

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Аналитической химии
Селеменов В.Ф.

15.06.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
С1.Б.15 Аналитическая химия

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

2. Профиль подготовки/специализация: _

3. Квалификация (степень) выпускника: специалист

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра аналитической химии

6. Составители программы: _____

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Елисеева Татьяна Викторовна, к.х.н., доцент

7. Рекомендована: Научно-методическим Советом химического факультета,
24.05.2018, протокол №5

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2020-2021

Семестр(ы): 5,6

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Целью преподавания аналитической химии является обучение студентов теоретическим основам классических и инструментальных методов анализа, умению применять их на практике. Специалист-химик должен получить всесторонние знания для проведения различного рода анализов с применением современного аналитического оборудования и использованием математической обработки полученных результатов. В задачи курса входит обучение технике аналитического эксперимента, способам приготовления растворов, изучение закономерностей химических реакций, протекающих в растворах и лежащих в основе различных методов анализа, освоение основ метрологии химического анализа, приобретение навыков проведения разделения, выделения, концентрирования и определения веществ в ходе химического анализа.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (блок С1, базовая или вариативная часть, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей))

С1.Б Блок С1. Базовая часть.

Для успешного обучения основам аналитической химии студент должен: иметь базовые знания фундаментальных разделов физики, общей, неорганической и физической химии, владеть математическим аппаратом и основами информатики в объеме, необходимом для освоения основных методов анализа. Знания, полученные в ходе изучения дисциплины, необходимы при изучении последующих курсов: «Органическая химия», «Высокомолекулярные соединения», «Коллоидная химия», «Физико-химические методы анализа», «ЯМР и ХМС в органической химии», «Аналитический контроль качества и экологической безопасности объектов окружающей среды», «Синтетические и композитные материалы в химическом анализе», «Методы анализа в криминалистике». В результате освоения курса «Аналитическая химия» студенты должны овладеть основными понятиями аналитической химии, знаниями теоретических основ важнейших химических и физико-химических методов анализа, основами метрологии химического анализа, подходами к разработке схемы аналитического процесса, к выбору метода анализа, правилами и навыками работы с аналитическим оборудованием и химической посудой.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	Способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач.	<p>знать: основные понятия аналитической химии, теоретические основы классических и инструментальных методов анализа</p> <p>уметь: использовать полученные теоретические знания для разработки новых и отработки существующих методик анализа на базе изученных методов, для проведения научно-исследовательской работы, в том числе в рамках выполнения курсовой и дипломной работы, а также на производственной практике.</p> <p>владеть: подходами к разработке схемы</p>

		аналитического процесса на основе поставленной аналитической задачи, навыками получения новой аналитической информации при решении профессиональных задач.
ОПК-2	Владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	<p>знать: важнейшие химические и физико-химические методы анализа, основные стадии аналитического процесса, технику химического эксперимента</p> <p>уметь: выполнять основные аналитические операции, необходимые на разных стадиях аналитического процесса, применять основные методы аналитической химии и аналитическое оборудование</p> <p>владеть: техникой химического эксперимента, правилами работы с мерной химической посудой и аналитическим оборудованием для спектральных, электрохимических, хроматографических и других методов анализа</p>
ОПК-6	Владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	<p>знать: основные правила безопасной работы с химическими веществами, химической посудой, правила электробезопасности и пожарной безопасности в аналитической лаборатории</p> <p>уметь: соблюдать правила техники безопасности в лабораторных и технологических условиях</p> <p>владеть: навыками организации безопасных условий выполнения аналитического эксперимента с использованием классических и инструментальных методов анализа.</p>
ПК-1	Способность проводить научные исследования по сформированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	<p>знать: теоретические основы аналитической химии, теоретические основы отдельных методов анализа, их возможности в решении фундаментальных и прикладных научных задач, современные тенденции развития химического анализа</p> <p>уметь: выбрать подходящий метод анализа, разработать его методику, применить подходящее аналитическое оборудование, провести необходимые расчеты аналитических систем в ходе научных исследований, грамотно применяя фундаментальные понятия и законы аналитической химии, и сделать выводы</p> <p>владеть: навыками проведения аналитического эксперимента, математической обработки результатов анализа, интерпретации полученных результатов</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 16 / 540 .

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) зачет/экзамен.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		5 семестр	6 семестр	...
Аудиторные занятия	278	152	126	
в том числе:				
лекции	86	50	36	
практические	-	-	-	
лабораторные	192	102	90	
Самостоятельная работа	190	118	72	
Форма промежуточной аттестации (зачет / экзамен.)	72	36	36	
Итого:	540	306	234	

13.1. Содержание разделов дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Введение в аналитическую химию	Аналитическая химия как наука. Предмет и задачи аналитической химии. Этапы исторического развития. Структура современной аналитической химии. Виды анализа. Методологические аспекты аналитической химии. Классификация методов аналитической химии. Требования к методам. Цели аналитического определения. Значение и области применения химического анализа.
1.2	Стадии аналитического процесса и метрологические вопросы аналитической химии	Стадии аналитического процесса. Отбор пробы. Подготовка пробы к анализу. Методы разложения в аналитической химии. Разделение концентрирование, маскирование. Измерение аналитического сигнала. Метрологические основы аналитической химии. Понятие предела обнаружения и чувствительности. Систематические и случайные ошибки. Устранение грубых промахов. Математическая обработка результатов анализа.
1.3	Химическое равновесие в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа.	Общая характеристика реакций в растворе. Химическое равновесие и закон действующих масс. Факторы, влияющие на равновесие: температура, ионная сила, конкурирующие химические реакции. Аналитическая и равновесная концентрация. Уравнение материального баланса. Условие электронейтральности. Константы равновесия. Классификация равновесий. Гетерогенное равновесие. Равновесие в системе осадок-раствор. Константа произведения растворимости. Понятие растворимости. Условие образования и растворения осадков. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимого электролита. Гравиметрия. Методы осаждения и отгонки. Расчет результатов гравиметрических определений. Гравиметрический фактор. Требования к осадителю. Осаждаемая и гравиметрическая форма, требования к ним. Аморфные и кристаллические осадки, условия их получения. Понятие относительного пересыщения. Экспериментальный контроль размера частиц осадков. Механизм образования осадков. Причины загрязнения осадков. Типы соосаждения: адсорбция, изоморфизм, окклюзия, инклюзия. Гомогенное осаждение, или метод возникающих реагентов. Старение осадков. Промывание осадков. Термическая обработка осадков. Критический анализ гравиметрического метода и практическое применение гравиметрического метода.

