

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:  
декан естественно-  
географического факультета



С.В. Жеглов  
«30» августа 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Уровень основной профессиональной образовательной программы

бакалавриат

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Медицинская и фармацевтическая химия

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный, 4 года

Факультет (институт) Естественно-географический

Кафедра Химии

Рязань, 2019

## **ВВОДНАЯ ЧАСТЬ**

### **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Целями освоения дисциплины «Аналитическая химия» является формирование у студентов общепрофессиональных и профессиональных компетенций в области теоретических и практических основ химического анализа.

### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА**

2.1. Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части Блока 1.

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

Общая и неорганическая химия

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

Органическая химия

Химические основы биологических процессов

Физическая химия

Химическая технология

Фармацевтическая химия

Анализ и контроль качества фармпрепаратов

## 2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Код и содержание компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1.	<b>ОПК-1</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	<b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	основные расчетные формулы в аналитической химии; влияние различных факторов на результаты анализа, полученные с помощью того или иного метода.	проводить статистическую обработку результатов химического анализа с целью вычисления случайной погрешности измерения.	навыками работы со статистическими математическими методами; вычисления случайной погрешности измерения; интерпретации полученных результатов измерения.
		<b>ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	метрологические характеристики различных методов анализа.	сравнивать и сопоставлять метрологические характеристики различных методов анализа.	навыками выбора метода анализа, оптимального для решения конкретной аналитической задачи.

		<b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	требования, предъявляемые к качеству результатов химического анализа.	определять качество результатов химического анализа.	навыками определения качества результатов химического анализа.
2.	<b>ОПК-2</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	<b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	общие правила техники безопасности при работе в химических лабораториях; правила техники безопасности при работе в аналитической лаборатории; правила использования средств индивидуальной защиты.	пользоваться средствами индивидуальной защиты; проводить химический анализ с соблюдением правил техники безопасности.	навыками работы в химической аналитической лаборатории в соответствии с правилами техники безопасности, с использованием средств индивидуальной защиты.

		<p><b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p>	<p>теоретические основы химических (классических) методов анализа; назначение и правила использования аналитической химической посуды и реактивов; технику выполнения химического анализа тем или иным химическим методом.</p>	<p>пользоваться аналитической химической посудой и реактивами; правильно проводить химический анализ объекта тем или иным химическим методом.</p>	<p>навыками работы с химической посудой и реактивами; навыками выполнения операций, предусмотренных выполнением химического анализа тем или иным химическим методом.</p>
		<p><b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>	<p>теоретические основы инструментальных методов анализа; назначение и правила использования измерительных приборов и серийного научного оборудования; технику выполнения химического анализа тем или иным инструментальным методом.</p>	<p>пользоваться измерительными приборами и серийным научным оборудованием; правильно проводить химический анализ объекта тем или иным инструментальным методом.</p>	<p>навыками работы с измерительными приборами и серийным научным оборудованием; навыками выполнения операций, предусмотренных выполнением химического анализа тем или иным инструментальным методом.</p>

3.	<b>ПК-2</b> Способность и готовность проводить определение физико-химических характеристик объектов при промышленном производстве лекарственных средств	<b>ПК-2.1</b> Выполняет требуемые операции при определении физико-химических характеристик исследуемых объектов	теоретические основы физико-химических методов анализа; назначение и правила использования измерительных приборов; технику определения физико-химических характеристик тем или иным методом.	пользоваться измерительными приборами; правильно определять физико-химические характеристики тем или иным методом.	навыками работы с измерительными приборами; навыками выполнения операций для определения физико-химических характеристик тем или иным методом.
		<b>ПК-2.2</b> Контролирует в процессе соответствие промежуточной продукции и готовой продукции заданным требованиям	теоретические основы методов анализа; назначение и правила использования измерительных приборов; технику выполнения анализа тем или иным методом.	пользоваться измерительными приборами; правильно проводить химический анализ объекта тем или иным методом.	навыками работы с измерительными приборами; навыками выполнения операций, предусмотренных выполнением химического анализа.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		№2	№3	№4	
		часов	часов	часов	
1	2	3	4	5	
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	396	108	126	162	
В том числе:					
Лекции (Л)	144	36	54	54	
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	-	-	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	252	72	72	108	
Иные виды занятий	-	-	-	-	
2. Самостоятельная работа студента (всего)	72	36	18	18	
3. Курсовая работа (при наличии)	КП	-	-	-	
	КР	-	-	-	
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	72	3	Э	Э
	экзамен (Э)			36	36
ИТОГО: общая трудоемкость					
	часов	540	144	180	216
	зач. ед.	15	4	5	6

