

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Кафедра «Естественные и математические науки»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

### «Б.1.3.1.2 Химические и инструментальные методы анализа»

направления подготовки

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль 4: «Технология химических и нефтегазовых производств»

форма обучения – очная  
курс – 2  
семестр – 4  
зачетных единиц – 4  
часов в неделю-3  
всего часов – 144  
в том числе:  
лекции – 32  
коллоквиумы – нет  
практические занятия – нет  
лабораторные занятия – 32  
самостоятельная работа – 80  
зачет –нет  
экзамен – 4 семестр  
РГР – семестр-нет  
Контрольная работа –нет  
курсовой проект –нет

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ЕМН  
«20» июня 2023 года, протокол № 30  
Зав. кафедрой Е.В. Жилина /Жилина Е.В./

Рабочая программа утверждена на заседании УМКН  
«26» июня 2023 года, протокол № 5  
Председатель УМКН Н.Л. Левкина /Левкина Н.Л./

Энгельс 2023

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель дисциплины** - изучение основ теории и практики физико-химического анализа веществ, основных экспериментальных закономерностей, лежащих в основе физико-химических методов исследования, их связи с современными технологиями, а также формирование у студентов компетенций, позволяющих осуществлять экспериментальное определение закономерностей изменения физико-химических свойств и проводить численные расчеты соответствующих физико-химических величин

### Задачи дисциплины:

1. сформировать базовые знания и представления о фундаментальных законах и основных методах исследования физико-химических свойств и структуры веществ. Обобщить и систематизировать знания, включающие фундаментальные законы, лежащие в основе физико-химического анализа.
2. сформулировать основные задачи физико-химического анализа, установить область и границы применимости различных методов;
3. рассмотреть основные экспериментальные закономерности, структуру и математическую форму основных уравнений, лежащих в основе физико-химического анализа, особенности их использования в различных методах;
4. рассмотреть основные приемы и методы экспериментального и теоретического исследования физико-химических свойств, использование этих методов в современных технологиях;
5. установить область применимости моделей, применяемых физико-химических методов, рассмотреть способы вычисления физико-химических величин, характеризующих явления; обеспечить овладение методологией физико-химических исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«**Физико-химические методы анализа**» представляет собой дисциплину базовой (обязательной) части учебного блока (Б.1.1) основной образовательной программы бакалавриата по направлению 18.03.01 «Химическая технология»

Для изучения курса физико-химических методов анализа необходимо знание школьных курсов химии, физики и математики. Усвоение этого курса необходимо для успешного изучения следующих дисциплин: коллоидная, физическая химия, экологические науки.

Кроме того, «Физико-химические методы анализа» относится к группе химических дисциплин математического и естественнонаучного цикла и изучается:

- после освоения курса «Общая и неорганическая химия», дающего базовые представления об основных законах, теориях и понятиях химии;
- после освоения курса «Органическая химия», дающего базовые представления о классах, свойствах и применении органических соединений.
- после освоения курса «Аналитическая химия» в рамках которого приводятся сведения о методах количественного анализа органических веществ;
- перед изучением дисциплины «Физическая химия», ряд разделов которой базируются на знании основ анализа органических и неорганических соединений.
- после изучения дисциплины «Коллоидная химия», значительная часть которой связана с рассмотрением свойств веществ и их растворов.

Знания, полученные обучающимися при изучении «Физико-химических методов анализа», являются основой для последующего успешного освоения многих дисциплин профессионального цикла образовательной программы, например «Экология», «Физико-химия материалов», «Общая химическая технология» и др.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие универсальные и общепрофессиональные компетенции при освоении ОПОП ВО, реализующей Федеральный Государственный образовательный стандарт:

- способность 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 (ОПК-1)

- способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать (ОПК-5)

В результате изучения дисциплины «Физико-химические методы анализа» базовой (обязательной) части учебного цикла (Б.1.1) основной образовательной программы бакалавриата студент должен демонстрировать следующие результаты образования.

Студент должен **знать**:

- содержание основных разделов, составляющих теоретические основы химии как системы знаний о веществах и химических процессах

- учение о строении вещества, электронное строение атомов, основы теории химической связи и строения молекул, строение вещества в конденсированном состоянии

- базовую терминологию, относящуюся к физико-химическим методам исследования,

классификацию методов

- основные понятия и законы, лежащие в основе различных методов

- метрологические характеристики методов анализа

- физические и теоретические основы изученных методов анализа, аналитические возможности каждого метода, области его применения, основное аппаратное оформление.

