

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  
«31» августа 2020 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Уровень основной профессиональной образовательной программы

бакалавриат

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Химия окружающей среды, химическая  
экспертиза и экологическая безопасность

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный, 4 года

Факультет (институт) Естественно-географический

Кафедра Химии

## 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 дисциплинам 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 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	требования, предъявляемые к	определять качество результатов	навыками определения качества

		результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	качеству результатов химического анализа.	химического анализа.	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.
		<b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	теоретические основы химических (классических) методов анализа; назначение и правила использования аналитической химической посуды и реактивов; технику выполнения химического анализа тем или иным химическим методом.	пользоваться аналитической химической посудой и реактивами; правильно проводить химический анализ объекта тем или иным химическим методом.	навыками работы с химической посудой и реактивами; навыками выполнения операций, предусмотренных выполнением химического анализа тем или иным химическим методом.

		<b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	теоретические основы инструментальных методов анализа; назначение и правила использования измерительных приборов и серийного научного оборудования; технику выполнения химического анализа тем или иным инструментальным методом.	пользоваться измерительными приборами и серийным научным оборудованием; правильно проводить химический анализ объекта тем или иным инструментальным методом.	навыками работы с измерительными приборами и серийным научным оборудованием; навыками выполнения операций, предусмотренных выполнением химического анализа тем или иным инструментальным методом.
3.	ПК-2 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 36	Э 36
	экзамен (Э)				
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	540	144	180	216
	зач. ед.	15	4	5	6

При реализации дисциплины с применением (частичным применением) дистанционных образовательных технологий используются:

- вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.);
- набор веб-сервисов MS office365 (бесплатное ПО для учебных заведений <https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office>);
- система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО).

### 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	<b>Классификация химических методов качественного анализа</b> (дробный анализ,

		<p>анализа</p>	<p>систематический анализ; метод растирания, метод получения окрашенных перлов, метод окрашивания пламени, «мокрый» метод, капельный метод). <b>Аналитическая реакция</b> (определение, типы аналитических реакций и реагентов, характеристики чувствительности аналитических реакций). <b>Системы качественного анализа катионов</b> (кислотно-основная, сульфидная, аммиачно-фосфатная). <b>Системы качественного анализа анионов</b> (основанная на осаждении, основанная на окислительно-восстановительных реакциях). <b>Теория растворов электролитов</b> (сильные и слабые электролиты, общая концентрация и активность ионов в растворе, ионная сила раствора). <b>Закон действующих масс</b> (химическое равновесие, константа химического равновесия, условная константа равновесия). <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). <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 ). <b>Окислительно-восстановительное равновесие</b> (окислительно-восстановительные системы, окислительно-восстановительные потенциалы</p>
--	--	----------------	--

			<p>редокс-пар, потенциал реакции (электродвижущая сила реакции), направление протекания окислительно-восстановительной реакции, влияние различных факторов на значения окислительно-восстановительных потенциалов и направление протекания окислительно-восстановительных реакций, глубина протекания окислительно-восстановительных реакций;</p> <p>применение окислительно-восстановительных реакций в качественном анализе).</p> <p><b>Равновесие в растворах комплексных соединений</b> (общая характеристика комплексных соединений металлов, равновесия в растворах комплексных соединений, константы устойчивости и нестойкости комплексов, условные константы устойчивости комплексов, влияние различных факторов на процессы комплексообразования в растворах;</p> <p>применение комплексных соединений в качественном анализе).</p> <p><b>Органические реагенты в качественном анализе.</b></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;</p> <p>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);</p> <p>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;</p> <p>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</p>



			<p>метода, классификация методов (ацидиметрия, алкалиметрия), титранты метода и способы их приготовления;</p> <p>кисотно-основные индикаторы: рТ и интервал перехода индикатора, теории кислотно-основных индикаторов, распространенные кислотно-основные индикаторы (структура, влияние рН 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;</p> <p>перманганатометрическое титрование (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);</p> <p>дихроматометрическое титрование (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);</p> <p>иодиметрия, иодометрия (сущность и различие методов, приготовление титрантов, возможности методов);</p> <p>иодатометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);</p> <p>броматометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);</p> <p>бромометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);</p> <p>нитритометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);</p> <p>цериметрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода)).</p> <p><b>Комплексонометрическое титрование</b> (сущность метода, приготовление титранта, равновесия в водных растворах ЭДТУК, 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-</p>
--	--	--	---

			<p>Ходакова, приготовление титрантов, возможности метода);</p> <p>меркурометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);</p> <p>гексацианоферратометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);</p> <p>сульфатометрия (сущность метода, приготовление титранта, возможности метода);</p> <p>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</p>

		люминесценции, закон Вавилова, спектры возбуждения и люминесценции, правило Лёвшина, тушение люминесценции, аппаратура и техника молекулярного люминесцентного анализа, применение люминесцентной спектроскопии). <b>Рефрактометрия</b> (основы метода, закон преломления Снеллиуса, устройство рефрактометра, расчеты в рефрактометрии, рефрактометрический фактор, рефрактометрические таблицы, анализ многокомпонентных смесей, применение метода). <b>Поляриметрия</b> (основы метода, устройство поляриметра, удельное вращение, расчет концентрации оптически активного вещества, сахариметр, международная сахарная шкала, применение метода).
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	<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). <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><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,</p>

			амперометрическое титрование). <b>Электрогравиметрия.</b>
	8	Методы пробоотбора и пробоподготовки	<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). <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).
	9	Метрологические основы аналитической химии	<b>Обеспечение единства измерений</b> (аккредитация лабораторий, государственный метрологический надзор, средства измерений и их поверка, стандартные образцы, методики выполнения измерений). <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).