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## 2.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
2	1	Введение в аналитическую химию	<b>Аналитическая химия</b> (определение, история, значение в современном мире). <b>Виды химического анализа.</b> <b>Методы химического анализа</b> (классификация, аналитические характеристики, возможности). <b>Аналитический цикл</b> (постановка аналитической задачи, пробоотбор, пробоподготовка, выбор метода анализа и проведение измерения, метрологическая обработка результатов измерения).



	2	Химические методы качественного анализа	<p><b>Классификация химических методов качественного анализа</b> (дробный анализ, систематический анализ; метод растирания, метод получения окрашенных перлов, метод окрашивания пламени, «мокрый» метод, капельный метод).</p> <p><b>Аналитическая реакция</b> (определение, типы аналитических реакций и реагентов, характеристики чувствительности аналитических реакций).</p> <p><b>Системы качественного анализа катионов</b> (кисотно-основная, сульфидная, аммиачно-фосфатная).</p> <p><b>Системы качественного анализа анионов</b> (основанная на осаждении, основанная на окислительно-восстановительных реакциях).</p> <p><b>Теория растворов электролитов</b> (сильные и слабые электролиты, общая концентрация и активность ионов в растворе, ионная сила раствора).</p> <p><b>Закон действующих масс</b> (химическое равновесие, константа химического равновесия, условная константа равновесия).</p> <p><b>Кислотно-основное равновесие</b> (протолитические равновесия, понятие о протолитической теории кислот и оснований, протолитические равновесия в воде, константы кислотности и основности, вычисление рН водных растворов кислот и оснований; гидролиз, типы гидролиза, константа и степень гидролиза, вычисление рН растворов гидролизующихся солей; буферные растворы, типы буферных систем, рН буферных растворов, буферная емкость, использование буферных систем в анализе; применение кислотно-основных реакций в качественном анализе).</p> <p><b>Гетерогенное равновесие в системе осадок-раствор</b> (гетерогенные равновесия, способы выражения растворимости малорастворимых сильных электролитов, произведение растворимости малорастворимого сильного электролита; условие образования осадков малорастворимых сильных электролитов, дробное осаждение и дробное растворение осадков, перевод одних малорастворимых электролитов в другие; влияние добавок посторонних электролитов на растворимость, влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворение; применение реакций с образованием осадков в качественном анализе ).</p> <p><b>Окислительно-восстановительное равновесие</b> (окислительно-восстановительные системы,</p>
--	---	---	--

3	3	Химические методы количественного анализа	<p><b>Обработка результатов количественного химического анализа</b> (точность анализа, систематические погрешности, случайные погрешности, статистическая оценка случайной погрешности).</p> <p><b>Гравиметрия</b> (сущность метода; основные этапы гравиметрического определения, расчет массы навески анализируемой пробы и объема (массы) осадителя, взятие и растворение навески, осаждение (получение осаждаемой формы), фильтрование и промывание осадка, получение гравиметрической формы, расчет результатов анализа; применение гравиметрического метода анализа).</p> <p><b>Титриметрия</b> (основные понятия, требования к реакциям в титриметрическом анализе, стандартные растворы (первичные стандартные растворы, вторичные стандартные растворы, фиксалялы); расчеты в титриметрическом анализе: способы выражения концентраций в титриметрическом анализе, расчет массы навески стандартного вещества для приготовления титранта, закон эквивалентов, вычисление массы определяемого вещества и его массовой доли в образце; способы отдельных навесок и пипетирования, виды титрования (прямое, обратное, заместительное), методы установления конечной точки титрования; классификация методов титриметрического анализа).</p> <p><b>Кислотно-основное титрование</b> (сущность метода, классификация методов (ацидиметрия, алкалиметрия), титранты метода и способы их приготовления; кислотно-основные индикаторы: <math>pT</math> и интервал перехода индикатора, теории кислотно-основных индикаторов, распространенные кислотно-основные индикаторы (структура, влияние <math>pH</math> на изменение структуры, приготовление растворов); кривые кислотно-основного титрования, влияние различных факторов на скачок титрования, погрешности кислотно-основного титрования; применение методов кислотно-основного титрования).</p> <p><b>Окислительно-восстановительное титрование</b> (сущность метода, классификация редокс-методов, условия проведения окислительно-восстановительного титрования, индикаторы окислительно-восстановительного титрования, кривые окислительно-восстановительного титрования, индикаторные ошибки окислительно-восстановительного титрования; перманганатометрическое титрование (сущность метода, приготовление титранта, возможности</p>
---	---	---	--