Студент должен **уметь**:

- проводить расчеты по уравнениям химических реакций на основе законов стехиометрии с использованием основных понятий и физических величин

- свободно и правильно пользоваться химической терминологией

- производить расчеты для приготовления растворов заданной концентрации,

- продемонстрировать связь между различными физико-химическими методами исследования, структурой и свойствами веществ

- осуществить выбор соответствующего физико-химического метода исследования в зависимости от структуры вещества и поставленной задачи;

- использовать закономерности физико-химических процессов и физико-химические методы исследования при выполнении курсовых и дипломных работ и интерпретации экспериментальных данных

- выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач

Студент должен **владеть**:

- обобщенными приемами исследовательской деятельности (постановка задачи в лабораторной работе или отдельном опыте, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения)

- элементарными приемами работы в химической лаборатории и навыками обращения с веществом;

- общими правилами техники безопасности при обращении с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими реактивами

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
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	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Знает теоретические основы химии как науки о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов
	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Умеет анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире
	ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Владеет инструментарием для решения химических задач в своей предметной области; информацией о назначении и областях применения основных химических веществ и их соединений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Знает теоретические основы химии как науки о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов	Знать: - содержание основных разделов, составляющих теоретические основы химии как системы знаний о веществах и химических процессах - метрологические характеристики методов анализа - методы описания фазовых и химических равновесий; - типы реакций и процессов в аналитической химии (кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции).
ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Умеет анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Уметь: - выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические и физико-химические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач. проводить качественный и количественный анализ органического соединения с использованием химических и физико-химических методов анализа. задач.
ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Владеет инструментарием для решения химических задач в своей предметной области; информацией о назначении и областях применения основных химических веществ и их соединений	Владеть: экспериментальными методами исследования, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры различных соединений - обобщенными приемами исследовательской деятельности с использованием ФХМА (постановка задачи в лабораторной работе или отдельном опыте, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения). - элементарными приемами работы в химической лаборатории и навыками обращения с веществом. - общими правилами техники безопасности при обращении с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими реактивами. - техникой химического эксперимента, техникой взвешивания на технохимических и аналитических весах, основными методами анализа, способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы,

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	сайты, образовательные порталы).

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ИД-1 <sub>ОПК-5</sub> Знает методики для измерения эксплуатационных и функциональных свойств материалов
	ИД-2 <sub>ОПК-5</sub> Умеет осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике
	ИД-3 <sub>ОПК-5</sub> Владеет навыками обработки и интерпретации экспериментальных данных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 <sub>ОПК-5</sub> Знает методики для измерения эксплуатационных и функциональных свойств материалов	Знать: - содержание основных разделов, составляющих теоретические основы химии как системы знаний о веществах и химических процессах - метрологические характеристики ФХМА - типы реакций и процессов в ФХМА
ИД-2 <sub>ОПК-5</sub> Умеет осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике	Уметь: - выполнять основные физико-химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач. проводить качественный и количественный анализ органического соединения с использованием физико-химических методов анализа.
ИД-3 <sub>ОПК-5</sub> Владеет навыками обработки и интерпретации экспериментальных данных	Владеть: экспериментальными методами исследования, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры различных соединений - обобщенными приемами исследовательской деятельности (постановка задачи в лабораторной работе или отдельном опыте, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения). - элементарными приемами работы в химической лаборатории и навыками обращения с веществом. - общими правилами техники безопасности при обращении с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими реактивами. - техникой химического эксперимента, техникой взвешивания на технохимических и аналитических весах, основными методами анализа, способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы).

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ мо ду ля	№ не де ли	№ те мы	Наименование темы	Часы/из них в интерактивной форме					
				Всего	ЛЗ	К Л	ЛР	ПР	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4 семестр									
1	1-5	1	Методы исследования веществ - физические, химические и физико-химические. Общая характеристика и классификация методов.	29/4	4/4				25
2	6-10	2	Оптические методы анализа. Рефрактометрия.	51/5	10/5		16		25
3	11-16	3	Электрохимические методы анализа.	64/4	18/4		16		30
Всего				144/16	32/13		32		80

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
4 семестр				
1	4	1-2	<p><i>Введение в физико-химические методы анализа</i></p> <p>Общая характеристика инструментальных методов анализа (чувствительность, точность, достоинства, недостатки). Классификация <i>ФХМА</i>. Понятие аналитического сигнала. Виды аналитических сигналов, характеристики аналитических сигналов. Прямые (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок, метод сравнения со стандартом) и косвенные (титриметрические) способы измерения аналитических сигналов; абсолютные (безэталонные) и относительные методы.</p>	1-3
2	10	3-8	<p><i>Оптические методы анализа</i></p> <p>Основы <i>спектроскопических методов</i> анализа. Классификация спектроскопических методов. Методы атомной спектроскопии. Качественный и количественный анализ по спектрам испускания. Методы молекулярной спектроскопии. Классификация методов абсорбционной спектроскопии. Методы количественного анализа в видимой области: метод градуировочного графика, метод добавок, метод сравнения со стандартом, метод молекулярного свойства, метод дифференциальной фотометрии. Закон Бугера-Ламберта-Бера. <i>Рефрактометрический метод анали-</i></p>	1-6