1.4	<p>Основные типы реакций, используемые в титриметрии.</p> <p>Титриметрические методы анализа.</p>	<p>Титриметрические методы анализа. Понятия титрования и титранта. Первичные и вторичные стандарты. Способы приготовления, требования к веществам, используемым в качестве первичных стандартов. Требования к реакциям в титриметрии. Классификация титриметрических методов: кислотно-основное титрование, окислительно-восстановительное титрование, комплексометрия, осадительное титрование. Приемы титрования: прямое, обратное, косвенное. Методики пипетирования и отдельных навесок. Способы выражения концентрации в титриметрии: молярная концентрация эквивалентов, титр, титр по определяемому веществу. Понятия эквивалента и фактора эквивалентности. Закон эквивалентов. Расчеты в титриметрическом анализе.</p> <p>Существующие теории кислот и оснований. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Кислоты, основания, амфолиты. Автопротолиз воды. Соотношение между константой кислотности и константой основности сопряженной протолитической пары. Классификация растворителей по донорно-акцепторной способности по отношению к протону. Показатель кислотности среды. Расчет pH в растворах протолитов. Сильные и слабые кислоты и основания. Равновесия в растворах многоосновных кислот. Расчет pH в растворе многоосновной кислоты.</p> <p>Расчет pH в растворах амфолитов. Буферные растворы. Буферная емкость. Расчет pH в буферных растворах. Расчет pH в растворах гидролизующихся солей.</p> <p>Метод кислотно-основного титрования, или протолитометрия. Теории индикаторов в протолитометрии. Интервал перехода окраски индикатора. Кривые кислотно-основного титрования. Титрование сильных и слабых протолитов.</p> <p>Индикаторные ошибки в протолитометрии: водородная, гидроксильная, кислотная и основная. Графический и аналитический способы выявления ошибки.</p> <p>Комплексы в аналитической химии. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константа устойчивости. Комплексометрия. Свойства и типы комплексонов. Этилендиаминтетрауксусная кислота и ее динатриевая соль. Стандарты в комплексометрии. Приемы титрования в комплексометрии. Кривая комплексометрического титрования. Индикаторы в комплексометрии.</p> <p>Индикаторные ошибки. Применение комплексометрии. Определение общей жесткости воды. Определение ионов металлов при совместном присутствии.</p> <p>Равновесия в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста. Направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы: специфические и окислительно-восстановительные. Кривая окислительно-восстановительного титрования.</p> <p>Перманганатометрия. Дихроматометрия. Иодометрия. Понятие об осадительном титровании. Аргентометрия. Меркурометрия. Кривые титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования.</p>
1.5	Термические методы анализа	<p>Термогравиметрия. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Термометрическое титрование. Понятие о дилатометрии и катарометрии.</p>
1.6	Методы маскирования,	Классификация методов разделения. Методы разделения

	разделения и концентрирования	гетерогенных и гомогенных смесей. Методы разделения, основанные на образовании новой фазы. Методы разделения, основанные на распределении компонентов между двумя фазами. Методы разделения, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью. Методы внутрифазного разделения.
1.7	Хроматографические методы анализа	Введение в хроматографические методы анализа. История открытия хроматографии. Классификация хроматографических методов. Теоретические основы хроматографического анализа. Аналитический сигнал в хроматографии. Понятие теоретической тарелки и высоты, эквивалентной теоретической тарелке. Уравнение Ван Деемтера и оптимизация хроматографического процесса. Газовая хроматография, блок-схема установки, выбор газ-носителя, сорбента, детектора. Насадочные и капиллярные колонки. Качественный анализ в газовой хроматографии. Время удерживания, индексы Ковача. Количественный анализ. Жидкостная хроматография. Растворители для жидкостной хроматографии. Выбор сорбента. Модификация поверхности сорбента. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая – виды высокоэффективной жидкостной хроматографии. Детекторы в жидкостной хроматографии. Ионообменники. Ионный обмен в аналитической химии. Ионообменная хроматография. Ионная хроматография. Сорбенты для ионной хроматографии. Двухколоночные и одноколоночные варианты ионной хроматографии. Детекторы в ионной хроматографии. Гель-хроматография (эксклюзионная хроматография). Планарная хроматография. Виды бумажной хроматографии. Тонкослойная хроматография. Высокоэффективная тонкослойная хроматография. Выбор оптимального метода хроматографического анализа.
1.8	Спектральные методы анализа	Введение в спектральный анализ. Исходные определения. Классификация спектральных методов анализа по длинам волн (частотам, энергиям), механизму взаимодействия электромагнитного поля с веществом. Атомная и молекулярная спектроскопия. Эмиссионный спектральный анализ. Атомизаторы. Ионизация. Способы монохроматизации и регистрации спектров. Качественный и количественный атомно-эмиссионный анализ. Пламенный фотометрический анализ. Атомно-абсорбционный анализ. Электротермический вариант атомно-абсорбционного анализа. Закон светопоглощения в линейной и экспоненциальной форме. Отклонения от линейности при светопоглощении. Фотометрический анализ. Выбор светофильтров. Чувствительность фотометрического определения. Качественный и количественный фотометрический анализ. Роль монохроматичности в абсорбционной спектроскопии. Спектрофотометрический анализ. Анализ многокомпонентных систем. Определение молярных коэффициентов светопоглощения. Колебательная спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Идентификация веществ методом инфракрасной спектроскопии. Люминесцентный анализ. Резонансная спектроскопия, флуоресцентная и фосфоресцентная спектроскопия. Виды тушения. Особенности аппаратуры в люминесцентном анализе. Масс-спектроскопия. Хромато-масс-спектроскопия.
1.9	Электрохимические методы	Введение в электрохимические методы анализа.

