

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.1.1.25 Аналитическая химия»

направления подготовки

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль 4: «Технология химических и нефтегазовых производств»

форма обучения – очная
курс – 2
семестр – 3
зачетных единиц – 4
часов в неделю – 2
всего часов – 144
в том числе:
лекции – 16
коллоквиумы – нет
практические занятия – нет
лабораторные занятия – 32
самостоятельная работа – 96
зачет – нет
экзамен – 3 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./

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является содействие формированию и развитию у студентов общекультурных, общепрофессиональных компетенций, позволяющих им в дальнейшем осуществлять профессиональную деятельность посредством освоения теоретических и экспериментальных основ химических, физико-химических и физических методов анализа различных объектов, а также ознакомление студентов с приемами и методами химического анализа.

Химический анализ применяется во всех областях науки, техники, производства, которые используют химические вещества. В настоящее время ни один из материалов не поступает в производство и не выпускается без данных химического анализа. По данным химического анализа определяется качество материала и области его использования. Производится также анализ непосредственно в ходе технологического процесса в динамических условиях. Зная результаты химического анализа, инженер-технолог может контролировать технологический процесс и предупреждать образование брака.

Задачи изучаемой дисциплины:

- создать чёткое представление о предмете аналитической химии, современном состоянии и путях развития аналитической химии, связи её с другими науками и практическом применении методов анализа в различных областях человеческой деятельности;
- ознакомить студентов с основными понятиями, законами и методами химии как науки, составляющей фундамент всей системы химических знаний;
- способствовать формированию у студента обобщенных приемов исследовательской деятельности (постановка задачи, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения), научного взгляда на мир в целом;
- развить у студентов профессиональное химическое мышление, чтобы будущий бакалавр смог переносить общие методы научной работы на работу по специальности;
- показать применение теоретических представлений химии (химической термодинамики и химической кинетики) в качественном и количественном анализе;
- рассмотреть типы реакций и процессов в аналитической химии (кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции);
- познакомить студентов с важнейшими методами анализа: гравиметрическим, титриметрическим, электрохимическим, спектроскопическим и оптическим;
- познакомить студентов с основными объектами анализа.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«Аналитическая химия» представляет собой дисциплину базовой (обязательной) части учебного блока (Б.1.1) основной образовательной программы бакалавриата по направлению 18.03.01 «Химическая технология»

. Кроме того, «Аналитическая химия» относится к группе химических дисциплин и изучается:

- после освоения курса: «Общая и неорганическая химия», дающего базовые представления об основных законах, теориях и понятиях химии, в рамках которого приводятся начальные сведения о методах количественного анализа органических веществ;
- при параллельном прохождении курса «Органическая химия» в рамках, которого приводятся более углубленные сведения о протекании химических процессов с участием органических веществ;

- при параллельном прохождении курса «Коллоидная химия» в рамках, которого приводятся сведения о влиянии различных поверхностно активных соединений на протекании химических процессов в растворах.
- перед изучением дисциплин «Физико-химические методы анализа» и «Физическая химия», значительная часть которых связана с рассмотрением свойств органических веществ и их растворов и со способами инструментального анализа.

Знания, полученные обучающимися при изучении «Аналитической химии», 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 осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-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-1)

В результате изучения дисциплины «Аналитическая химия» базовой (обязательной) математической и естественнонаучной 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
- 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)

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, производить расчёт рН в растворах слабых и сильных электролитов, буферных растворов, производить расчёт возможности образования и растворение осадков (ПР, солевой эффект и др.
- 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.

- техникой химического эксперимента, техникой взвешивания на теххимических и аналитических весах, основными методами анализа, способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы).

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)
УК-1: способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1 _{УК-1} Знать методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа.
	ИД-2 _{УК-1} Уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации; - осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.
	ИД-3 _{УК-1} . Владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач, связей и определения наиболее значимых среди них; методиками постановки цели.
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 _{УК-1} Знать методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа.	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 - 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 _{УК-1} Уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации; - осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; - применять системный подход для решения поставленных задач.	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, производить расчёт pH в растворах слабых и сильных электролитов, буферных растворов, производить расчёт возможности образования и растворение осадков (ПР, солевой эффект и др. - выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач.
ИД-3 _{ук-1} . Владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач, связей и определения наиболее значимых среди них; методиками постановки цели.	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 техномеханических и аналитических весах, основными методами анализа, способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы).