## 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 NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> в растворе методом обратного титрования
		6	Применение ацидиметрии: определение карбонатной жесткости водопроводной воды
		7	Приготовление и стандартизация раствора NaOH
		8	Алкалиметрия: определение кислот методом алкалиметрии
		9	Алкалиметрия: определение NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 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 KMnO <sub>4</sub>
		13	Перманганатометрия: определение Fe <sup>2+</sup> в растворе
		14	Перманганатометрия: определение H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> в гидроперите
		15	Перманганатометрия: определение NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 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 Fe <sup>2+</sup> в растворе
		19	Дихроматометрия: определение Cr <sup>3+</sup> и Mn <sup>2+</sup> в растворе при совместном присутствии
		20	Приготовление и стандартизация раствора Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
		21	Иодометрия: определение Cu <sup>2+</sup> в растворе
		22	Иодометрия: определение C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> 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; пометать 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/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных 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
Операционная система WindowsPro	Договор №65/2019 от 02.10.2019
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	Договор № 14-3К-2020 от 06.07.2020г.

Офисное приложение Libre Office	Свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	Свободно распространяемое ПО
Браузер изображений Fast Stone ImageViewer	Свободно распространяемое ПО
PDF ридер Foxit Reader	Свободно распространяемое ПО
Медиа проигрыватель VLC media player	Свободно распространяемое ПО
Запись дисков Image Burn	Свободно распространяемое ПО
DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in	Свободно распространяемое ПО

При реализации дисциплины с применением (частичным применением) дистанционных образовательных технологий используются:

- вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.);
- набор веб-сервисов MS office365 (бесплатное ПО для учебных заведений <https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office>);
- система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО).

## 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.

**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

« 31 » августа 2020 г.

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
*АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ***

Направление подготовки  
04.03.01 Химия

Направленность (профиль)  
Химия окружающей среды, химическая экспертиза  
и экологическая безопасность

Квалификация  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Рязань 2020

### **1. Цель освоения дисциплины**

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

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1.

Дисциплина изучается на 1 и 2 курсах (2, 3, 4 семестры).

**3. Трудоемкость дисциплины:** 15 зачетных единиц, 540 академических часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы и индикаторами достижения компетенций:**

*ОПК-1.1. Знать:* основные расчетные формулы в аналитической химии; влияние различных факторов на результаты анализа, полученные с помощью того или иного метода. *Уметь:* проводить статистическую обработку результатов химического анализа с целью вычисления случайной погрешности измерения. *Владеть навыками:* работы со статистическими математическими методами; вычисления случайной погрешности измерения; интерпретации полученных результатов измерения.

*ОПК-1.2. Знать:* метрологические характеристики различных методов анализа. *Уметь:* сравнивать и сопоставлять метрологические характеристики различных методов анализа. *Владеть навыками:* выбора метода анализа, оптимального для решения конкретной аналитической задачи.

*ОПК-1.3. Знать:* требования, предъявляемые к качеству результатов химического анализа. *Уметь:* определять качество результатов химического анализа. *Владеть навыками:* определения качества результатов химического анализа.

*ОПК-2.1. Знать:* общие правила техники безопасности при работе в химических лабораториях; правила техники безопасности при работе в аналитической лаборатории; правила использования средств индивидуальной защиты. *Уметь:* пользоваться средствами индивидуальной защиты; проводить химический анализ с соблюдением правил техники безопасности. *Владеть навыками:* работы в химической аналитической лаборатории в соответствии с правилами техники безопасности, с использованием средств индивидуальной защиты.

*ОПК-2.3. Знать:* теоретические основы химических (классических) методов анализа; назначение и правила использования аналитической химической посуды и реактивов; технику выполнения химического анализа тем или иным химическим методом. *Уметь:* пользоваться аналитической химической посудой и реактивами; правильно проводить химический анализ объекта тем или иным химическим методом. *Владеть навыками:* работы с химической посудой и

реактивами; навыками выполнения операций, предусмотренных выполнением химического анализа тем или иным химическим методом.

*ОПК-2.4. Знать:* теоретические основы инструментальных методов анализа; назначение и правила использования измерительных приборов и серийного научного оборудования; технику выполнения химического анализа тем или иным инструментальным методом. *Уметь:* пользоваться измерительными приборами и серийным научным оборудованием; правильно проводить химический анализ объекта тем или иным инструментальным методом. *Владеть навыками:* работы с измерительными приборами и серийным научным оборудованием; навыками выполнения операций, предусмотренных выполнением химического анализа тем или иным инструментальным методом.

*ПК-2.1. Знать:* теоретические основы физико-химических методов анализа; назначение и правила использования измерительных приборов; технику определения физико-химических характеристик тем или иным методом. *Уметь:* пользоваться измерительными приборами; правильно определять физико-химические характеристики тем или иным методом. *Владеть навыками:* работы с измерительными приборами; навыками выполнения операций для определения физико-химических характеристик тем или иным методом.

*ПК-2.2. Знать:* теоретические основы методов анализа; назначение и правила использования измерительных приборов; технику выполнения анализа тем или иным методом. *Уметь:* пользоваться измерительными приборами; правильно проводить химический анализ объекта тем или иным методом. *Владеть навыками:* работы с измерительными приборами; навыками выполнения операций, предусмотренных выполнением химического анализа.

## **5. Форма промежуточной аттестации и семестр (ы) прохождения**

Зачет (2 семестр).

Экзамен (3, 4 семестры).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.