	анализа	<p>Потенциометрический анализ. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионоселективные электроды. Стеклоэлектрод и его теория. Ионметрия и потенциометрическое титрование.</p> <p>Электрохимические сенсоры. Мультисенсорные системы. Вольтамперометрия. Ртутный капающий электрод и полярографический анализ. Твердые электроды. Потенциал полуволны и качественный вольтамперометрический анализ. Предельный диффузионный ток. Количественный вольтамперометрический анализ. Понятие об инверсионной вольт-амперометрии. Амперометрическое титрование. Электрогравиметрический анализ.</p> <p>Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Прямая кондуктометрия. Низкочастотное кондуктометрическое титрование. Высокочастотное кондуктометрическое титрование.</p>
2. Лабораторные работы		
2.1	Введение в аналитическую химию	Техника безопасности при работе в аналитической лаборатории. Техника аналитического эксперимента. Взвешивание на технических и аналитических весах.
2.2	Стадии аналитического процесса и метрологические вопросы аналитической химии	Правила работы с химической посудой. Калибрование точной мерной посуды.
2.3	Химическое равновесие в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа.	<p>Определение содержания бария в кристаллогидрате $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ с использованием метода осаждения</p> <p>Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ методом отгонки</p>
2.4	Основные типы реакций, используемые в титриметрии. Титриметрические методы анализа.	<p>Протолитометрия. Приготовление и стандартизация растворов протолитов.</p> <p>Определение временной (карбонатной) жесткости воды.</p> <p>Определение двух протолитов при совместном присутствии с использованием двух индикаторов.</p> <p>Комплексонометрия. Стандартизация раствора трилона Б.</p> <p>Определение общей жесткости воды.</p> <p>Комплексонометрическое определение ионов различных металлов в многокомпонентных системах (контрольная работа по вариантам).</p> <p>Окредметрия. Перманганатометрия. Стандартизация раствора перманганата калия.</p> <p>Перманганатометрическое определение содержания ионов железа в растворе.</p> <p>Иодометрия. Стандартизация раствора тиосульфата натрия.</p> <p>Иодометрическое определение ионов меди в растворе.</p> <p>Определение пероксида водорода.</p> <p>Осадительное титрование. Определение содержания хлорид-ионов в природных водах.</p>
2.5	Термические методы анализа	-
2.6	Методы маскирования, разделения и концентрирования	Экстракция. Определение микроколичеств иодид-ионов в присутствии макроколичеств хлорид- и бромид-ионов
2.7	Хроматографические методы анализа	<p>Газохроматографический анализ смеси спиртов.</p> <p>Разделение ионов цинка и никеля на анионообменнике.</p> <p>Определение смеси аминокислот методом бумажной хроматографии.</p>
2.8	Спектральные методы анализа	<p>Фотометрия. Определение ионов железа в растворе методом фотометрии.</p> <p>Определение ионов меди в растворе методом фотометрии.</p>

		Пламенная эмиссионная спектроскопия. Определение ионов натрия и калия. Количественный анализ соединений хрома и марганца при совместном присутствии методом спектрофотометрии. Определение содержания ароматической аминокислоты методом спектрофотометрии.
2.9	Электрохимические методы анализа	Потенциометрическое титрование ионов железа раствором бихромата калия. Определение нитрат-ионов в растворе с использованием нитрат-селективного электрода. Кулонометрическое титрование ионов меди в растворе.

13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в аналитическую химию	4	0	6	10	20
2	Стадии аналитического процесса и метрологические вопросы аналитической химии	6	0	12	14	32
3	Химическое равновесие в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа.	8	0	24	18	50
4	Основные типы реакций, используемые в титриметрии. Титриметрические методы анализа.	22	0	60	26	108
5	Термические методы анализа	2	0	0	17	19
6	Методы маскирования, разделения и концентрирования	10	0	6	15	31
7	Хроматографические методы анализа	14	0	32	34	80
8	Спектральные методы анализа	12	0	26	32	70
9	Электрохимические методы анализа	8	0	26	24	58
Итого:		86	0	192	190	468

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Основными учебными материалами при освоении дисциплины «Аналитическая химия» являются конспекты лекций 5 и 6 семестров, учебно-методические пособия для выполнения лабораторных работ по классическим и инструментальным методам анализа, методические пособия с заданиями для текущей аттестации, основная литература, приведенная в настоящей Программе, а также дополнительная литература для самостоятельной работы учащихся.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник: для студ. вузов, обуч. по хим.