		<p>метода);  дихроматометрическое титрование (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);  иодиметрия, иодометрия (сущность и различие методов, приготовление титрантов, возможности методов);  иодатометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);  броматометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);  бромометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);  нитритометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);  цериметрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода)).</p> <p><b>Комплексонометрическое титрование</b> (сущность метода, приготовление титранта, равновесия в водных растворах ЭДГУК, состав и устойчивость комплексонов металлов, индикаторы в комплексонометрии, кривые комплексонометрического титрования, индикаторные ошибки комплексонометрического титрования, применение комплексонометрии).</p> <p><b>Осадительное титрование</b> (сущность метода, требования к реакциям в методе осадительного титрования, классификация методов осадительного титрования, кривые осадительного титрования; аргентометрия (методы Мора, Фольгарда, Фаянса-Ходакова, приготовление титрантов, возможности метода);  меркурометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);  гексацианоферратометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);  сульфатометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);  применение осадительного титрования).</p>
--	--	---

4	4	Спектроскопические методы анализа	<p><b>Общие сведения</b> (классификация спектроскопических методов, спектры испускания и спектры поглощения, интенсивность спектральных линий, ширина спектральных линий, структура атомных и молекулярных спектров, регистрация и графическое представление спектров).</p> <p><b>Спектральные приборы</b> (общая характеристика, основные узлы спектральных приборов).</p> <p><b>Атомно-эмиссионная спектроскопия</b> (основы метода, уравнение Ломакина-Шайбе, атомизаторы (пламя, электрическая дуга, электрическая искра, индуктивно-связанная плазма, тлеющий разряд Гримма), спектральные помехи, физико-химические помехи, метрологические характеристики и аналитические возможности метода, способы монохроматизации и регистрации спектров, применение атомно-эмиссионной спектроскопии).</p> <p><b>Атомно-абсорбционная спектроскопия</b> (основы метода, атомизаторы (пламя, электротермический атомизатор), источники излучения (лампы с полым катодом, безэлектродные разрядные лампы), спектральные помехи, физико-химические помехи, метрологические характеристики и аналитические возможности метода).</p> <p><b>Спектрофотометрия</b> (основы метода, закон Бугера-Ламберта-Бера в спектрофотометрии, аппаратура для спектрофотометрии (источники излучения, монохроматоры, приемники излучения), фотометрические реакции (прямое и косвенное спектрофотометрическое определение), метрологические характеристики метода, дифференциальный способ спектрофотометрических измерений, спектрофотометрический анализ многокомпонентных систем, закон аддитивности и уравнение Фирордта).</p> <p><b>Нефелометрия и турбидиметрия</b> (рассеяние Тиндаля, схемы приборов, мутность, коэффициент мутности, применение методов).</p> <p><b>Люминесцентный анализ</b> (основы метода: флуоресценция и фосфоресценция, правило Стокса-Ломмеля, возбуждение люминесценции, выход люминесценции, закон Вавилова, спектры возбуждения и люминесценции, правило Лёвшина, тушение люминесценции, аппаратура и техника молекулярного люминесцентного анализа, применение люминесцентной спектроскопии).</p> <p><b>Рефрактометрия</b> (основы метода, закон преломления Снеллиуса, устройство рефрактометра, расчеты в рефрактометрии, рефрактометрический фактор, рефрактометрические таблицы, анализ многокомпонентных смесей, применение метода).</p> <p><b>Поляриметрия</b> (основы метода, устройство</p>
---	---	-----------------------------------	---

5	Кинетические методы анализа	<b>Основные понятия</b> (кинетика химических реакций, индикаторная реакция, индикаторное вещество, требования к индикаторной реакции). <b>Способы определения концентрации</b> (дифференциальный и интегральный варианты, способ тангенсов, способ фиксированного времени, способ фиксированной концентрации). <b>Характеристики и применение кинетических методов.</b>
---	-----------------------------	---