			за. Поляриметрия. Показатель преломления и полное внутреннее отражение. Молярная рефракция. Мера поляризуемости молекул по Лоренц – Лорентцу. Дифракционная дисперсия. Приборы для измерений. Основные рефрактометрические методики анализа. Вращение плоскости поляризации. Удельное вращение, дисперсия оптического вращения.	
3	18	9-16	<p><i>Электрохимические методы анализа</i></p> <p>Сущность электрохимических методов анализа. Основные понятия: электрохимическая ячейка, индикаторный электрод, электрод сравнения. Электродный процесс, стадии электродного процесса. Классификация <i>электрохимических методов</i> анализа. Потенциометрические методы анализа: сущность метода, системы электродов. Требования к индикаторным электродам и электродам сравнения. Потенциометрия с ионселективными электродами (ионометрия), потенциометрическое титрование. Метрологические характеристики метода. Вольтамперометрия. Сущность метода. Принципиальная схема установки. Электроды. Качественный и количественный полярографический анализ. Амперометрия. Сущность метода, принципиальная схема установки. Выбор системы электродов, выбор потенциала индикаторного электрода. Типы кривых титрования. Амперометрическое титрование с двумя индикаторными электродами. Метрологические характеристики метода. Кулонометрия. Законы Фарадея. Варианты кулонометрии. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Возможности метода и области применения. Общая характеристика метода электрогравиметрии. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Высокочастотный вариант метода.</p>	1-6

### 6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом

### 7. Перечень практических занятий

Не предусмотрены учебным планом

### 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
4 семестр			
2	16	<p>Закон Бугера-Ламберта-Бера.</p> <p>1. «Определение ионов меди, железа, никеля в различных средах»;</p> <p>2. «Определение рК двухцветного индикатора».</p>	[7]

		3. «Определение содержания Fe (III) в белых винах». Рефрактометрия: «Определение содержания глюкозы в фармпрепаратах». «Идентификация органических веществ методом рефрактометрии» 3. «Рефрактометрическое определение водорастворимых органических веществ»	
3	16	1. Потенциометрия: «Определение рNa в водном растворе соли», «Определение нитрата в техническом образце», «Потенциометрическое определение константы диссоциации уксусной кислоты», «Потенциометрическое титрование кислот», «Определение содержания железа (II) в присутствии железа(III)», «Определение содержания ацетата цинка».	[9]

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
<b>4 семестр</b>			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	25	а) освоение теоретических основ физико-химических методов анализа. б) классификация физико-химических методов анализа.	1-6
2	25	Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. Частоты и формы нормальных колебаний молекул. Характеристичность нормальных колебаний. Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации веществ, структурно-группового, молекулярного и количественного анализов и другие применения в химии. Специфичность колебательных спектров. Дисперсия света. Применение молекулярной рефракции и дисперсии для установления строения молекул. Рефрактометрические константы как критерий чистоты вещества и средство идентификации. Методы определения показателя преломления. Приборы для измерения показателей преломления. Методы определения дипольного момента на основе измерения диэлектрической проницаемости, диэлькометрия.	1-6
3	30	Потенциометрическое титрование по методу окисления-восстановления. Электрохимические индикаторные реакции. Связь константы равновесия окислительно-восстановительной реакции со значением стандартных (реальных) потенциалов окислителя и восстановителя. Расчёт	1-6



		$K_{равн}$ по значениям стандартных (реальных) потенциалов. Особенности кривых титрования метода окисления-восстановления. Расчёт окислительно-восстановительного эквивалента реакции (числа электронов) по графику $E - \lg a_{ок}/a_{вос}$ .	
--	--	---	--

### 10. Расчетно-графическая работа

*Темы, задания, учебно-методическое обеспечение (ссылки на раздел 15. «Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине»)*

Не предусмотрена

### 11. Курсовая (контрольная) работа

*Темы, задания, учебно-методическое обеспечение (ссылки на раздел 15. «Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине»)*

Не предусмотрена

### 12. Курсовой проект

*Темы, задания, учебно-методическое обеспечение (ссылки на раздел 15. «Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине»)*

Не предусмотрен

### 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б.1.1.30 «Физико-химические методы анализа» должна сформироваться универсальная компетенция ОПК-1.

#### Карта компетенции ОПК-1:

№ п/п	Наименование дисциплины и код по базовому учебному плану	Части компонентов	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4	5
1	Б.1.1.30 «Физико-химические методы анализа»	<b>Знать:</b> - содержание основных разделов, составляющих теоретические основы химии как системы знаний о веществах и химических процессах - метрологические характеристики методов анализа - методы описания фазовых и химических равновесий; - типы реакций и процессов в ФХМА (кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции).	Лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа	Отчеты по лабораторным занятиям, тестирование, экзамен.
		<b>Уметь:</b> проводить расчеты по уравнениям химических реакций на основе законов стехиометрии с использованием основных понятий и физических величин ФХМА - свободно и правильно пользоваться химической терминологией - производить расчеты для приготовления	Лабораторный практикум, СРС, модули, экзамен	Отчет о лабораторной работе, экзамен

		<p>растворов заданной концентрации, производить расчёт рН в растворах слабых и сильных электролитов, с помощью ФХМА, производить расчёт возможности образования и растворение осадков (ПР, солевой эффект и др.</p> <p>- выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач.</p>		
		<p><b>Владеть:</b></p> <p>- обобщенными приемами исследовательской деятельности с использованием ФХМА (постановка задачи в лабораторной работе или отдельном опыте, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения).</p> <p>- элементарными приемами работы в химической лаборатории и навыками обращения с веществом.</p> <p>- общими правилами техники безопасности при обращении с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими реактивами.</p> <p>- техникой химического эксперимента, техникой взвешивания на техномических и аналитических весах, основными методами анализа, способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы).</p>	Лекции, лабораторные работы, СРС, тестирование.	Отчеты по лабораторно-му практикуму, модульным работам, экзамен