	направлениям / под ред. Ю. А. Золотова. – Москва : Академия, 2014. – (Высшее образование. Естественные науки). - Т. 1 / [Т. А. Большова и др.] - 6-е изд., перераб. и доп. - 2014. – 390 с.
2	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю.А. Золотова. – Москва : Академия, 2014. – (Высшее образование. Естественные науки). - Т. 2 / [Н. В. Алов и др.] -6-е изд., перераб. и доп. - 2014. – 409 с.
3	Кристиан Г. Аналитическая химия= Analytical Chemistry : в 2-х т. / Г. Кристиан ; пер. с англ. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – Т.1. – 623 с. ; Т.2. – 504 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Аналитическая химия. Проблемы и подходы : в 2-х кн. / под. ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г.М. Видмера. – Москва : Мир, АСТ. – 2004. – Т.1. – 608 с.; Т.2. – 728 с.
5	Основы аналитической химии : практическое руководство : учеб. пособие для студентов университетов и вузов, обуч. по хим.-технол., с.-х, мед., фармацевт. специальностям / Ю.А. Барбалат [и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Высш. шк., 2001. – 463 с.
6	Васильев В.П. Практикум по аналитической химии : учеб. пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина. - М. : Химия, 2000. – 328 с.
7	Васильев В. П. Аналитическая химия : сборник вопросов, упражнений и задач : пособие для вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова ; под ред. В. П. Васильева. – М. : Дрофа, 2003. – 320 с.
8	Основы аналитической химии : задачи и вопросы : учеб. пособие для студ. университетов, хим.-технол, пед., с.-х., мед., и фармацевт. вузов / В.И. Фадеева [и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Высш. шк., 2002. – 411 с.
9	Сабадвари Ф. История аналитической химии / Ф. Сабадвари, А. Робинсон. – Москва : Мир, 1984. – 303 с.
10	Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – Москва : Химия, 1989. – 446 с.
11	Золотов Ю. А. О химическом анализе и о том, что вокруг него / Ю. А. Золотов. – Москва : Наука, 2004. – 432 с.
12	Прикладной химический анализ : практическое руководство / Под ред. Т. Н. Шеховцовой, О. А. Шпигуна, М. В. Попика. – Москва : Изд-во МГУ, 2010. – 456 с.
13	Классические методы анализа. Практические работы по аналитической химии : учебно-методическое пособие / составители: Т.В. Елисеева [и др.]. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. – 135 с.
14	Методы разделения и выделения веществ в химии, медицине, промышленном производстве / [сост. Т. В. Елисеева, Л. С. Нечаева, А. Н. Зяблов и др.]; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. – 62 с.
15	Будников Г. К. Основы современного электрохимического анализа / Г. К. Будников, В. Н. Майстренко, М. Р. Вяселев. – Москва : Мир, 2003. – 591 с.
16	Бобрешова О. В. Потенциометрические сенсоры на основе ионообменников для анализа водных растворов / О. В. Бобрешова, А. В. Паршина. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. – 154с.
17	Потенциометрические методы анализа лекарственных веществ : учебное пособие / сост. В. И. Васильева, О.Ф. Стоянова, Э.М. Акберова, В.Ф. Селеменев, И.В. Шкутина ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015. – 106 с.
18	Спектральные методы анализа: учеб.-метод. пособие / В. И. Васильева [и др.] – Воронеж : Научная книга, 2011. – 212 с.
19	Практическая газовая и жидкостная хроматография : учеб. пособие / Б. В. Столяров, И. М. Савинов, А. Г. Витенберг [и др.] – Санкт-Петербург : издательство Санкт-Петербургского университета. – 2002. – 610 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Источник
20	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
21	«Аналитика-Мир профессионалов» ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ http://www.anchem.ru/
22	Интернет-ресурсы по методам химического анализа - http://www.rusanalytchem.org
23	Интернет портал для химиков http://www.chemweb.com

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	<i>Практические работы по аналитической химии: Титриметрические методы анализа : учебно-методическое пособие по направлению подготовки / специальности «Химия» и «Фундаментальная и прикладная химия» / сост.: Т. В. Елисеева [и др.] - Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015, - 97с.</i>
2	<i>Аналитическая химия: задачи, тесты, контрольные работы : учебное пособие / сост. Т. А. Крысанова [и др.] ; Воронежский государственный университет. – Воронеж, 2016. – 103 с.</i>
3	<i>Елисеева Т. В. Контрольные задания по курсу «Аналитическая химия» / Т. В. Елисеева, А. Н. Зяблов, А. В. Калач. – Воронеж : ВГУ, 2011. – 40 с.</i>

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Весы аналитические; весы технические; дистилляторы лабораторные; иономеры ЭВ-74; кулонометрические установки; фотоэлектроколориметры КФК-2; пламенные анализаторы жидкости ПАЖ-1, ПАЖ-2; спектрофотометры СФ-26, СФ-56, СФ-2000; хроматографы газовые Chrom-4, Chrom-5; ионообменные колонки; хроматографическая бумага; сушильные шкафы, муфельные печи; плитки электрические; химические реактивы; химическая посуда.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1 Способность воспринимать, развивать и использовать основы теоретических основ традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач.	знать: основные понятия аналитической химии, теоретические основы классических и инструментальных методов анализа	Разделы 1-9	КИМ для экзаменов, Контрольные работы 1-3
	уметь: использовать полученные теоретические знания для разработки новых и отработки существующих методик анализа на базе изученных методов, для проведения научно-исследовательской работы, в том числе в рамках выполнения курсовой и дипломной работы, а также на производственной практике.	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, Контрольные работы 1-3, Лабораторные работы Разделов 2-4 и 6-9, Курсовая работа
	владеть: подходами к разработке схемы аналитического процесса	Раздел 2 Стадии аналитического	КИМ для зачета, экзамена в 5

	на основе поставленной аналитической задачи, навыками получения новой аналитической информации при решении профессиональных задач.	процесса и метрологические основы аналитической химии, Раздел 1 Введение в аналитическую химию	семестре, Курсовая работа, Реферат по математической обработке результатов анализа
ОПК-2 Владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	знать: важнейшие химические и физико-химические методы анализа, основные стадии аналитического процесса, технику химического эксперимента	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, экзаменов
	уметь: выполнять основные аналитические операции, необходимые на разных стадиях аналитического процесса, применять методы аналитической химии и аналитическое оборудование	Разделы 1-4, 6-9	КИМ для зачетов, Курсовая работа, лабораторные работы Разделов 1-4, 6-9
	владеть: техникой химического эксперимента, правилами работы с мерной химической посудой и аналитическим оборудованием для спектральных, электрохимических, хроматографических и других методов анализа	Разделы 1-2, Раздел 7 Хроматографические методы анализа, Раздел 8 Спектральные методы анализа, Раздел 9 Электрохимические методы анализа	КИМ для зачетов, Курсовая работа, Контрольная работа 3, Контрольная работа 2, Лабораторные работы разделов 1-2, 7-9.
ОПК-6 Владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	знать: основные правила безопасной работы с химическими веществами, химической посудой, правила электробезопасности и пожарной безопасности в аналитической лаборатории	Разделы 1,2,8,9	КИМ для зачетов, Лабораторные работы Раздела 1, Раздела 6 и Раздела 9
	уметь: соблюдать правила техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	Разделы 1-4, 6-9.	КИМ для зачетов, Лабораторные работы разделов 1-4, 6-9, Курсовая работа
	владеть: навыками организации безопасных условий выполнения аналитического эксперимента с использованием классических и инструментальных методов анализа.	Разделы 1-4, 6-9	КИМ для зачетов; Курсовая работа, Лабораторные работы разделов 1-4, 6-9
ПК-1 Способность проводить научные исследования по сформированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	знать: теоретические основы аналитической химии, теоретические основы отдельных методов анализа, их возможности в решении фундаментальных и прикладных научных задач, современные тенденции развития химического анализа	Разделы 1-9.	КИМ для экзаменов, Контрольная работа 1 Контрольная работа 2 Контрольная работа 3
	уметь: выбрать подходящий метод анализа, разработать его методику, применить подходящее аналитическое оборудование, провести необходимые расчеты аналитических систем в ходе научных исследований, грамотно применяя фундаментальные понятия и законы аналитической	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, Курсовая работа