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	<p>ИД-1_{ОПК-1} Знает теоретические основы химии как науки о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов</p> <p>ИД-2_{ОПК-1} Умеет анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире</p> <p>ИД-3_{ОПК-1} Владеет инструментарием для решения химических задач в своей предметной области; информацией о назначении и областях применения основных химических веществ и их соединений</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 _{ОПК-1} Знает теоретические основы химии как науки о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 _{ОПК-1} Умеет анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	проводить качественный и количественный анализ органического соединения с использованием химических и физико-химических методов анализа. задач.
ИД-3 _{ОПК-1} Владеет инструментарием для решения химических задач в своей предметной области; информацией о назначении и областях применения основных химических веществ и их соединений	<p>Владеть: экспериментальными методами исследования, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры различных соединений</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 теххимических 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

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы/из них в интерактивной форме					
				Всего	ЛЗ	КЛ	ЛР	ПР	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 семестр									
1	1-3	1	Аналитическая химия, ее задачи и методы. Виды и этапы анализа.	26/2	2/2				24
2	4-8	2	Типы химических реакций и процессов.	38/4	4/4		10		24
3	9-13	3	Общая характеристика химического равновесия	38/4	4/4		10		24
4	14-16	4	Равновесие реакций комплексообразования. Равновесие в системе «раствор-осадок». Весовой анализ (гравиметрия)	42/6	6/6		12		24
Всего				144/16	16/16		32		96

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
3 семестр				
1	2	1	<i>Введение.</i> Предмет аналитической химии, её структура. Индивидуальность аналитической химии, её место в системе наук, связь с практикой. Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ	1-3
2	4	2-4	Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота – сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя. Кисотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности и основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кисотно-основное титрование в неводных средах. Кисотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.	1-5

3	4	5-7	<p>Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций.</p> <p>Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого эл-та. Окислительно-восстановительное титрование: Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования, индикаторы. Погрешности титрования.</p> <p>Перманганатометрия..</p> <p>Иодометрия и иодиметрия. Бихроматометрия. Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. Определение неорганических и органических соединений.</p>	1-6
4	6	8-12	<p><i>Реакции комплексообразования.</i> Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл – лиганд, по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя): внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары), однороднолигандные и смешанолигандные, полиядерные (гетеро-полиядерные и гомополиядерные).</p> <p>Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функции образования (среднее лигандное число), функции закомплексованности, степень образования комплекса. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура.</p> <p>Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости.</p> <p>Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние их</p>	1-6

			природы, расположения, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Влияние общей структуры органических реагентов на их свойства, роль различных функциональных групп. Сущность гравиметрического метода анализа и его недостатки. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений.	
--	--	--	--	--

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом

7. Перечень практических занятий

Не предусмотрены

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
3 семестр			
2	10	Лабораторная работа № 1. Метод нейтрализации. Кислотно-основное равновесие	[8]
3	10	Лабораторная работа № 2 Перманганатометрия. Йодометрия, Хроматометрия	[8]
4	12	Лабораторная работа № 3. Комплексонометрия.	[8]

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
3 семестр			
1	24	а) освоение теоретических основ методов разделения и идентификации веществ, схем качественного анализа катионов и анионов. б) краткий исторический очерк развития аналитической химии (подготовка доклада).	[1] [4] [5]
2	24	Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.	[1] [4] [5] [7],[8], [4]

3	24	1. Понятие об окислительно-восстановительных методах титрования. Молярная масса эквивалента окислителей и восстановителей. 2. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций, связь их с нормальными потенциалами реагирующих веществ.	[1] [4] [5]
4	24	Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функции образования (среднее лигандное число), функции закомплексованности, степень образования комплекса. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка (превращение метастабильной кристаллической модификации в более устойчивую форму; химическое старение в результате изменения состава осадка – дегидратации-гидратации, поликонденсации).	[1] [4] [5]

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.1.1.25 «Аналитическая химия» должна сформироваться универсальная компетенция УК-1.