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б.1.1.30 «Физико-химические методы анализа» должна сформироваться общепрофессиональная компетенция ОПК-2

**Карта компетенции ОПК-2:**

№ п/п	Наименование дисциплины и код по базовому учебному плану	Части компонентов	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4	5
1	Б.1.1.30 «Физико-химические методы анализа»	<p><b>Знать:</b></p> <p>- метрологические характеристики ФХМА</p> <p>- методы описания фазовых и химических равновесий;</p> <p>- типы реакций и процессов в ФХМА (кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции).</p>	Лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа	Отчеты по лабораторным занятиям, тестирование, экзамен.
		<b>Уметь:</b>	Лаборатор-	Отчет по лабо-

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- свободно и правильно пользоваться химической терминологией</li> <li>- производить расчеты для приготовления растворов заданной концентрации, производить расчёт pH в растворах слабых и сильных электролитов, используя ФХМА</li> <li>- выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач.</li> </ul>	<p>ный практикум, СРС, модули, экзамен</p>	<p>ракторной работе, экзамен</p>
		<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обобщенными приемами исследовательской деятельности (постановка задачи в лабораторной работе или отдельном опыте, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения).</li> <li>- элементарными приемами работы в химической лаборатории и навыками обращения с веществом.</li> <li>- общими правилами техники безопасности при обращении с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими реактивами.</li> <li>- техникой химического эксперимента, техникой взвешивания на технохимических и аналитических весах, основными методами анализа, способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы).</li> </ul>	<p>Лекции, лабораторные работы, СРС, тестирование.</p>	<p>Отчеты по лабораторному практикуму, модульным работам, экзамен</p>

### Оценивание уровня сформированности профессиональных компетенций

**Выпускник должен обладать:**

**ОПК-1:** способность 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

**ОПК-2:** способность использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

**УРОВНИ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-1, ОПК-2**

Уровни сформированности компетенции	Основные признаки уровня
<p><b>Пороговый уровень компетенции:</b></p> <p><b>ОПК-1</b></p>	<p>помнит или распознает информацию в приблизительном порядке и форме, в которой она была заучена; знает: содержание основных разделов, составляющих теоретические основы ФХМА как системы знаний о веществах и химических процессах.</p>
<p><b>ОПК-2</b></p>	<p>Умеет проводить простейшие расчеты по уравнениям химических реакций на основе законов стехиометрии с использованием</p>

	<p>основных понятий и физических величин; свободно и правильно пользоваться химической терминологией</p> <p>Владеет обобщенными приемами исследовательской деятельности (постановка задачи в лабораторной работе или отдельном опыте, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения ,владеет простейшими навыками работы при проведении химических экспериментов по исследованию химических свойств.</p>
<p><b>Продвинутый уровень компетенции:</b> <b>ОПК-1</b></p> <p><b>ОПК-2</b></p>	<p>Знает метрологические характеристики методов анализа; базовую терминологию, относящуюся к физико-химическим методам исследования, классификацию методов.</p> <p>Представляет степень токсичности некоторых соединений, их действие на живые организмы. Умеет: производить расчеты для приготовления растворов заданной концентрации, производить расчёт рН в растворах слабых и сильных электролитов, с использованием ФХМА.</p> <p>Представляет механизмы аналитических реакций с участием различных соединений, протекающих в технологических процессах и в окружающем мире</p> <p>Владеет: Может предложить метод определения свойств заданного вещества, опираясь на знание аналитических сигналов.</p>
<p><b>Высокий уровень компетенции:</b> <b>ОПК-1</b></p> <p><b>ОПК-2</b></p>	<p>Знает: типы реакций и процессов в аналитической химии и ФХМА (кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции), обладает знаниями о природных источниках различных веществ и их рациональном использовании</p> <p>Умеет: продемонстрировать связь между различными физико-химическими методами исследования, структурой и свойствами веществ, осуществить выбор соответствующего физико-химического метода исследования в зависимости от структуры вещества и поставленной задачи;</p> <p>Владеет: техникой химического эксперимента, техникой взвешивания на теххимических и аналитических весах, основными методами анализа, способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы).</p>

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.1.30. «Физико-химические методы анализа», проводится промежуточная аттестация в виде экзамена. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.1.30. «Физико-химические методы анализа» включает выполнение лабораторных работ, самостоятельной работы, тестовых заданий на экзамене. Лабораторные работы считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия отчета (протокола), включающего тему, ход работы, соответствующие расчёты, уравнения реакций и выводов по работе. Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа

решена неправильно, тогда она возвращается студенту на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю. В конце семестра студент сдает экзамен в виде теста.

В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае успешного выполнения тестовых заданий. К экзамену по дисциплине студенты допускаются при предоставлении всех отчетов по всем лабораторным занятиям.

