

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет имени Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
Институт биомедицины (МБФ)**

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института
Прохорчук Егор Борисович
Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.О.15 Аналитическая химия
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности
06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль)
Биомедицина
Год начала подготовки - 2024

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.15 Аналитическая химия (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология.

Направленность (профиль): Биомедицина.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Семенова Наталья Сергеевна	канд. хим. наук	доцент кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Янкович Инна Владимировна	канд. хим. наук	доцент кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
3	Негребецкий Вадим Витальевич	доктор хим. наук, профессор РАН	зав. кафедрой химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Попков Сергей Владимирович	канд. хим. наук, доцент	Зав. кафедры химии и технологии органического синтеза РХТУ им. Д.И.Менделеева	ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра химии ИФМХ»

протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Негребецкий Вадим Витальевич

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

Доктор биологических наук,

Член-корреспондент

Российской академии наук

« _____ »
протокол от «___» _____ 20__ № _____

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 06.05.02 Биомедицина, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» июля 2021 г. № 675 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: Усвоение фундаментальных знаний в области теории современных химических (качественный анализ, гравиметрия, титриметрия), физико-химических (инструментальных) методов анализа, получение навыков выполнения аналитических операций, сопоставление различных методов анализа, выбор оптимального для решения конкретной аналитической задачи и обработки его результатов.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- приобретение студентами теоретических и практических знаний аналитической химии в медико-биологической деятельности специалиста;
- развитие профессионально важных качеств личности, значимых для реализации формируемых компетенций;
- формирование у студентов навыков самостоятельной работы с учебной и справочной литературой по аналитической химии.
- формирование у студентов основных практических навыков, необходимых для выполнения качественного и количественного анализа, химических и физико-химических методов, идентификации, обнаружения, разделения неорганических соединений;
- формирование у студентов понимания цели, задач и методов аналитической химии, их значение в практической деятельности специалиста–биолога;

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аналитическая химия» изучается в 3 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Общая и неорганическая химия; Органическая химия.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Физическая химия; Физиология; Молекулярная биология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Технологическая практика (Лаборантская); Преддипломная практика, НИР.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

3 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности	
ОПК-2.ИД1 Планирует и проводит биологические эксперименты, используя современное оборудование	Знать: сущность реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы использования основных методов химического анализа (химических, физическо-химических, биологических); иметь представление об особенностях анализа различных объектов
	Уметь: выбирать оптимальный метод химического анализа при решении конкретной задачи, представлять и интерпретировать полученные результаты
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): проведения основных химических и инструментальных методов анализа веществ и материалов
ОПК-6 Способен анализировать и интерпретировать результаты своей профессиональной деятельности, предлагать пути их развития и внедрения, представлять их в письменной и устной форме для различных контингентов слушателей согласно нормам, принятым в профессиональном сообществе	
ОПК-6.ИД1 Анализирует интерпретирует результаты своей профессиональной деятельности	Знать: теоретические основы химических, физико-химических и биологических методов анализа
	Уметь: выбрать аналитический метод для решения конкретной задачи; представлять и оформлять результаты аналитического эксперимента
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): техникой выполнения основных аналитических операций, приемами работы на приборах, методами обработки, оформления отчетной документации по экспериментальным данным; навыками рациональной организации поэтапного выполнения своей учебно-профессиональной деятельности

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			3
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		42	42
Лекционное занятие (ЛЗ)		12	12
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		26	26
Коллоквиум (К)		4	4
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		28	28
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		28	28
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		2	2
Зачет (З)*		2	2
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	72	72
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	2,00	2,00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