Карта компетенции УК-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.1.1.25 «Аналитическая химия»	Знать: - содержание основных разделов, составляющих теоретические основы химии как системы	Лекции, лабораторные занятия, само-	Отчеты по лабораторным

		<p>знаний о веществах и химических процессах</p> <ul style="list-style-type: none"> - учение о строении вещества, электронное строение атомов, основы теории химической связи и строения молекул, строение вещества в конденсированном состоянии - 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). 	стоятельная работа	занятиям, тестирование, экзамен.
		<p>Уметь:</p> <p>проводить расчеты по уравнениям химических реакций на основе законов стехиометрии с использованием основных понятий и физических величин</p> <ul style="list-style-type: none"> - свободно и правильно пользоваться химической терминологией - производить расчеты для приготовления растворов заданной концентрации, производить расчёт рН в растворах слабых и сильных электролитов, буферных растворов, производить расчёт возможности образования и растворение осадков (ПР, солевой эффект и др. - выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач. 	Лабораторный практикум, СРС, модули, экзамен	Отчет о лабораторной работе, экзамен
		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 теххимических и аналитических весах, основными методами анализа, способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы). 	Лекции, лабораторные работы, СРС, тестирование.	Отчеты по лабораторному практикуму, модульным работам, экзамен

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б.1.1.25 «Аналитическая химия» должна сформироваться общепрофессиональная 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.1.1.25 «Аналитическая химия»	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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). 	Лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа	Отчеты по лабораторным занятиям, тестирование, экзамен.
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - свободно и правильно пользоваться химической терминологией - производить расчеты для приготовления растворов заданной концентрации, производить расчёт рН в растворах слабых и сильных электролитов, буферных растворов, производить расчёт возможности образования и растворение осадков (ПР, солевой эффект и др. - выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач. 	Лабораторный практикум, СРС, модули, экзамен	Отчет по лабораторной работе, экзамен
		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 теххимических и аналитических весах, основными методами анализа, способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы). 	Лекции, лабораторные работы, СРС, тестирование.	Отчеты по лабораторному практикуму, модульным работам, экзамен

Оценивание уровня сформированности профессиональных компетенций

Выпускник должен обладать:

УК-1: способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

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.

УРОВНИ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ УК-1, ОПК-1

Уровни сформированности компетенции	Основные признаки уровня
<p>Пороговый уровень компетенции: УК-1</p> <p>ОПК-1</p>	<p>помнит или распознает информацию в приблизительном порядке и форме, в которой она была заучена; знает: содержание основных разделов, составляющих теоретические основы химии как системы знаний о веществах и химических процессах.</p> <p>Умеет проводить расчеты по уравнениям химических реакций на основе законов стехиометрии с использованием 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>Продвинутый уровень компетенции: УК-1</p> <p>ОПК-1</p>	<p>Знает: метрологические характеристики методов анализа; методы описания фазовых и химических равновесий. 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, буферных растворов,производить расчёт возможности образования и растворение осадков (ПР, солевой эффект и др.</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>Высокий уровень компетенции: УК-1</p>	<p>Знает: типы реакций и процессов в аналитической химии (кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции), обладает знаниями о природных источниках различных веществ и их рациональном использовании</p> <p>Умеет: выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения професси-</p>

ОПК-1	<p>ональных задач.</p> <p>Владеет: техникой химического эксперимента, техникой взвешивания на технохимических 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.1.1.25. «Аналитическая химия», проводится промежуточная аттестация в виде экзамена. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.1.25. «Аналитическая химия» включает выполнение лабораторных работ, самостоятельной работы, тестовых заданий на зачете. 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 зачет в виде теста. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае успешного выполнения тестовых заданий. К зачету и 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%.

Примеры тестовых заданий.

1. Теоретические основы аналитической химии

ЗАДАНИЕ N 1 (выберите один вариант ответа)

Для идеальных разбавленных растворов величина концентрации в уравнении $\text{pH} = -\lg C_{\text{H}^+}$ выражается в ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | | |
|----|---------------|----|---------|
| 1) | % | 2) | моль/мл |
| 3) | <u>моль/л</u> | 4) | г/л |

ЗАДАНИЕ N 2 (выберите один вариант ответа)

Формула вещества, 0,01 М раствор которого характеризуется наибольшим значением рН, имеет вид...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | | |
|----|---------------------|----|---------------------------------|
| 1) | Mg(OH) ₂ | 2) | NH ₄ OH |
| 3) | <u>NaOH</u> | 4) | Na ₃ PO ₄ |