	химии, сделать выводы		
	владеть: навыками проведения аналитического эксперимента, математической обработки результатов анализа, интерпретации полученных результатов	Разделы 1- 4, 6-9.	КИМ для зачетов, Реферат по математической обработке результатов анализа, Курсовая работа, Лабораторные работы Разделов 1-4, 6-9
Промежуточная аттестация			Комплект КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются ЗУНЫ из пункта 19.1.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения на экзаменах.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами аналитической химии, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области современного химического анализа в соответствии с компетенциями.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не является полным, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, но допускает некоторые незначительные ошибки при ответе, что говорит о недостаточно полном освоении компетенций.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не является полным, и обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичное знание предмета, допускает существенные ошибки при ответе, что свидетельствует о недостаточном владении компетенциями.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует основным требованиям к ЗУНам 19.1, обучающийся демонстрирует только отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Компетенции не сформированы.</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

Соотношение показателей и критериев оценивания результатов обучения на зачетах.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности	Шкала оценок
---------------------------------	--------------------------	--------------

	КОМПЕТЕНЦИЙ	
<i>Обучающийся выполнил и защитил результаты всех лабораторных работ, дает правильные ответы на вопросы КИМ к зачету, владеет умениями и навыками в соответствии с п.19.1, способен применять теоретические знания курса для решения практических задач в области современного химического анализа в соответствии со формируемыми компетенциями.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>зачтено</i>
<i>Выполнены и защищены не все лабораторные работы и/или ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует основным требованиям к ЗУНам 19.1, обучающийся демонстрирует только отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Освоение курса в соответствии с компетенциями учебного плана и рабочей программы не показано обучающимся.</i>	–	<i>не зачтено</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзаменам:

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен №1) по дисциплине

- 1.Предмет аналитической химии. Классификация аналитических методов. Требования к методам.
- 2.Значение и области применения химического анализа. Виды анализа. Качественный и количественный анализ.
- 3.Стадии аналитического процесса. Отбор пробы. Подготовка пробы для анализа.
- 4.Аналитический сигнал. Измерение. Градуировка. Понятия чувствительности и предела обнаружения.
- 5.Точность измерения. Систематические и случайные ошибки. Математическая обработка результатов анализа.
- 5.Теоретические основы метода гравиметрии. Равновесие в системе осадок-раствор. Термодинамическая, концентрационная и условная константа произведения растворимости. Условия образования и растворения осадка.
- 6.Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимого электролита.
- 7.Сущность гравиметрического метода анализа. Метод осаждения и метод отгонки. Расчеты в гравиметрии. Гравиметрический фактор.
- 8.Требования к осадителю. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования к ним.
- 9.Аморфные и кристаллические осадки, условия их получения. Размер частиц осадков, влияние различных факторов. Относительное пересыщение. Гомогенное осаждение.
- 10.Загрязнение осадков. Соосаждение, его различные механизмы.
- 11.Применение гравиметрического метода. Гравиметрическое определение бария и воды в кристаллогидрате хлорида бария.
- 12.Сущность титриметрии. Классификация титриметрических методов.
- 13.Метод пипетирования и метод отдельных навесок. Прямое, обратное и косвенное титрование.
- 14.Теоретические основы кислотно-основного титрования. Протолитическая теория кислот и оснований. Сила кислот и оснований. Константы диссоциации слабых электролитов.
- 15.Классификации растворителей. Амфипротные растворители, константа автопротолиза. Ионное произведение воды. Показатель кислотности среды.
- 16.Расчёт рН в растворах сильных и слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей, амфолитов.
- 17.Буферные растворы. Буферная емкость. рН буферных растворов.
- 18.Кривые титрования сильных кислот и оснований.
- 19.Кислотно-основные индикаторы, теории индикаторов.

20. Кривые титрования слабых кислот и оснований.
21. Выбор индикатора. Индикаторные ошибки.
22. Титрование смесей протолитов (на примере определение соды и щелочи при совместном присутствии). Применение кислотно-основного титрования.
23. Комплексообразование. Применение комплексов в аналитической химии. Комплексометрия.
24. Сущность метода комплексонометрии. Комплексоны. Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТУ). Уравнение материального баланса. Расчет молярной доли одной из форм ЭДТУ.
25. Трилон Б, комплексы ионов металлов с трилоном Б. Комплексонометрическое титрование. Первичные стандарты. Металлоиндикаторы.
26. Кривые титрования в комплексонометрии. Индикаторные ошибки в комплексонометрии.
27. Применение комплексонометрического титрования. Определение жесткости воды. Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование.
28. Определение смеси ионов металлов при совместном присутствии.
29. Окислительно-восстановительное равновесие. Уравнение Нернста.
30. Константа равновесия. Направление окислительно-восстановительной реакции.
31. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования в оксидометрии. Способы обнаружения конечной точки титрования.
32. Перманганометрия.
33. Иодометрия. Косвенное иодометрическое определение ионов меди в растворе.
34. Методы окислительно-восстановительного титрования по типу титранта (краткая характеристика).
35. Понятие об осадительном титровании. Применение осадительного титрования. Кривая титрования.
36. Аргентометрия. Основные способы фиксации конечной точки осадительного титрования (метод Мора, метод Фаянса, метод Фольгарда). Меркурометрия.
37. Термические методы анализа. Общая характеристика группы методов.
38. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Классификация методов разделения.
39. Методы, основанные на образовании новой фазы. Осаждение. Отгонка. Дистилляция.
40. Методы, основанные на распределении компонентов между двумя фазами. Экстракция. Сорбция. Ионный обмен.
41. Методы, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью. Диализ. Электродиализ. Баромембранные методы.
42. Методы внутрифазного разделения. Электрофорез. Масс-сепарация. Понятие о FFF-методах.