3 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов. Качественный анализ			
1	ОПК-2.ИД1, ОПК-6.ИД1	Тема 1. Введение. Характеристика аналитических реакций и реагентов. Классификация аналитических методов	Основные понятия аналитической химии (аналитики). Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Типы аналитических реакций и реагентов. Характеристика чувствительности аналитических реакций (предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объём предельно разбавленного раствора, предел обнаружения, показатель чувствительности). Сильные и слабые электролиты. Понятие эквивалента вещества. Общая концентрация и активности ионов в растворе. Ионная сила раствора. Влияние ионной силы раствора на коэффициенты активности ионов. Характеристика pH водных растворов электролитов. Классификация методов качественного анализа (дробный и систематический, макро-, полумикро-, микро-, ультрамикроанализ). Аналитические реакции и реагенты, используемые в качественном анализе (специфические, селективные, групповые)
2	ОПК-2.ИД1, ОПК-6.ИД1	Тема 2. Качественный химический анализ	Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная), аммиачно-фосфатная, кислотно-основная. Ограниченность любой классификации катионов по группам. Кислотно-основная классификация катионов по группам. Систематический анализ катионов по кислотно-основному методу. Аналитические реакции катионов различных аналитических групп. Качественный анализ анионов. Аналитическая классификация анионов по группам (по способности к образованию малорастворимых соединений, по окислительно-восстановительным свойствам). Ограниченность любой классификации анионов по группам. Аналитические реакции анионов различных аналитических групп. Методы анализа смесей анионов различных аналитических групп. Анализ смесей катионов и анионов (качественный химический анализ вещества)
Раздел 2. Количественный анализ			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	ОПК-2.ИД1, ОПК-6.ИД1	Тема 1. Количественный анализ. Статистическая обработка результатов количественного анализа	Классификация методов количественного анализа (химические, физико-химические, физические, биологические). Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе. Роль и значение количественного анализа в биологии. Источники ошибок количественного анализа. Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа. Классификация ошибок количественного анализа (систематическая ошибка, случайные ошибки). Систематическая ошибка, процентная систематическая ошибка (относительная величина систематической ошибки). Источники систематических ошибок (методические, инструментальные, индивидуальные). Оценка правильности результатов количественного анализа (использование стандартных образцов, анализ исследуемого объекта другими методами, метод добавок или метод удвоения). Случайные ошибки. Некоторые понятия математической статистики и их использование в количественном анализе. Случайная величина, варианта, генеральная совокупность, выборка (выборочная совокупность), распределение Стьюдента. Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа. Расчёт метрологических параметров. Оптимальный объём выборки, среднее значение определяемой величины (среднее), отклонение, дисперсия, дисперсия среднего, стандартное отклонение (среднее квадратичное отклонение), стандартное отклонение среднего, относительное стандартное отклонение, доверительный интервал (доверительный интервал среднего), полуширина доверительного интервала, доверительная вероятность, коэффициент нормированных отклонений (коэффициент Стьюдента), относительная (процентная) ошибка среднего результата. Исключение грубых промахов. Представление результатов количественного анализа. Примеры статистической обработки и представления результатов количественного анализа. Оценка методов анализа по правильности и воспроизводимости. Сравнение двух методов анализа по воспроизводимости (сравнение дисперсий). Метрологическая характеристика методов анализа по правильности: анализ стандартного образца; сравнение результатов количественного анализа образца двумя методами (сравнение средних); примеры сравнения двух методов количественного анализа по правильности и воспроизводимости. Оценка допустимого расхождения результатов параллельных определений. Рекомендации по обработке результатов количественного анализа. Примеры статистической обработки результатов в химическом анализе

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
2	ОПК-2.ИД1, ОПК-6.ИД1	Тема 2. Основные типы химических равновесий, используемых в аналитической химии. Титриметрические методы анализа. Протолитические равновесия	Гомогенные и гетерогенные равновесия в аналитической химии. Окислительно-восстановительные системы. Равновесия в растворах комплексных соединений. Понятие о протолитической теории кислот и оснований. Протолитические равновесия в водных растворах. Характеристика силы слабых кислот и оснований. Константы кислотности, основности и их показатели; pH растворов слабых кислот и слабых оснований. Гидролиз. Константа и степень гидролиза. Вычисление значений pH растворов солей, подвергающихся гидролизу (гидролиз аниона слабой кислоты, гидролиз катиона слабого основания, гидролиз соли, содержащей катион слабого основания и анион слабой кислоты). Буферные системы (растворы). Значения pH буферных растворов: буферные системы, содержащие слабую кислоту и её соль, слабое основание и её соль. Буферная ёмкость. Использование буферных систем в анализе. Классификация методов титриметрического анализа: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексиметрическое и комплексонометрическое титрование. Титриметрический анализ (титриметрия). Основные понятия (аликвота, титрант, титрование, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, кривая титрования, степень оттитрованности, уровень титрования). Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии. Реактивы, применяемые в титриметрическом анализе, стандартные вещества, титранты. Типовые расчёты в титриметрическом анализе. Способы выражения концентраций в титриметрическом анализе (молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титриметрический фактор пересчёта (титр по определяемому веществу), поправочный коэффициент). Расчёт массы стандартного вещества, необходимой для приготовления титранта. Расчёт концентрации титранта при его стандартизации. Расчёт массы и массовой доли определяемого вещества по результатам титрования
3	ОПК-2.ИД1, ОПК-6.ИД1	Тема 3. Кислотно-основное титрование. Виды (приёмы) титрования (прямое, обратное, косвенное)	Кислотно-основное титрование. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии. Реактивы, применяемые в кислотно-основном титровании, стандартные вещества, титранты. Типовые расчёты в титриметрическом анализе. Индикаторы, используемые в методе кислотно-основного титрования
4	ОПК-2.ИД1, ОПК-6.ИД1	Тема 4. Окислительно-восстановительные равновесия	Окислительно-восстановительные системы. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-пар (редокс-потенциалы, электродные окислительно-восстановительные потенциалы). 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. Использование окислительно-восстановительных реакций в химическом анализе