ЗАДАНИЕ N 3 (выберите один вариант ответа)

Раствор гидроксида натрия имеет рН = 13. Концентрация основания в растворе при 100% диссоциации равна _____ моль/л

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | | |
|----|------------|----|-------|
| 1) | 0,005 | 2) | 0,001 |
| 3) | <u>0,1</u> | 4) | 0,01 |

ЗАДАНИЕ N 4 (выберите один вариант ответа)

Значение рН раствора, полученного путем разбавления 0,05 М раствора серной кислоты ($\alpha = 1$) в 10 раз, равно ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1)	2,0	2)	2,3
3)	<u>1,3</u>	4)	1,0

ЗАДАНИЕ N 5 (выберите один вариант ответа)

Масса гидроксида калия, содержащаяся в 10 л его раствора, значение рН которого равно 11, составляет _____ г ($\alpha = 1$).

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1)	0,056	2)	0,112
3)	<u>0,28</u>	4)	<u>0,56</u>

ЗАДАНИЕ N 6 (выберите один вариант ответа)

Растворимость данного вещества равна его концентрации в _____ растворе.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | | |
|----|--------------|----|-------------------|
| 1) | истинном | 2) | <u>насыщенном</u> |
| 3) | пересыщенном | 4) | ненасыщенном |

ЗАДАНИЕ N 7 (выберите один вариант ответа)

Наименьшей растворимостью (моль/л) обладает карбонат двухвалентного металла, значение произведения растворимости которого равно...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | | |
|----|----------------------|----|--|
| 1) | $1,8 \cdot 10^{-11}$ | 2) | $3,8 \cdot 10^{-9}$ |
| 3) | $4,0 \cdot 10^{-10}$ | 4) | <u>$7,5 \cdot 10^{-14}$</u> |

ЗАДАНИЕ N 8 (выберите один вариант ответа)

Масса карбоната бария, содержащаяся в 10 л насыщенного раствора, равна ____ мг ($IP_{BaCO_3} = 4,0 \cdot 10^{-10}$).

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1)	3,94	2)	19,7
3)	<u>39,4</u>	4)	78,8

ЗАДАНИЕ N 9 (выберите один вариант ответа)

При разбавлении ацетатного буферного раствора в два раза значение величины **pH** ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1)	<u>не изменится</u>	2)	увеличится в 2 раза
3)	уменьшится в 2 раза	4)	уменьшится на 2

ЗАДАНИЕ N 10 (выберите один вариант ответа)

Свойства кислоты и основания может проявлять ион...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | | |
|----|-----------------------------|----|-------------|
| 1) | <u>HSO_3^-</u> | 2) | NO_3^- |
| 3) | Cl^- | 4) | SO_4^{2-} |

\

Вопросы к экзамену (3 семестр)

1. Метрологические основы химического анализа: основные понятия и представления, погрешности. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, верхняя и нижняя граница предела обнаружения.
2. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Способы оценки правильности и воспроизводимости. Закон нормального распределе-