Экзамен проводится в виде компьютерного тестирования. Шкала оценивания следующая. Оценка «**отлично**» ставится, если студент дает грамотный и обоснованный ответ по существу поставленных вопросов, владеет материалом в полной мере – отвечает правильно на 80-100% тестовых заданий.

При оценке «**хорошо**» студент показывает глубокие знания по поставленным вопросам, владеет материалом достаточно – отвечает правильно на 60-79% тестовых заданий.

При оценке «**удовлетворительно**» студент не дает полного исчерпывающего ответа на поставленные вопросы, допускает отдельные неточности и погрешности при трактовке материала (владеет материалом недостаточно) – отвечает правильно на 35-59% тестовых заданий.

При оценке «**неудовлетворительно**» студент не представляет достаточно убедительных знаний, не владеет учебным материалом – отвечает менее чем на 35 % тестовых заданий.

### Оценка уровня сформированности компетенции

Компетенция будет считаться сформированной на **пороговом** уровне при наличии правильных ответов по тестам от 45 до 60%.

Компетенция будет считаться сформированной на **продвинутом** уровне при наличии правильных ответов по тестам от 61% до 80%.

Компетенция будет считаться сформированной на **высоком** уровне при наличии правильных ответов по тестам более 80%.

### Контрольные задания к разделу «Вольтамперометрия»

1. Для восходящей части обратимой полярографической волны ( $c = 1,0 \cdot 10^{-3}$  М) при 25°C получены следующие данные:

$E$ , В	-0,395	-0,406	-0,422	-0,445		
$I$ , мкА	0,56		1,13		2,20	3,40

Предельный диффузионный ток 3,78 мкА,  $m = 1$  мг/с,  $t = 1$  с. Какую информацию можно получить из этих данных?

2. На фоне 0,1М  $\text{KNO}_3$   $\text{Pb(II)}$  образует на РКЭ волну с  $E_{1/2} = -0,405$  В (НКЭ). В присутствии органического лиганда  $A^-$  получены следующие данные

$c_A$ , М	0,020	0,060	0,1000	0,300
$E_{1/2}$ , В	-0,473	-0,507	-0,516	-0,547

Каково соотношение металл : лиганд в комплексе, какова константа его устойчивости?

3. Диффузионный ток, измеренный при  $t = 5$  с, равен 6,0 мкА. Какова будет его величина при  $t = 3$  с?

4. Диффузионный ток в  $1,0 \cdot 10^{-3}$  М растворе  $\text{M(II)}$  равен 6,20 мкА. Характеристики капилляра:  $m = 2$  мг/с,  $t = 5$  с. Рассчитайте коэффициент диффузии  $\text{M(II)}$ .

5. На фоне 1М  $\text{HCl}$   $\text{Cd(II)}$  образует волну с  $E_{1/2} = -0,64$  В (НКЭ). В  $5,0 \cdot 10^{-3}$  М растворе предельный диффузионный ток равен 3,96 мкА ( $m = 2,5$  мг/с,  $t = 3,02$  с). Рассчитайте константу диффузионного тока ( $K_d$ ) и коэффициент диффузии.

6. Полярограммы 50,00 мл  $5,0 \cdot 10^{-4}$  М раствора  $\text{Cd(II)}$  снимали одну за другой в течение 30 мин. Предельный диффузионный ток равен 4,0 мкА. Рассчитайте долю  $\text{Cd(II)}$ ,

восстановившегося за это время до  $\text{Cd}(0)$ .

7. Ожидается, что в процессе восстановления кетона может участвовать один или два электрона. Для  $1,0 \cdot 10^{-3}$  М раствора кетона предельный диффузионный ток равен 6,80 мкА ( $D = 5 \cdot 10^{-6}$  см<sup>2</sup> · с<sup>-1</sup>,  $m = 2$  мг/с,  $t = 5$  с). Рассчитайте число электронов.

8. Каково соотношение высот: а) волн на классической подпрограмме;

б) пиков на переменнo-токовой полярограмме восстановления  $\text{A(III)} \rightarrow \text{A(0)}$  и  $\text{B(II)} \rightarrow \text{B(0)}$  в смеси при равных концентрациях и  $D_{\text{A}} \approx D_{\text{B}}$ .

9. На фоне 0,1М  $\text{NaClO}_4$  деполяризаторы  $\text{A(III)}$  и  $\text{B(II)}$  образуют обратимые волны с  $E_{1/2} = -0,05\text{В}$  и  $-0,30$  В. При добавлении  $\text{HCl}$  до конечной концентрации 1М образуются хлоридные комплексы А ( $\lg\beta_1 = 3,05$ ;  $\lg\beta_2 = 5,8$ ;  $\lg\beta_3 = 7,85$ ;  $\lg\beta_4 = 9,05$ ). Какой из этих фонов пригоден для определения А и В в смеси 1:1: а) методом классической полярографии, б) методом переменнo-токовой полярографии?

10. На фоне 0,1 М  $\text{KNO}_3$  с рН 5,00  $E_{1/2}$  для  $\text{Tl(I)}$  и  $\text{Pb(II)}$  равны - 0,50 В и -0,46 В. Возможно ли их одновременное определение методом классической полярографии: а) в этом фоне, б) после прибавления ЭДТА до концентрации 0,05 М (рН 5,00)?  $\lg\beta_{\text{PbY}_2^-} = 18,0$ ;  $\alpha_{\text{Y}^{4-}} = 3,5 \cdot 10^{-7}$  при рН 5,00.