	6	Хроматографические методы анализа	<p><b>Общая хроматография</b> (определение, теоретические основы хроматографического разделения, классификация хроматографических методов, общая схема и устройство хроматографов, основные хроматографические параметры (коэффициент распределения, время удерживания, «мертвое время», приведенное время удерживания, удерживаемый объем, приведенный удерживаемый объем, коэффициент емкости, коэффициент асимметрии хроматографического пика); теория хроматографического разделения (теория теоретических тарелок, формула расчета числа теоретических тарелок, формула расчета ВЭТТ, уравнение Фолея-Дорсея, кинетическая теория хроматографического разделения, уравнение Ван-Деемтера, уравнение Голея для капиллярных колонок в газовой хроматографии, уравнения Губера и Нокса для ВЭЖХ, коэффициент селективности, разрешение хроматографических пиков, уравнение расчета числа теоретических тарелок, необходимого для разделения пиков с заданным разрешением при заданной селективности).</p> <p><b>Анализ и методы расчета в хроматографии</b> (качественный анализ: относительное удерживание, индекс Ковача, количественный анализ: метод нормировки, метод внешнего стандарта, метод внутреннего стандарта).</p> <p><b>Газовая хроматография</b> (описание методов, газотвердофазная хроматография, газожидкостная хроматография (неподвижные фазы, носители); устройство газового хроматографа (устройство ввода пробы, насадочные и капиллярные колонки, детекторы: катарометр, ПИД, детектор электронного захвата); возможности методов и применение газовой хроматографии).</p> <p><b>Жидкостная хроматография</b> (описание методов, адсорбционная хроматография, ионообменная хроматография, эксклюзионная хроматография; устройство жидкостного хроматографа (инжекторы, колонки, устройства подачи элюента, детекторы: рефрактометрический, спектрофотометрический, флуориметрический, кондуктометрический); возможности методов и применение жидкостной хроматографии).</p> <p><b>Тонкослойная хроматография</b> (получение хроматограмм, обнаружение пятен компонентов).</p>
--	---	-----------------------------------	--

7	Электрохимические методы анализа	<p><b>Теоретические основы электрохимических методов</b> (электрохимическая ячейка, индикаторный электрод и электрод сравнения, равновесные и неравновесные электрохимические системы, уравнение Нернста, классификация электрохимических методов)</p> <p><b>Потенциометрия</b> (ионселективные электроды, мембранный и граничный потенциалы, уравнение Никольского, линейность нернстовской электродной функции, селективность и методы ее определения, время отклика; классификация ионселективных электродов (электроды с кристаллическими мембранами, стеклянные электроды); рН-метрия (устройство рН-метра, калибровка электрода, буферные растворы для калибровки рН-метров); потенциометрическое титрование (возможности метода, автоматические титраторы)).</p> <p><b>Кондуктометрия</b> (теоретические основы метода, электропроводность, удельная электропроводность, подвижность; устройство кондуктометров, устройство ячейки для измерения электропроводности; кондуктометрическое титрование; применение кондуктометрии).</p> <p><b>Кулонометрия</b> (основы метода, измерение количества электричества, прямая кулонометрия, кулонометрическое титрование).</p> <p><b>Вольтамперометрия</b> (основы метода, полярография, современные вольтамперометрические методы, амперометрическое титрование).</p> <p><b>Электрогравиметрия.</b></p>
8	Методы пробоотбора и пробоподготовки	<p><b>Пробоотбор</b> (генеральная, лабораторная и анализируемая пробы, представительность пробы, методы отбора проб газов, методы отбора проб жидкостей, отбор проб твердых веществ, формулы Ричердса-Чеччота и Бенедетти—Пихлер, перемешивание и сокращение пробы, потери и загрязнения при пробоотборе, хранение проб).</p> <p><b>Пробоподготовка</b> (высушивание пробы; разложение пробы: мокрые способы разложения проб, сухие способы разложения проб; экстракция: константа и коэффициент распределения, степень извлечения, жидкостная экстракция, экстракция в микроволновом поле, твердофазная экстракция).</p>