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен № 2) по дисциплине

1. Введение в хроматографические методы анализа. Определение хроматографии. Понятия подвижной и неподвижной фазы.
2. Классификация хроматографических методов по применяемым фазам, по технике выполнения и механизму хроматографического процесса. Способы хроматографирования: фронтальный, вытеснительный, элюентный.
3. Аналитический сигнал в хроматографии. Основные параметры хроматографического пика. Коэффициент удерживания и коэффициент емкости. Селективность и эффективность хроматографического разделения.
4. Теоретические основы хроматографического анализа. Изотермы адсорбции. Понятие теоретической тарелки и высоты, эквивалентной теоретической тарелке. Уравнение Ван Деемтера и оптимизация хроматографического процесса.
5. Газовая хроматография, блок-схема установки, выбор газа-носителя, сорбента, детектора. Насадочные и капиллярные колонки. Качественный анализ в газовой хроматографии. Время удерживания, индексы Ковача. Количественный анализ.
6. Жидкостная хроматография. Растворители для жидкостной хроматографии. Выбор сорбента. Модификация поверхности сорбента. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая – виды высокоэффективной жидкостной хроматографии. Детекторы в жидкостной хроматографии.

7. Ионообменники. Ионообменная хроматография. Ионная хроматография. Сорбенты для ионной хроматографии. Двухколоночный и одноколоночный варианты ионной хроматографии. Детекторы в ионной хроматографии.
8. Эксклюзионная хроматография. Сущность метода. Особенности механизма разделения. Применение.
9. Понятие о лигандообменной хроматографии.
10. Планарная хроматография. Виды бумажной хроматографии. Тонкослойная хроматография.
11. Выбор оптимального метода хроматографического анализа.
12. Введение в спектральный анализ. Шкала электромагнитных волн. Классификация спектральных методов анализа по длинам волн (частотам, энергиям), механизму взаимодействия электромагнитного поля с веществом. Атомная и молекулярная спектроскопия.
13. Эмиссионный спектральный анализ. Атомизаторы. Способы монохроматизации и регистрации спектров. Качественный и количественный атомно-эмиссионный анализ.
14. Фотометрия пламени. Схема прибора. Структура пламени. Процессы в пламени. Применение метода.
15. Атомно-абсорбционный анализ. Схема прибора. Лампы с полым катодом. Пламенный и электротермический вариант атомно-абсорбционного анализа.
16. Основной закон светопоглощения в линейной и экспоненциальной форме. Отклонения от линейности при светопоглощении. Закон аддитивности светопоглощения.
17. Фотометрический анализ. Схема фотометра. Выбор светофильтров. Чувствительность фотометрического определения. Качественный и количественный фотометрический анализ.
18. Роль монохроматичности в абсорбционной спектроскопии. Спектрофотометрический анализ. Схема спектрофотометра. Анализ многокомпонентных систем. Определение молярных коэффициентов светопоглощения.
19. Хромофорные и ауксохромные группы. Понятие о батохромном и гипсохромном сдвиге.
20. Колебательная спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Идентификация веществ методом инфракрасной спектроскопии.
21. Люминесцентный анализ.
22. Понятие о масс-спектроскопии и хромато-масс-спектроскопии.
23. Введение в электрохимические методы анализа. Классификация электрохимических методов.
24. Потенциометрический анализ. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионоселективные электроды. Стекланный электрод и его теория. Прямая ионометрия. Потенциометрическое титрование.
25. Вольтамперометрия. Ртутный капаящий электрод и полярографический анализ. Твердые электроды. Потенциал полуволны и качественный вольтамперометрический анализ. Предельный диффузионный ток. Количественный вольтамперометрический анализ.
26. Понятие об инверсионной вольтамперометрии.
27. Амперометрическое титрование.
28. Электрогравиметрия.
29. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.
30. Электропроводность растворов. Прямая кондуктометрия.
31. Кондуктометрическое титрование.
32. Особенности высокочастотного кондуктометрического титрования.

19.3.2 Перечень вопросов к зачетам:

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет № 1) по дисциплине

1. Правила техники безопасности для работы в аналитической лаборатории.
2. Правила работы с химической посудой. Точная и неточная мерная посуда.
3. Техника взвешивания на технических и аналитических весах. Устройство аналитических весов. Точность взвешивания
4. Основные способы выражения концентрации в аналитической химии.
5. Понятие эквивалента и фактора эквивалентности. Закон эквивалентов.
6. Правила приготовления растворов для химико-аналитических работ.

7. Первичные и вторичные стандарты в аналитической химии.
8. Основные операции гравиметрического анализа в методе осаждения.
9. Правила высушивания и прокаливания осадков.
10. Метод прямой и косвенной отгонки в гравиметрии.
11. Аналитические расчеты в гравиметрическом анализе. Использование в расчетах гравиметрического фактора.
12. Титриметрия. Классификация методов на основе реакции, лежащей в основе определения целевого компонента.
13. Принцип действия индикаторов в различных методах титриметрии.
14. Титрование. Приемы титрования: прямое, обратное и косвенное.
15. Способ пипетирования и способ отдельных навесок при титровании.
16. Математическая обработка результатов титриметрического анализа.
17. Техника экстракционных методов. Основные понятия в методе экстракции.
18. Расчет количественных характеристик процессов разделения, концентрирования и извлечения.