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
5	ОПК-2.ИД1, ОПК-6.ИД1	Тема 5. Окислительно-восстановительное титрование	Сущность метода окислительно-восстановительного титрования. Классификация редокс-методов. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям. Виды окислительно-восстановительного титрования (прямое, обратное, заместительное) и расчёты результатов титрования. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Классификация индикаторов. Окислительно-восстановительные индикаторы (обратимые и необратимые), интервал изменения окраски индикатора. Примеры окислительно-восстановительных индикаторов, часто применяемых в анализе (дифениламин, фенантролиновая кислота, ферроин и др.). Кривые окислительно-восстановительного титрования: расчёт, построение, анализ. Выбор индикатора на основании анализа кривой титрования. Индикаторные ошибки окислительно-восстановительного титрования, их происхождение, расчёт, устранение. Перманганатометрическое титрование. Сущность метода. Условия проведения титрования. Титрант, его приготовление, стандартизация. Установление конечной точки титрования. Применение перманганатометрии. Дихроматометрическое титрование. Сущность метода. Титрант, его приготовление. Определение конечной точки титрования. Применение дихроматометрии
6	ОПК-2.ИД1, ОПК-6.ИД1	Тема 6. Равновесия в растворах комплексных соединений. Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита	Общая характеристика комплексных (координационных) соединений металлов. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и константы нестойкости комплексных соединений. Условные константы устойчивости комплексов. Влияние различных факторов на процессы комплексообразования в растворах. Типы комплексных соединений, применяемых в аналитической химии. Применение комплексных соединений в химическом анализе. Реакции, основанные на образовании комплексных соединений металлов. Гетерогенные равновесия. Способы выражения растворимости малорастворимых 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 посторонних электролитов на растворимость малорастворимых сильных электролитов (влияние добавок электролита с одноимённым ионом, влияние добавок постороннего (индифферентного) электролита). Влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворение. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Классификация методов по природе реагента, взаимодействующего с определяемыми веществами (аргентометрия, тиоцианатометрия, меркурометрия, гексацианоферратометрия, сульфатометрия, бариметрия). Виды осадительного титрования (прямое, обратное). Кривые осадительного титрования, их расчёт, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок титрования (концентрация растворов реагентов, растворимость осадка и др.). Индикаторы метода осадительного титрования: осадительные, металлохромные, адсорбционные. Условия применения и выбор адсорбционных индикаторов. Аргентометрическое титрование. Сущность метода. Титрант, его приготовление, стандартизация. Разновидности методов аргентометрии (методы Гей-Люссака, Мора, Фаянса-Фишера-Ходакова, Фольгарда). Применение аргентометрии. Тиоцианатометрическое титрование. Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикатор метода. Применение тиоцианатометрического титрования

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
7	ОПК-2.ИД1, ОПК-6.ИД1	Тема 7. Комплексиметрическое титрование. Осадительное титрование	Классификация методов комплексиметрического титрование и их применение. Комплексонометрическое титрование. Сущность метода. Требования к реакциям в комплексиметрии. Понятие о комплексонах металлов. Равновесия в водных растворах ЭДТА. Состав и устойчивость комплексонов металлов. Кривые титрования, их расчёт и построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок на кривые титрования (устойчивость комплексонов, концентрация ионов металла и комплексона, pH раствора). Индикаторы комплексонометрии (металлохромные индикаторы), принцип их действия; требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам; интервал изменения окраски индикаторов; примеры металлохромных индикаторов (эриохром чёрный Т, ксиленоловый оранжевый, мурексид и др.). Выбор металлохромных индикаторов. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Виды (приёмы) комплексонометрического титрования (прямое, обратное, заместительное). Ошибки метода, их происхождение, расчёт, устранение. Сущность метода осадительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Классификация методов по природе реагента, взаимодействующего с определяемыми веществами (аргентометрия, тиоцианатометрия, меркурометрия, гексацианоферратометрия, сульфатометрия, бариметрия). Виды осадительного титрования (прямое, обратное). Кривые осадительного титрования, их расчёт, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок титрования (концентрация растворов реагентов, растворимость осадка и др.). Индикаторы метода осадительного титрования: осадительные, металлохромные, адсорбционные. Условия применения и выбор адсорбционных индикаторов. Аргентометрическое титрование. Сущность метода. Титрант, его приготовление, стандартизация. Разновидности методов аргентометрии (методы Гей-Люссака, Мора, Фаянса-Фишера-Ходакова, Фольгарда). Применение аргентометрии. Тиоцианатометрическое титрование. Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикатор метода. Применение тиоцианатометрического титрования.
8	ОПК-2.ИД1, ОПК-6.ИД1	Тема 8. Инструментальные методы анализа	Общая характеристика физико-химических методов анализа. Потенциометрический анализ (потенциометрия). Принцип метода. Определение концентрации анализируемого раствора в прямой потенциометрии (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок). Применение прямой потенциометрии. Потенциометрическое титрование. Сущность метода. Кривые потенциометрического титрования. Применение потенциометрического титрования