11. Полярографически необходимо определять: а) содержание  $\text{CH}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_3\text{CHO}$  в вине (50 проб ежедневно); б) содержание 2,4,4-тринитротолуола в образцах цемента (3-5 проб в месяц); в) содержание токсичного кетона в антибиотике (анализ проводят в лаборатории контроля качества на производственной линии). В каких случаях (и почему?) нужно использовать метод добавок, а в каких пригоден метод градуировочного графика?

12. Волна восстановления  $\text{CrO}_4^{2-}$  до  $\text{Cr(III)}$  имеет  $E_{1/2} = -0,30$  В, а волна восстановления  $\text{Cr(III)}$  до  $\text{Cr(0)}$  - 1,40 В. На полярограмме сточной воды предельный ток при - 0,70 В равен 10,5 мкА, а при - 1,80 В, 42,0 мкА. Рассчитайте соотношение концентраций  $\text{CrO}_4^{2-}$  и  $\text{Cr(III)}$  в анализируемой воде, приняв коэффициенты диффузии равными. Нарисуйте полярограмму.

#### Вопросы по теме «Потенциометрия»

1. Вычислить потенциал медного электрода, помещенного в раствор нитрата меди, относительно насыщенного хлорсеребряного электрода, если в 150 мл раствора содержится 24,2 г  $\text{Cu(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

2. Потенциал хингидронного электрода по отношению к нормальному каломельному электроду равен 0,170 В при 20°C. Вычислить рН раствора.

3. Вычислить потенциал водородного электрода, опущенного в раствор 0,5М  $\text{HCOOH}$ , на 50% оттитрованный  $\text{KOH}$ .

4. Вычислить потенциал платинового электрода, помещенного в раствор  $\text{FeSO}_4$ , на 99% оттитрованного раствором  $\text{KMnO}_4$ .

5. Э.д.с. гальванического элемента из платинового электрода в растворе, содержащем  $\text{Fe(III)}$  и  $\text{Fe(II)}$ , и насыщенного каломельного электрода (НКЭ) равна 0,558В. Каково соотношение  $\text{Fe(III)/Fe(II)}$ ?

6. Потенциал серебряного электрода в растворе соли серебра равен 0,434 В (относительно стандартного водородного электрода). Какова равновесная концентрация ионов серебра, если  $E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}$  равен 0,799В?

7. Навеску массой 0,5000 г  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (молекулярная масса 278,05) растворили в 100 мл 1М  $\text{HCl}$ . Потенциал платинового электрода, погруженного в этот раствор равен 0,320 В (относительно насыщенного каломельного электрода). Рассчитать массовую долю (%)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  в препарате. Молекулярная масса  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  равна 399,88;  $E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}$  в 1М  $\text{HCl}$  равен 0,457 В.

8. Для измерения рН кислого раствора использовали ячейку: НКЭ ||  $\text{H}^+$  (хМ); хингидрон (нас.) Pt. В условиях эксперимента (25°C) э.д.с. ячейки равна 0,313 В. Каков рН

анализируемого раствора, если  $E_{\text{НКЭ}}=0,246\text{В}$ ,  $E^{\circ}_{\text{Q,2H}^+/\text{H}_2\text{Q}}=0,699\text{ В}$ ? (Q-хинон,  $\text{H}_2\text{Q}$ - гидрохинон).

9. Рассчитать потенциал стеклянного электрода в растворе при pH 5,0 по отношению к хлорсеребряному электроду.  $E^{\circ}$  стеклянного электрода при  $20^{\circ}\text{C}$  равен 0,358 В,  $E^{\circ}_{\text{хлорсеребр.}}=0,201\text{В}$ .

10. Рассчитать концентрацию  $\text{Cl}^-$  в растворе, если хлорсеребряный электрод, погруженный в раствор, имеет потенциал (по отношению к насыщенному каломельному электроду) равный 0,208 В. Для хлорсеребряного электрода  $E^{\circ}$  равен 0,290В.

11. Рассчитать потенциал платинового электрода (по насыщенному каломельному) в растворе  $\text{FeSO}_4$ , оттитрованном раствором  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  на 50%, на 90%, на 99% и на 101%; концентрация  $\text{HCl}$  - 1н.

12. Рассчитать потенциал серебряного электрода в растворе с активностью иодид-ионов, равной 1, и насыщенном  $\text{AgI}$ .

### Вопросы по теме «Оптические методы анализа»

1. Что служит критерием соблюдения основного закона светопоглощения? Какие причины вызывают отклонения от этого закона?

2. Какая разница между истинным и средним молярными коэффициентами поглощения?

3. Представьте графически зависимости: а)  $A=f(C)$ ;  $T=f(C)$ ;  $\epsilon=f(C)$ ;  $A=f(l)$ ;  $T=f(l)$ ;  $\epsilon=f(l)$ .

