТА?
23	Какой объем воды надо добавить к навеске 1.5320 г КОН, чтобы на титрование аликвоты 20.0 мл этого раствора израсходовать 14.70 мл 0.050 М HCl?
24	Определите молярную концентрацию раствора КОН, если на титрование 15.00 мл его израсходовали 18.70 мл раствора HCl с T <sub>(HCl)</sub> 0.002864 г/мл.
25	На реакцию 0.2140 смеси, состоящей из карбонатов кальция и бария, израсходовали 15.00 мл 0.2000 М раствора HCl. Определите массовую долю (%) CaCO <sub>3</sub> и BaCO <sub>3</sub> в смеси.

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Сформулируйте цели и задачи аналитической химии. Поясните, что собой представляет аналитический цикл, на каком этапе исследования он разрабатывается?
2.	В чем состоит информативность метода анализа? Приведите примеры.
3.	Что включает в себя общая методология решения аналитических задач?
4.	Поясните, в чем суть аналитического подхода для решения аналитической задачи?
5.	Стандарты для процедур и измерений в аналитической лаборатории.
6.	Обозначьте будущие пути развития аналитической химии.
7.	Аналитические характеристики. Предел обнаружения вещества. Предельное разбавления
8.	Дайте определение абсолютной и относительной, случайной и систематической ошибкам.
9.	Поясните на примерах, что характеризует правильность и воспроизводимость измерений.
10.	Назовите способы осуществления титриметрических методов анализа и запишите расчетные формулы для обработки результатов эксперимента..
11.	Фиксирование КТТ в кислотно—основном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.
12.	Охарактеризуйте индикаторные ошибки в кислотно — основном титровании, их количественную величину?
13.	Фиксирование КТТ в окислительно - восстановительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.
14.	Фиксирование КТТ в комплексонометрическом титровании, принцип действия металлоиндикаторов.
15.	Фиксирование КТТ в осадительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.
16.	Рассмотрите расчетные формулы в титриметрии при прямом, обратном титровании и . при титровании по замещению.

№ п/п	Вопросы к экзамену
17.	Метрологические характеристики химического анализа. Регрессивный анализ. Определение параметров линейных уравнений.
18.	Расчет линейного градуировочного графика $y = bx$ .
19.	Расчет линейного градуировочного графика $y = a + bx$ . Оценка значимости коэффициента $a$ .
20.	Сравнение двух средних. Критерий Фишера
21.	Определение наличия грубых промахов при анализе экспериментальных данных.
22.	Теоретические основы эмиссионной спектроскопии. Атомные спектры. Источники возбуждения.
23.	Количественный анализ. Интенсивность спектральных линий. Уравнение Ломакина - Шайбе..
24.	Методы трех эталонов, одного эталона, их применение в количественном анализе. Поясните на примерах.
25.	Абсорбционная спектроскопия. В чем сущность колориметрического, фотометрического и спектрофотометрического методов анализа?
26.	Назовите основные узлы приборов для анализа по светопоглощению. Каково назначения каждого из этих узлов?
27.	Назвать особенности спектрофотометрии в ультрафиолетовой области спектра.
28.	Качественный и количественный анализ в спектрофотометрическом методе.
29.	Закон Ламберта – Бугера – Бера. Ограничения и условия применимости закона
30.	Спектрофотометрический анализ объектов сложного состава. Рассмотрите на примере определения никеля и железа в стали ( можно другие объекты)
31.	Применение метода градуировочного графика и метода добавок в количественном анализе.
32.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем .титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и титрант не поглощают, а продукт реакции поглощает.
33.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем .титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент поглощает, а титрант и продукт реакции не поглощают.
34.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем .титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и продукт реакции не поглощают, а титрант поглощает.
35.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем .титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и титрант поглощают, а продукт реакции не поглощает свет..
36.	ИК-спектроскопия. На чем основан качественный анализ по поглощению в инфракрасной области спектра?
37.	Что такое функциональные группы? Как проводят идентификацию функциональных групп с помощью ИК-спектра?
38.	Кондуктометрический анализ. Удельная и эквивалентная электрическая проводимость, их взаимосвязь.
39.	Укажите, какие факторы влияют на электрическую проводимость.
40.	Прямая кондуктометрия. Области применения. Укажите достоинства и недостатки применения прямой кондуктометрии.
41.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильной и слабой кислот при совместном присутствии сильным основанием? Укажите, при каком условии кислоты будут титроваться дифференцированно?
42.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильного и слабого оснований при совместном присутствии сильной кислотой? Укажите, при каком условии компоненты будут титроваться дифференцированно?
43.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу осаждения?