	9	Метрологические основы аналитической химии	<p><b>Обеспечение единства измерений</b> (аккредитация лабораторий, государственный метрологический надзор, средства измерений и их поверка, стандартные образцы, методики выполнения измерений).</p> <p><b>Оценка качества результатов анализа</b> (погрешности и неопределенности измерений, точность и ее составляющие, случайная погрешность: численные характеристики воспроизводимости, условия анализа и воспроизводимость результатов, случайная погрешность: интервальная оценка, систематическая погрешность: общие подходы к оценке, сравнение результатов анализов, значимое и незначимое различие случайных величин, сравнение среднего и константы: простой тест Стьюдента, сравнение двух средних: модифицированный и приближенный простой тест Стьюдента, сравнение воспроизводимостей двух серий данных, тест Фишера, выявление промахов, тест Граббса и Q-тест, специальные приемы проверки и повышения правильности, оценка неопределенности результатов косвенных измерений, чувствительность и селективность, проверка (валидация) методик и контроль качества результатов химического анализа).</p>
--	---	--	---

## 2.2. Перечень лабораторных работ

№ семестра	№ раздела	№ л/р	Наименование лабораторной работы
2	2	1	Качественные реакции катионов I группы
		2	Качественные реакции катионов II группы
		3	Качественные реакции катионов III группы
		4	Анализ смеси катионов I – III групп
		5	Качественные реакции катионов IV группы
		6	Качественные реакции катионов V группы
		7	Качественные реакции катионов VI группы
		8	Анализ смеси катионов I – VI групп
		9	Качественные реакции анионов I группы
		10	Качественные реакции анионов II группы
		11	Качественные реакции анионов III группы
		12	Анализ смеси анионов I – III групп
		13	Анализ неизвестного неорганического вещества
3	3	1	Приготовление и стандартизация раствора HCl
		2	Ацидиметрия: определение NaOH и NH <sub>3</sub> в растворе способом пипетирования
		3	Ацидиметрия: определение Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> и NaHCO <sub>3</sub> в сухих смесях способом отдельных навесок
		4	Ацидиметрия: определение смесей NaOH+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> и Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +NaHCO <sub>3</sub>



		5	Ацидиметрия: определение $\text{NH}_4^+$ в растворе методом обратного титрования
		6	Применение ацидиметрии: определение карбонатной жесткости водопроводной воды
		7	Приготовление и стандартизация раствора $\text{NaOH}$
		8	Алкалиметрия: определение кислот методом алкалиметрии
		9	Алкалиметрия: определение $\text{NH}_4^+$ в растворе методом формольного титрования
		10	Алкалиметрия: определение малорастворимых солей методом обратного титрования
		11	Применение алкалиметрии: определение кислотности различных объектов (молока, хлеба, почвы)
		12	Приготовление и стандартизация раствора $\text{KMnO}_4$
		13	Перманганатометрия: определение $\text{Fe}^{2+}$ в растворе
		14	Перманганатометрия: определение $\text{H}_2\text{O}_2$ в гидроперите
		15	Перманганатометрия: определение $\text{NO}_2^-$ в растворе прямым и обратным титрованием
		16	Перманганатометрия: определение муравьиной кислоты в присутствии уксусной кислоты
		17	Применение перманганатометрии: определение перманганатной окисляемости водопроводной воды
		18	Дихроматометрия: определение $\text{Fe}^{2+}$ в растворе
		19	Дихроматометрия: определение $\text{Cr}^{3+}$ и $\text{Mn}^{2+}$ в растворе при совместном присутствии
		20	Приготовление и стандартизация раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
		21	Иодометрия: определение $\text{Cu}^{2+}$ в растворе
		22	Иодометрия: определение $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ в растворе
		23	Броматометрия: приготовление раствора титранта, определение аскорбиновой кислоты
		24	Приготовление и стандартизация раствора трилона Б
		25	Комплексонометрия: определение кальция и магния при совместном присутствии
		26	Применение комплексонометрии: определение жесткости водопроводной воды
		27	Комплексонометрия: определение меди
		28	Комплексонометрия: определение цинка
		29	Комплексонометрия: определение меди и цинка при совместном присутствии
		30	Комплексонометрия: определение железа
		31	Комплексонометрия: определение алюминия
		32	Комплексонометрия: определение никеля
		33	Приготовление и стандартизация раствора $\text{AgNO}_3$
		34	Приготовление и стандартизация раствора $\text{NH}_4\text{SCN}$
		35	Определение $\text{Cl}^-$ методом Мора
		36	Определение $\text{Br}^-$ методом Фольгарда
		37	Определение $\text{I}^-$ методом Фаянса
		38	Применение аргентометрии: определение хлоридов в водопроводной воде
		39	Меркуриметрия: приготовление и стандартизация раствора титранта, определение хлоридов в водопроводной воде
4	4	1	Атомно-абсорбционная спектроскопия: определение $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ в водопроводной воде