4. Показать, что любая линейная комбинация оптических плотностей при нескольких длинах волн, при которых вещество подчиняется основному закону светопоглощения, пропорциональна концентрации вещества в растворе.

5. Какую величину используют для сравнительной оценки чувствительности фотометрической реакции?

6. Какие фотометрические реакции используются для определения кремния, титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, меди? Укажите формулы фотометрируемых соединений.

7. В каких случаях следует измерять оптические плотности анализируемых растворов относительно растворителя, а в каких случаях – относительно растворов контрольного опыта?

8. В спектре  $\text{MnO}_4^-$  наблюдаются три полосы поглощения: 225 ( $\epsilon=3 \cdot 10^3$ ), 310 ( $\epsilon=1.5 \cdot 10^3$ ) и 528нм ( $\epsilon=2.9 \cdot 10^3$ ). Оцените возможность определения марганца в стали при указанных длинах волн, если растворение стали и окисление марганца проводят в азотной кислоте.

9. При фотометрическом определении железа и кобальта в виде тиоцианатных комплексов используют водно-ацетоновые или водно-этанольные среды. Почему прибавление ацетона (этанола) улучшает метрологические характеристики анализа?

10. Расчет относительной погрешности фотометрических измерений основан на формуле Туаймена-Латиана  $\Delta A/A=0.4343\Delta T/AT$ . При каких допущениях и как была получена эта формула?

11. Каковы оптимальные интервалы измерения величин пропускания и оптической плотности? Чем они определяются? При каком значении  $A$  относительная погрешность измерения оптической плотности минимальна?

12. В каких случаях применяется дифференциальный спектрофотометрический метод?

13. На использовании каких законов основан спектрофотометрический метод определения констант равновесия?

### Вопросы для экзамена

1. Классификация физико-химических методов анализа
2. Эмиссионный спектральный анализ. Происхождение эмиссионных спектров.
3. Абсорбционный спектральный анализ. Происхождение спектров поглощения.

4. Основной закон светопоглощения Оптическая плотность раствора. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
5. Основы качественного и количественного абсорбционного анализа в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной области спектра.
6. Принципиальная схема установки для адсорбционного спектрального анализа. Источник света, монохроматоры, приемники света. Условия определения.
7. Основные приемы фотометрических определений: метод градуировочного графика и построение калибровочной кривой.
8. Метод молярного коэффициента поглощения, метод добавок.
9. Метод дифференциальной фотометрии.
10. Анализ смеси светопоглощающих веществ.
11. Фотометрическое титрование.
12. Определение константы диссоциации двухцветного индикатора.
13. Рефрактометрия.
14. Поляриметрия.
15. Люминесценция.
16. Рентгеноспектральные методы анализа.
17. Потенциометрия. Теоретические основы потенциометрического метода анализа.
18. Индикаторные электроды и электроды сравнения.
19. Электроды первого и второго рода.
20. Стандартный, равновесный и реальный электродный потенциал.
21. Насыщенный каломельный электрод. Хлорсеребряный электрод.
22. Индикаторные электроды, применяемые в различных типах химических реакций: нейтрализации, окисления-восстановления, осаждения и комплексообразования.
23. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование.
24. Кривые потенциометрического титрования. Способы нахождения точки эквивалентности.
25. Стекланный электрод. Уравнение Нернста для рН – метрии.
26. Ионоселективные электроды. Уравнение Никольского.
27. Примеры потенциометрических определений: определение рNa в водном растворе соли.
28. Определение константы диссоциации уксусной кислоты.
29. Потенциометрическое титрование кислот (виды кривых титрования).
30. Примеры определений с использованием методов окисления восстановления и осаждения.
31. Оборудование и приборы, применяемые в потенциометрическом анализе.

#### **Тестовые задания по дисциплине**

1. Сущность гравиметрического метода анализа. Стадии гравиметрии, их назначение. Области применения метода, достоинства и недостатки.
2. Принципиальная схема прибора для проведения поляриметрического анализа. Названия и назначение отдельных узлов и частей прибора.
3. Вычислите фактор пересчета в гравиметрическом анализе при определении содержания  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , если весовой формой является сульфат бария  $\text{BaSO}_4$ .
4. Навеску цемента массой 0,56 г, содержащего около 30% оксида магния, растворили в мерной колбе на 100,0 мл. Какую аликвоту полученного раствора следует взять для проведения гравиметрического анализа, чтобы получить 0,3 г осадка оксихинолината магния  $\text{Mg}(\text{C}_9\text{H}_6\text{OH})_2$ ?
5. Рассчитайте удельное оптическое вращение молочной кислоты, если оптическое вращение раствора с концентрацией 15 г/100 мл в кювете длиной 20 см составляет  $-7,8^\circ$ .

#### **14. Образовательные технологии**



В рамках подготовки по дисциплине Физико-химические методы анализа осуществляются следующие виды форм проведения занятий:

1. Лекционные занятия с использованием презентаций, выполненных в редакторе Microsoft Office PowerPoint 2010 и видеороликов.
2. Практические занятия с использованием презентаций, выполненных в редакторе Microsoft Office PowerPoint 2010 и видеороликов.
3. Лабораторные занятия с использованием материально-технической базы.
4. Занятия с привлечением студентов к разбору конкретных химических задач и ситуаций.