№ п/п	Вопросы к экзамену
44.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу комплексонометрии?
45.	Рассмотрите кривые кондуктометрического титрования для реакций осаждения, если: а) подвижность осаждаемых ионов больше подвижности ионов осадителя; б) Подвижности осаждаемых ионов и ионов осадителя примерно одинаковы.
46.	Потенциометрические методы анализа. Приведите принципиальную схему установки для потенциометрического титрования.
47.	Прямая потенциометрия. Ионоселективные электроды, поясните принцип их устройства. Приведите примеры применения ионоселективных электродов в количественном анализе.
48.	Применение метода градуировочного графика в прямой потенциометрии. Рассмотрите на конкретном примере.
49.	Потенциометрическое титрование. Расчетные значения координат ТЭ.(Рассмотрите на примере).
50.	Укажите индикаторные электроды, которые используют при потенциометрическом титровании с использованием реакций кислотно-основного взаимодействия.
51.	Укажите индикаторные электроды, которые применяют при потенциометрическом титровании с использованием реакций комплексообразования.
52.	Укажите индикаторные электроды, которые применяют при потенциометрическом титровании с использованием реакций окисления – восстановления.
53.	Рассмотрите кривую потенциометрического титрования раствора иминодигидратной кислоты стандартным раствором NaOH, если значения $pK_1 = 2,17$ ; $pK_2 = 3,61$ ; $pK_3 = 5,10$ ; $pK_4 = 11,32$ .
54.	Каким образом определяют доверительный интервал среднего значения найденной величины, что он характеризует и как используется для обнаружения систематической ошибки метода?
55.	Что характеризует коэффициент Стьюдента $t_{a,f}$ ? От каких факторов зависит величина $t$ – коэффициента?
56.	Как используется $t$ – критерий для проверки значимости различия двух средних значений и для установления числа параллельных измерений, необходимое для получения среднего результата с заданной точностью?
Расчетные задачи	
1.	Для анализа смесей метанол-вода измерено поглощение стандартных растворов при $\lambda = 1,94 \mu\text{м}$ : $\omega$ (воды), %..... 26,0                      29,0                      32,0                      37,0 A1,94 ..... 0,470                      0,500                      0,532                      0,585 Определить массовую долю воды и метанола в смесях по следующим данным: 1) A=0,570; 2) A=0,540; 3) A=0,485.
2.	Навеску серебряного сплава в 1,75г растворили в азотной кислоте и раствор разбавили водой до 200мл. На титрование 10,00мл раствора потребовалось 11,75мл 0,05М раствора $\text{NH}_4\text{CNS}$ (поправочный коэффициент $K=0,9344$ ). Определить массовую долю серебра в образце.
3.	Навеску п-нитробензойной кислоты ( $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_4$ ) массой 0,0492г растворили в 50,0мл смеси спиртов и 5,00 мл оттитровали 0,0200 М раствором метилата натрия спектрофотометрическим методом. Построить кривую титрования и рассчитать массовую долю кислоты по данным титрования: V( $\text{CH}_3\text{CONa}$ ),мл....0,60 0,80 1,00 1,20 1,40 1,60 1,80 A..... 0,255 0,340 0,420 0,500 0,565 0,555 0,545
4.	Рассчитать процентное содержание марганца в стали методом трех эталонов по следующим данным сравнения спектральных линий марганца ( $\lambda=2939,11 \text{ \AA}$ ) и железа ( $\lambda=2944,40 \text{ \AA}$ ): CMn (%)..... 0,59                      0,74                      1,43                      x SMn.....0,896                      1,020                      1,49                      1,105 SFe..... 0,764                      0,748                      0,763                      0,760
5.	Спектрофотометрическое определение содержания альдегидов в капролактаме методом добавок.
6.	Какой метод может быть применен для определения циклогексанона? Дайте краткую характеристику метода анализа, приведите расчетную формулу.