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет № 2) по дисциплине

1. Правила техники безопасности для работы в хроматографической лаборатории.
2. Газовый хроматограф, блок-схема прибора.
3. Выбор газа-носителя, неподвижной фазы, детектора.
4. Типы колонок в газовой хроматографии.
5. Качественный анализ в газовой хроматографии. Время удерживания, индексы Ковача.
6. Количественный анализ в газовой хроматографии. Расчеты содержания определяемого компонента.
7. Жидкостный хроматограф. Блок-схема прибора.
8. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая хроматография. Анализируемые вещества.
9. Детекторы в жидкостной хроматографии.
10. Ионообменники. Классификация по функциональным группам. Использование для разделения ионов металлов.
11. Качественный и количественный анализ в бумажной хроматографии.
12. Основы выбора метода хроматографического анализа.
13. Правила техники безопасности в спектральной лаборатории.
14. Фотометрия пламени. Блок-схема пламенного анализатора жидкости.
15. Структура пламени. Процессы в пламени. Применение метода фотометрии пламени.
16. Количественный анализ методом фотометрии. Основной закон светопоглощения. Чувствительность фотометрического анализа. Определение молярного коэффициента светопоглощения. Блок-схема фотоэлектрколориметра.
17. Метод спектрофотометрии. Принцип определения ионов при совместном присутствии.
18. Блок-схема спектрофотометра.
19. Правила техники безопасности для работы в электрохимической лаборатории.
20. Типы ионоселективных электродов.
21. Нитрат-селективный электрод. Коэффициент селективности электрода.
21. Потенциометрическое титрование. Способы определения точки эквивалентности.
22. Принцип работы иономера.
23. Кулонометрическое титрование. Электрохимическая генерация титранта.

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

Контрольная работа № 1

Вариант № 1.

1. Сколько граммов HCl , HNO_3 и H_2SO_4 соответственно содержится в 1 см^3 концентрированного раствора кислот: соляной ($\rho = 1.190 \text{ г/см}^3$), азотной ($\rho = 1.400 \text{ г/см}^3$) и серной ($\rho = 1.836 \text{ г/см}^3$)?

2. Определить массовую долю и молярную концентрацию раствора H_3PO_4 ($\rho = 1.031 \text{ г/см}^3$), если молярная концентрация эквивалентов раствора 1.9 моль/дм^3 ($f_{\text{э}} = 1/3$).

Вариант № 2.

1. Сколько граммов 60%-го раствора едкого кали и воды потребуется, чтобы приготовить 500 г 10%-го раствора?
2. Сколько граммов 36%-го раствора соляной кислоты потребуется для приготовления 5 л 0.2 М раствора?

Вариант № 3.

1. Какой объем 2 М раствора HCl следует добавить к 1 дм^3 0.15 М раствора HCl , чтобы получить 0.20 М раствор?
2. Сколько граммов хлороводорода содержится в 200 см^3 0.005 М раствора соляной кислоты?

Вариант № 4.

1. Сколько граммов кристаллогидрата сульфата меди потребуется для приготовления 50 г 8%-ного раствора?
2. Какова процентная концентрация 6 М HCl ($\rho = 1.098 \text{ г/см}^3$)?

Вариант № 5.

1. До какого объема следует разбавить 1 дм^3 0.2 М раствора HNO_3 , чтобы получить раствор с титром $T(\text{HNO}_3) = 0.006300 \text{ г/см}^3$?
Навеска безводного карбоната натрия 10.600 г растворена в мерной колбе на 500 см^3 , вода долита до метки. Чему равны молярная и молярная концентрация эквивалентов (для полной и неполной нейтрализации) раствора?

Вариант № 6.

1. В 100 мл спирта ($\rho = 0.800 \text{ г/см}^3$) растворено 8.5 г иода. Чему равна процентная концентрация раствора?
2. Определить молярную и молярную концентрацию эквивалентов (для полной (а) и неполной нейтрализации (б)) раствора, содержащего 18% H_3PO_4 ($\rho = 1.100 \text{ г/см}^3$).

Вариант № 7.

1. Какую навеску буры ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) следует взять для приготовления 0.5 дм^3 0.10 М раствора?
2. Чему равны молярная и молярная концентрация эквивалентов растворов кислот (имеющих одинаковую плотность 1.140 г/см^3): а) серной; б) соляной; в) азотной?

Вариант № 8.

1. Сколько граммов раствора азотной кислоты ($\rho = 1.400 \text{ г/см}^3$) потребуется для приготовления 3000 см^3 2.000 М раствора?
2. Какой объем воды следует добавить к 0.5 дм^3 0.2 М раствора HCl , чтобы получить раствор с титром $T(\text{HCl}) = 0.000730 \text{ г/см}^3$?

Вариант № 9.

1. Сколько раствора HCl плотностью 1.100 г/см^3 ($\omega(\text{HCl}) = 0.2039$) следует взять для приготовления 1 дм^3 0.20 М раствора?
2. Сколько граммов безводной соды (х. ч.) потребуется для приготовления 500 см^3 раствора с молярной концентрацией эквивалентов 0.1000 моль/дм^3 ($f_{\text{э}} = 1/2$) ?

Вариант № 10.

1. Титр раствора H_2SO_4 равен 0.004900 г/см^3 . Вычислить молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалентов ($f_{\text{э}} = 1/2$).
2. Сколько граммов серной кислоты содержится в 1 мл раствора с молярной концентрацией эквивалентов 0.1000 моль/дм^3 ($f_{\text{э}} = 1/2$)?

Вариант № 11.

1. Какой объем 2 М раствора H_2SO_4 следует добавить к 0.5 дм^3 0.1 М раствора, чтобы получить раствор H_2SO_4 с молярной концентрацией эквивалентов 2 моль/ дм^3 ($f_{\text{э}} = 1/2$) ?
2. Сколько граммов KOH содержится в 200 см^3 0.0820 М раствора?