*Программное обеспечение:* Microsoft Office PowerPoint 2010.

В рамках учебного курса предусмотрено чтение проблемных лекций по следующим темам «Спектроскопия», «Потенциометрия», «Поляриметрия», «Рефрактометрия», (не менее 30%), чтение лекций с применением мультимедийных технологий по темам «Поляриметрия», «Оптические методы анализа», (100 %), проведение практикумов с разбором конкретных ситуаций по темам «Потенциометрическое титрование», «Расчеты в оптических методах», «Поляриметрия и рефрактометрия».

Такие занятия, в сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой, должны формировать и развивать профессиональные навыки обучающегося.

## **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

*(позиции раздела нумеруются сквозной нумерацией и на них осуществляются ссылки из 5-13 разделов)*

1. Хаханина, Т.И. Аналитическая химия : учеб. пособие / Т.И. Хаханина, Н.Г. Никитина. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Юрайт : ИД Юрайт, 2012. - 278 с. - Допущено Учебно-методич. объединением вузов по университетскому политехническому образованию. Экземпляры всего: 11
2. Отто, М. Современные методы аналитической химии. 3-е изд. – М.: Техносфера, 2008. – 544 с. Экземпляры всего: 5
3. Апарнев, А. И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие / А. И. Апарнев, А. А. Казакова, Т. П. Александрова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 139 с. — ISBN 978-5-7782-3611-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91180.html> (дата обращения: 30.07.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
4. Валова, В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Валова (Копылова) В. Д. - Москва : Дашков и К, 2017. - 200 с. - ISBN 978-5-394-01301-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394013010.html> (дата обращения: 06.08.2021). - Режим доступа : по подписке.
5. Тикунова, И. В. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа : учебное пособие / И. В. Тикунова, Н. В. Дробницкая, А. И. Артеменко и др. - Москва : Абрис, 2012. - 413 с. - ISBN 978-5-4372-0075-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200759.html> (дата обращения: 06.08.2021). - Режим доступа : по подписке.
6. Мельченко Г.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Количественный химический анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мельченко Г.Г., Юнникова Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005.— 104 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14351>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

*Методические указания*

7. Неверная О.Г. Оптические методы анализа / О.Г. Неверная, Н.А.Окишева, И.Г.Остроумов. Учебно-методическое пособие. – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2016. – 38 с. Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/WebLib/22540.pdf>

8. Окишева Н.А. Титриметрические методы анализа / Н.А. Окишева, О.Г. Неверная, С.В.Маркина. Учебно-методическое пособие. – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2016. – 55 с. Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/WebLib/33071.pdf>

9. Окишева Н.А. Потенциометрия / Н.А. Окишева, О.Г. Неверная, А.С.Мостовой. Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Аналитическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Физико-химические методы анализа» – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2016. – 33 с. Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/WebLib/22858.pdf>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

Институт имеет операционные системы Windows, стандартные офисные программы, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных рабочей программой, находящиеся в свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе.

1. [www.chem.msu.su](http://www.chem.msu.su)

2. <http://www.chemistry.ssu.samara.ru>

Источники ИОС

<http://mail/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=901>

Физико-химические методы анализа

## 16. Материально-техническое обеспечение

### Перечень и описание учебных аудиторий:

Для проведения занятий лекционного типа используется учебная аудитория (432), укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 22 стола, 44 стула; рабочее место преподавателя; маркерная доска; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук Lenovo 560 (I3/4Гб/500, мышь), подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

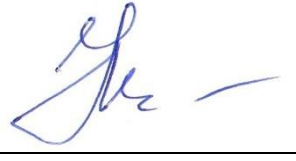
Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

Для проведения лабораторных занятий используется аудитория (208, площадью 80 м<sup>2</sup>), укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 9 столов, 18 стульев; рабочее место преподавателя; маркерная доска; проектор View Sonic, рулонный проекционный экран, системный блок (Atom2550/4Гб/500, клавиатура, мышь) подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия (видео, аудио материалы, планшеты, макеты и т.п.), обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины, технические весы, штативы, электрическая плитка, реактивы, весы теххимические цифровые SCOUT SPU202; рефрактометр УРЛ лабораторный, универсальный с поверкой; РН-метр-милливольтметр РН-410; Ионномер И-500; Колориметр КФК-3, Кондуктометр «Эксперт-002», Сушилка лабораторная SUP-4, Потенциометр Р-307, Весы аналитические WA-31, Прибор РН-метр 340, Прибор РН 637м-17-14, Прибор Т-107 титратор, Поляриметр круговой СМ-3, Рефрактометр ИРФ-454, Спектрофотометр СФ-26, Титровальные установки, Штативы, Электроплитка, Сушильный шкаф 2В-151, посуда химическая стеклянная.

Рабочая программа по дисциплине «Б.1.1.30 Физико-химические методы анализа» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО с учетом рекомендаций ПрОП ВО по направлению 18.03.01 «Хи-

мическая технология» и учебного плана по профилю подготовки «Технология химических и нефтегазовых производств».

Автор(ы):



---

к.х.н. Неверная О.Г.