	2	Спектрофотометрия: определение $\text{Cu}^{2+}$ в растворе с помощью градуировочного графика, методом одного стандарта, методом ограничивающих растворов
	3	Спектрофотометрия: определение $\text{Fe}^{3+}$ в растворе с помощью градуировочного графика
	4	Спектрофотометрия: определение $\text{Cu}^{2+}$ в сплаве методом дифференциальной спектрофотометрии
	5	Спектрофотометрия: определение $\text{NO}_2^-$ в растворе
	6	Спектрофотометрия: определение $\text{PO}_4^{3-}$ в растворе
	7	Спектрофотометрия: определение содержания углеводов в кондитерских изделиях
	8	Турбидиметрия: определение содержания $\text{SO}_4^{2-}$ в водопроводной воде
	9	Рефрактометрия: определение содержания солей натрия, калия, кальция в растворе
5	10	Определение содержания $\text{Cu}^{2+}$ кинетическим методом
6	11	Общая хроматография: расчет параметров хроматографического пика по хроматограмме
	12	Общая хроматография: оценка эффективности разделения веществ по хроматограмме
	13	Газовая хроматография: качественный и количественный анализ смеси спиртов
	14	Жидкостная хроматография: определение содержания неизвестного вещества с помощью градуировочного графика
	15	Жидкостная хроматография: определение энантиомерной чистоты соединений методом хиральной ВЭЖХ
	16	ТСХ: качественный анализ и подтверждение подлинности лекарственных препаратов
7	17	Потенциометрия: калибровка рН-метра
	18	Потенциометрия: определение рН различных объектов (вода, почвенная вытяжка, пищевые продукты)
	19	Потенциометрическое титрование: определение содержания $\text{CH}_3\text{COOH}$ в растворе, построение кривой титрования
	20	Кондуктометрия: определение электропроводности различных жидкостей, оценка качества дистиллированной воды
	21	Кондуктометрическое титрование: определение соляной и уксусной кислот при совместном присутствии
8	22	Пробоотбор и пробоподготовка образцов почвы

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Самостоятельная работа осуществляется в объеме 72 часов. Видами СРС являются:

1) подготовка к лабораторным работам и их защите (заполнение лабораторного рабочего журнала, работа с учебной и научной литературой, методиками анализа, стандартами)

2) работа в ЭИОС вуза (изучение материала с помощью видеороликов, выполнение заданий по просмотренным видеороликам, изучение сайтов производителей аналитического оборудования с целью актуализации знаний в области аналитического приборостроения).

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
(см. Фонд оценочных средств)

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине (модулю) (при необходимости).

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ  
И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор(ы), наименование, место издания и издательство, год
1	2
1	Под ред. Ю.А.Золотова, Основы аналитической химии, Москва: Издательский центр «Академия», 2014.
2	Кристиан Г. Аналитическая химия, Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний (перевод с английского), 2009.
3	Под ред. А.А.Ищенко, Аналитическая химия и физико-химические методы анализа, Москва: Издательский центр «Академия», 2014.

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы), наименование, место издания и издательство, год
1	2
1	Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика), Москва: Высшая школа, 2003.
2	М. Отто, Современные методы аналитической химии, Москва: Техносфера, 2008.
3	А.В.Гармаш, Н.М.Сорокина, Метрологические основы аналитической химии, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2017.
4	Пикула Н.П., Метрологическое обеспечение и контроль качества химического анализа: учебное пособие, Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012.
5	Власова Е.Г., Аналитическая химия: химические методы анализа, Москва: Лаборатория знаний, 2017.
6	В.В. Кузнецов, Физико-химические методы анализа, Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010.
7	Е.И. Короткова, Т.М. Гиндуллина, Н.М. Дубова, О.А. Воронова, Физико-химические методы исследования и анализа, Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.
8	Ю. В. Емельянова, М. В. Морозова, Е. С. Буянова, Спектроскопические методы анализа в аналитической химии, Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017.
9	Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В., Хроматографические методы анализа, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007.
10	Гиндуллина Т.М., Хроматографические методы анализа: учебно-методическое пособие, Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Доступ зарегистрированным пользователям по паролю. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 20.01.2020).