№ п/п	Вопросы к экзамену
7.	Какой метод используют при определении аминного числа? Рассчитайте аминное число продукта аминирования, если на титрование 0,875 г образца смолы пошло 3,65 мл 0,1М раствора хлороводородной кислоты.
8.	Как определяется содержание свободного аммиака в карбамиде? Приведите расчетную формулу.
9.	Запишите расчетную формулу содержания продукта (%) при использовании метода титрования по замещению.
10.	Навеску 0,6383г сплава, содержащего медь, после растворения обработали аммиаком и получили 1000мл окрашенного раствора, оптическая плотность которого при толщине слоя кюветы 2см равна 0,255, $\varepsilon = 423 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . Определить процентное содержание меди в сплаве.
11.	В образце сплава определили медь гравиметрическим (I) и титриметрическим (II) методами. Получены следующие результаты 12. (%): I - 13,21; 13,11; 13,17; 13,28 и II - 13,40; 13,75; 13,65; 13,58. Можно ли для расчета содержания меди в образце объединить эти данные в одну выборку?
12.	Определяемый минимум. Рассмотрите на примере фотометрического определения карбонильного соединения ( ).
13.	Кислотное число образца этилацетата составляет 2,3. Какая массовая доля эфира в анализируемом образце, если считать, что других примесей в эфире нет?
14.	Образец бутилового эфира адипиновой кислоты был проанализирован, какое эфирное число должно быть получено, если выход эфира составил 96,5%?
15.	Кислотное число полученного этилацетата 1,15. Каким должно быть эфирное число этого продукта?
16.	Какое количество этилового спирта будет соответствовать 1,00 мл точно 0,1N раствору тиосульфата, если анализ ведут по схеме: спирт → дихромат калия → иод → тиосульфат натрия?
17.	Если бромное число изопропилового спирта равно 0,012, какому %-ному содержанию изопропена оно соответствует.
18.	Содержание метилметакрилата в техническом продукте 93,5%. Чему будет равно эфирное число этого эфира?
19.	Определение содержания метилового спирта в сточных водах
20.	Число ацетилирования бутилового спирта равно 735. Какому содержанию бутанола соответствует это число?
21.	Как определить содержание хлорида натрия и соляной кислоты при совместном присутствии в образце?
22.	Как определить содержание серной и борной кислот при совместном присутствии в образце?
23.	Как определить содержание хлорида натрия и иодида натрия при совместном присутствии в образце?
24.	Как определить содержание хлорида натрия и хлорида калия при совместном присутствии в образце?
25.	Как определить содержание хлорида аммония и аммиака при совместном присутствии этих соединений в образце?
26.	Как осуществить титрование с целью определения содержания сульфат-иона в минеральной воде?

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3		«зачтено»	Текущий рейтинг составляет 40-100 баллов

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
	Зачет по накопительному рейтингу	«не зачтено»	Текущий рейтинг составляет 0-39 баллов
3	Экзамен по накопительному рейтингу	«отлично»	Текущий рейтинг составляет 80-100 баллов
		«хорошо»	Текущий рейтинг составляет 60-79 баллов
		«удовлетворительно»	Текущий рейтинг составляет 40-59 баллов
		«неудовлетворительно»	Текущий рейтинг составляет 0 - 39 баллов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Вершинин В. И., Власова И.В., Никифорова И.А.	Аналитическая химия	учебник	2019	ЭБС «Лань»
2	Сутягин В. М., Ляпков А.А.	Физико-химические методы исследования полимеров	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
3	Перегончая О. В., Соколова С.А.	Практикум по аналитической химии. Физико-химические методы анализа	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRBook»
4	Сост. Сульдина Т.И.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Лабораторный практикум	2018	ЭБС «IPRBook»
5	Ганеев А.А. и др.	Аналитическая химия	Учебник	2019	ЭБС «Лань»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Жебентяев А. И. , Жерносек А.К., Талуть И.Е.	Аналитическая химия. Химические методы анализа	Учебное пособие	2014	ЭБС "ZNANIUM.COM"

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
2	Щеколдина Т. В., Ольховатов Е. А., Степовой А. В.	Физикохимические основы и общие принципы переработки растительного сырья	Учебное пособие	2017	ЭБС "Лань"
3	Лебухов В. И. Окара А. И., Павлюченкова Л. П.	Физико-химические методы исследования	Учебник	2012	ЭБС "Лань"

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Бутлеровские сообщения [Электронный ресурс] : многопредмет. науч. журн. / ООО «Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие»». – Электрон. журнал. – Казань : ООО «Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие»», 1999- . Режим доступа к журн.: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>
  - Химия в интересах устойчивого развития [Электронный ресурс] : междунар. науч. журн. / Сибирское отделение РАН. – Электрон. журнал. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 1999- . Режим доступа к журн. <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>
- Oriental Journal Of Chemistry  
Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-314)	Переносной проектор, экран, столы ученические, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
2	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-810)	Экран телевизионный, ширма, прожектор на штативе, стол преподавательский, стул преподавательский, транспарантная перетяжка, системный блок
3	Помещение для самостоятельной работы студентов. (Г-401)	Стол ученический-26 шт., стул-26 шт., компьютер с выходом в сеть интернет-16 шт.