Вариант № 12.

1. Сколько граммов воды потребуется для приготовления 10%-го раствора $BaCl_2$ из 35 г двухводного кристаллогидрата хлорида бария?
2. Определить молярную концентрацию эквивалентов для полной нейтрализации растворов следующих кислот: а) серной ($\rho = 1.836 \text{ г/см}^3$); б) азотной ($\rho = 1.400 \text{ г/см}^3$); в) соляной ($\rho = 1.189 \text{ г/см}^3$).

Вариант № 13.

Сколько воды необходимо прибавить к 200 см^3 46 % раствора HNO_3 $\rho = 1.285 \text{ г/см}^3$, чтобы превратить его в 16 %?
Найти молярную концентрацию HCl, если $T_{HCl} = 0.003522 \text{ г/см}^3$.

Вариант № 14.

Из 2.500 г Na_2CO_3 приготовлено 500 см^3 раствора. Вычислить для этого раствора: а) молярную концентрацию; б) молярную концентрацию эквивалентов; в) $T(Na_2CO_3)$.
Сколько граммов раствора серной кислоты ($\rho = 1.611 \text{ г/см}^3$) потребуется для приготовления 8.00 дм^3 раствора с молярной концентрацией эквивалентов 0.300 моль/ дм^3 ($f_{\text{э}} = 1/2$)?

Критерии оценки контрольной работы №1:

Отлично. Успешное применение теоретических и практических знаний для решения заданий контрольной работы. Решение всех задач выполнено без ошибок и неточностей.

Хорошо. Выполнение всех заданий, предусмотренных в контрольной работе. Допущены незначительные ошибки и неточности.

Удовлетворительно. Решение неполное, без обоснований и объяснений.

Неудовлетворительно. Нет решений задач контрольной работы. При решении задач и ответах на вопросы контрольной работы допущены грубые, принципиальные ошибки.

Контрольная работа № 2 (коллоквиум)

1. Определение хроматографии как гибридного метода анализа, классификации хроматографических методов.
2. Теория теоретических тарелок в хроматографии.
3. Кинетическая теория хроматографии.
4. Качественный и количественный хроматографический анализ.
5. Газовая хроматография.
6. Жидкостная хроматография.
7. Ионообменная хроматография.
8. Ионная хроматография.
9. Эксклюзионная хроматография. Общие принципы метода.
10. Тонкослойная хроматография.
11. Бумажная хроматография.

Контрольная работа № 3 (коллоквиум)

1. Классификация методов спектроскопии. Спектры испускания, поглощения и рассеяния. Структура атомных и молекулярных спектров.
2. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомизаторы. Метрологические характеристики и аналитические возможности атомно-эмиссионного метода анализа.
3. Метод фотометрии пламени.
4. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Атомизаторы. Метрологические характеристики и аналитические возможности атомно-абсорбционного метода.
5. Закон светопоглощения в молекулярной абсорбционной спектроскопии. Причины отклонения от

основного закона светопоглощения.

6. Абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой областях. Основы метода. Аппаратура для спектрофотометрии и фотометрии. Метрологические характеристики методов.

7. Инфракрасная спектроскопия. Основы метода. Техника и практическое применение.

8. Люминесцентная спектроскопия. Основы метода.

9. Понятие о масс-спектропии и хромато-масс-спектропии.

Критерии оценки контрольных работ 2 и 3 (коллоквиумов):

- Зачтено. Выставляется студенту, если он знает теоретические основы метода, представил полный аргументированный ответ на вопрос контрольной работы, ответил на дополнительные вопросы.

- Не зачтено. выставляется студенту, если он не смог ответить на предложенный вопрос контрольной работы и затрудняется ответить на дополнительные вопросы преподавателя.

19.3.5 Темы курсовых работ (примеры):

1. Спектрофотометрическое определение алкилароматической аминокислоты в водном растворе.
2. Потенциометрическое определение констант основности анионообменного материала.
3. Определение обобщенных показателей содержания органических веществ в природной воде.
4. Фотометрическое определение глицина в виде медного комплекса.
5. Определение общего солесодержания и содержания главных ионов в воде Воронежского водохранилища
6. Анализ изменения структуры анионообменника при сорбции формальдегида методом ИК-спектроскопии.
7. Разделение тирозина и минеральной соли методом электродиализа.
8. Определение щелочности и жесткости водопроводной воды в разных районах г. Воронежа
9. Оценка содержания ионов тяжелых металлов в воде Воронежского водохранилища.
10. Установление содержания нитрат-ионов в плодоовощной продукции с использованием метода ионометрии.
11. Анализ минерального состава молочной сыворотки.
12. Разделение ароматической аминокислоты и нитрата натрия методом диализа.

Критерии оценки курсовой работы:

Отлично. Успешное применение теоретических и практических знаний для выполнения курсовой работы. Курсовая выполнена полностью в соответствии с поставленным заданием. Экспериментальные результаты статистически обработаны и проанализированы. При выполнении исследования соблюдались правила техники эксперимента и техники безопасности аналитических работ. Работа правильно оформлена и защищена.

Хорошо. Выполнен весь объем курсовой работы, предусмотренный преподавателем. Допущены незначительные ошибки и неточности в эксперименте. Экспериментальные результаты статистически обработаны и проанализированы. При выполнении исследования соблюдались правила техники эксперимента и техники безопасности аналитических работ. Работа правильно оформлена и защищена.

Удовлетворительно. Курсовая работа выполнена и защищена, но результаты представлены без обоснований и объяснений. Есть претензии по оформлению. Обучающиеся не отвечают на вопросы преподавателя и не могут применить полученные знания по курсу для интерпретации полученных данных.

Неудовлетворительно. Курсовая работа не сделана или сделана на низком теоретическом и экспериментальном уровне. При защите допущены грубые, принципиальные ошибки.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: *устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); письменных работ (контрольные, лабораторные работы); оценки результатов практической деятельности (курсовая работа)*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.