2. Лань [*Электронный ресурс*] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2020).
3. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [*Электронный ресурс*] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 20.01.2020).
4. Университетская библиотека ONLINE [*Электронный ресурс*] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) (дата обращения: 20.01.2020).
5. Юрайт [*Электронный ресурс*] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.01.2020).
6. Springer (платформа SpringerLink) SpringerLink [*Электронный ресурс*]: полнотекстовая база данных научных журналов, Режим доступа: <http://www.springerlink.com> (дата обращения: 20.04.2017).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. ChemNet. Россия [*Электронный ресурс*]: химическая информационная сеть. – Режим доступа: [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru), свободный (дата обращения: 20.01.2020).
2. ChemPort.Ru [*Электронный ресурс*]: портал. – Режим доступа: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru), свободный (дата обращения: 20.01.2020)
3. ABC Chemistry [*Электронный ресурс*]: бесплатный полнотекстовый каталог журналов по химии. – Режим доступа: <http://abc-chemistry.org/index.html>, свободный (дата обращения: 20.01.2020).
4. ChemSpider [*Электронный ресурс*]: база данных химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании. – Режим доступа: <http://www.chemspider.com/>, свободный (дата обращения: 20.01.2020).
5. ANCHEM [*Электронный ресурс*]: российский химико-аналитический портал. – Режим доступа: <http://www.anchem.ru/>, свободный (дата обращения 09.04.2020).
6. Аналитическая химия [*Электронный ресурс*]: справочник по аналитической химии. – Режим доступа: <https://www.freechemistry.ru/index.htm>, свободный (дата обращения 09.04.2020).
7. Статистика в аналитической химии [*Электронный ресурс*]: статистическая обработка результатов анализа: лекции, расчетные программы, задания. – Режим доступа: <http://chemstat.com.ru/>, свободный (дата обращения 10.04.2020).

5.5. Периодические издания

1. Аналитика и контроль [Электронный ресурс]: научный журнал по аналитической химии и аналитическому контролю. – Режим доступа: <https://aik-journal.urfu.ru/ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Указываются требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

Тип аудитории	Наличие оборудования
Лекционные аудитории	Видеопроектор, экран настенный, ноутбук.
Аудитории для проведения лабораторных работ (учебные лаборатории)	Вытяжные шкафы, комплекты химической посуды для проведения качественного и количественного анализа, комплекты реактивов для проведения лабораторных занятий, весы различной точности, аппарат для встряхивания, спектрофотометры, фотоэлектроколориметры, атомно-абсорбционный спектрометр (с подключением к ПК), рН-метры (с комплектом стандартов), кондуктометры, газовый хроматограф, жидкостный хроматограф, ПК для подключения хроматографов.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.), прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решений задач по алгоритму и др.
Контрольная работа/индивидуальн	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных

ые задания	положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат/курсовая работа	<i>Реферат:</i> Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата. <i>Курсовая работа:</i> изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсовой работы находится в методических материалах по дисциплине.
Практикум/лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ и др.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 8. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА:

Название ПО	№ лицензии
MS Office 2007 russian acdmc open	45472941
MS Windows Professional Russian	47628906
LibreOffice	свободно распространяемая
7-zip	свободно распространяемая
FastStoneImageViewer	свободно распространяемая
FoxitReader	свободно распространяемая
doPdf	свободно распространяемая
VLC media player	свободно распространяемая
ImageBurn	свободно распространяемая
DjVu Browser Plug-in	свободно распространяемая

## 9. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Лабораторный практикум выполняется индивидуально каждым студентом по «цикловой» схеме: например, один студент выполняет лабораторную работу №12, другой - №13 и т.д., затем они сменяются по кругу (в пределах цикла работ; в один цикл входят лабораторные работы, объединенные одной тематикой, например, «комплексометрическое титрование», «спектроскопические методы анализа» и т.п.).

В начале семестра преподаватель совместно со студентами составляет график выполнения лабораторного практикума для каждой подгруппы. При составлении графика выполнения лабораторного практикума необходимо

учитывать также наличие «дней сдачи» - занятия, которые отводятся для сдачи выполненных лабораторных работ и решения расчетных задач.

Защита лабораторной работы проводится по следующей схеме: представление (если нужно с пояснениями) студентом отчета о результатах лабораторной работы, проверка преподавателем правильности результатов лабораторной работы, собеседование по теории и практике метода анализа, лежащего в основе выполнения данной лабораторной работы, решение расчетных задач по данной теме.