- ния случайных ошибок, t - и F -распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение, интервальное значение определяемой величины.
3. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Описание сложных равновесий в растворах. Общая и равновесная концентрация. Концентрационные, термодинамические и условные константы равновесия. Графическое описание равновесий, распределительные диаграммы.
 4. Кисотно-основное равновесие. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Электронная теория Льюиса.
 5. Равновесие в системе «кислота - сопряженное основание» и амфипротонный растворитель. Константа кислотности и основности, связь между ними.
 6. Кисотно-основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя.
 7. Кисотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление pH буферных растворов, кислот, оснований, солей.
 8. Комплексные соединения, используемые в аналитической химии. Ступенчатое комплексообразование, количественные характеристики процесса: константы устойчивости (общие и ступенчатые). Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости.
 9. Функции комплексообразования: степень образования комплекса, среднее лигандное число, функция закомплексованности, связь их с константами устойчивости и концентрацией лиганда. Диаграммы распределения.
 10. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Теория аналогий В.Кузнецова. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Факторы, определяющие устойчивость хелатов, хелатный эффект.
 11. Характеристика окислительно-восстановительных реакций. Электродный потенциал. Уравнение Нернста.
 12. Влияние различных факторов на величину окислительно-восстановительного потенциала. Стандартный и формальный потенциалы.
 13. Связь констант равновесия окислительно-восстановительных реакций со стандартными потенциалами. Направление реакций окисления и восстановления. Факторы, определяющие направление реакций.
 14. Виды титриметрических определений по способу выполнения. Вычисление результатов при прямом, обратном титровании и титрования заместителя.
 15. Метод кислотно-основного титрования. Константа равновесия протолитической реакции. Случаи титрования. Факторы, обуславливающие возможность повеления кислотно-основного титрования.
 16. Кривые титрования и их виды (линейные, логарифмические, дифференциальные). Нахождение скачка кривой титрования, принципы выбора индикатора.
 17. Построение кривой титрования сильной кислоты сильным основанием и наоборот. Факторы, влияющие на форму кривой титрования. Выбор индикатора.
 18. Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием. Факторы, обуславливающие форму кривой титрования. Выбор необходимого индикатора.
 19. Построение кривой титрования слабого основания сильной кислотой. Анализ полученной кривой, факторы, влияющие на форму кривой. Выбор индикатора.
 20. Кислотно-основные индикаторы. Ионно-хромофорная теория индикаторов.
 21. Равновесия в растворах pH -индикаторов. Константа ионизации индикатора, интервал перехода окраски и показатель титрования. Индикаторные ошибки.
 22. Сущность и основные особенности метода окислительно-восстановительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям и условия выполнения реакций. Молярная масса эквивалента окислителей и восстановителей.

23. Реальный окислительно-восстановительный потенциал и зависимость его от концентрации реагирующих веществ, реакции среды, процессов осаждения и комплексообразования.
24. Константа равновесия окислительно-восстановительных реакций, связь ее с нормальными (стандартными) потенциалами реагирующих веществ. Направленность реакций окисления-восстановления.
25. Изменение окислительно-восстановительных потенциалов растворов в процессе титрования. Построение кривой титрования по меду редоксиметрии. Факторы, влияющие на характер кривой титрования.
26. Способы фиксирования момента эквивалентности в оксидиметрии. Окислительно-восстановительные индикаторы, принцип их действия. Интервал перехода индикатора. Выбор индикатора.
27. Теоретические основы перманганатометрии. Окислительные свойства перманганата калия в зависимости от условий протекания реакции, основные осложнения при проведении перманганатометрического анализа. Исходные вещества. Примеры объемно-аналитических определений по методу перманганатометрии.
28. Сущность метода иодометрии. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель в зависимости от стандартных потенциалов определяемых окислительно-восстановительных систем. Устойчивость раствора тиосульфата натрия и йода. Условия проведения и примеры иодометрических определений.
29. Теоретические основы комплексонометрического титрования. Требования к реакциям, применяемым в комплексонометрии. Условия комплексонометрического титрования, способы титрования.
30. Построение кривых титрования по методу комплексонометрии. Влияние условий комплексонометрического титрования на характер кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Ошибки титрования.
31. Металлохромные индикаторы, принцип их действия и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы повышения селективности хелатометрического титрования.

14. Образовательные технологии

В рамках подготовки по дисциплине Аналитическая химия 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 «Метрологические основы химического анализа», «Теоретические основы комплексонометрического метода анализа», «Кислотно-основное равновесие» (100%), чтение лекций с применением мультимедийных технологий по темам «Титриметрия», «Гравиметрия», «Перманганатометрия» (100%), Доля лекционных занятий от общего числа аудиторных часов составляет 40%. Даже в ходе лекционных занятий предусмотрено включение элементов дискуссий, работа с видеоматериалом по изучению различных аналитических методов ведения анализа соединений, не вошедших в лабораторный практикум. 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
2. <http://www.chemistry.ssu.samara.ru>

Источники ИОС

<http://mail/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=735>

Аналитическая химия

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 м²), 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 технохимические 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.

Программное обеспечение:

- операционная система MS Windows с программами под MS Windows: MS Word - текстовый редактор; MS Excel - табличный процессор.

Рабочая программа по дисциплине «Б.1.1.25 Аналитическая химия» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО с учетом рекомендаций ПрОП ВО по направлению 18.03.01 «Химическая технология» и учебного плана по профилю подготовки «Технология химических и нефтегазовых производств».

Автор(ы):



к.х.н. Неверная О.Г.