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОП	ОК	ЛР	ТЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 семестр									
Раздел 1. Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов. Качественный анализ									
Тема 1. Введение. Характеристика аналитических реакций и реагентов. Классификация аналитических методов									
1	ЛЗ	Введение. Основные понятия аналитической химии. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Чувствительность аналитических реакций. Отбор и подготовка образцов к анализу	2	Д	1		1		
2	ЛПЗ	Введение. Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов	2	Т	1	1	1		
Тема 2. Качественный химический анализ									
3	ЛЗ	Основы качественного анализа. Классификация катионов и анионов по группам. Виды реагентов. Дробный и систематический анализ	2	Д	1	1	1		
4	ЛПЗ	Аналитические реакции катионов I, II и III аналитических групп по кислотно-основной классификации	2	Т	1	1	1	1	1
5	ЛПЗ	Аналитические реакции катионов IV, V и VI аналитических групп по кислотно-основной классификации	2	Т	1	1	1	1	1
6	ЛПЗ	Аналитические реакции анионов	2	Т	1	1	1	1	1
7	ЛПЗ	Систематический анализ раствора смеси солей	2	Т	1	1	1	1	1
8	К	Рубежный контроль по разделу 1	2	Р	1	1	1	1	1
Раздел 2. Количественный анализ									
Тема 1. Количественный анализ. Статистическая обработка результатов количественного анализа									
9	ЛЗ	Основы количественного анализа. Титриметрический анализ. Статистическая обработка результатов анализа	2	Д	1	1	1	1	1
10	ЛПЗ	Статистическая обработка результатов количественного анализа	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 2. Основные типы химических равновесий, используемых в аналитической химии. Титриметрические методы анализа. Протолитические равновесия									
11	ЛЗ	Кислотно-основное титрование. Теория кислотно-основных индикаторов. Кривые титрования	2	Д	1	1	1	1	1
12	ЛПЗ	Титриметрические методы анализа. Протолитические равновесия.	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 3. Кислотно-основное титрование. Виды (приёмы) титрования (прямое, обратное, косвенное)									
13	ЛПЗ	Кислотно-основное титрование. Виды титрования. Прямое титрование. Обратное и косвенное титрование	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 4. Окислительно-восстановительные равновесия									
14	ЛЗ	Использование окислительно-восстановительных реакций, реакций осаждения и комплексообразования в аналитической химии	2	Д	1	1	1	1	1
15	ЛПЗ	Окислительно-восстановительные равновесия	2	Д	1	1	1	1	1
Тема 5. Окислительно-восстановительное титрование									
16	ЛПЗ	Окислительно-восстановительное титрование	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 6. Равновесия в растворах комплексных соединений. Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита									
17	ЛПЗ	Гетерогенные равновесия. Равновесия в растворах комплексных соединений	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 7. Комплексиметрическое титрование. Осадительное титрование									
18	ЛПЗ	Комплексиметрическое титрование. Осадительное титрование	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 8. Инструментальные методы анализа									

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОП	ОК	ЛР	ТЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	ЛЗ	Инструментальные методы анализа. Основы оптических, электрохимических и хроматографических методов анализа, используемых в аналитической химии	2	Д	1	1	1	1	1
20	ЛПЗ	Химические и физико-химические методы титрования. Потенциометрическое титрование	2	Д	1	1	1	1	1
21	К	Рубежный контроль по разделу 2	2	Р	1	1	1	1	1
22	З	Зачет	2	ПА	1		1		
		Всего в семестре	44		21	20	21	18	18
		Всего по дисциплине	44		21	20	21	18	18

(*, **, *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос письменный	Опрос письменный	ОП		+	
3	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
4	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	
5	Тестирование в электронной форме	Тестирование	ТЭ		+	+

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
3 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос комбинированный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование
Зачет	Зачет 3

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

3 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос письменный	ОП	4	88	В	Т	22	15	8
		Проверка лабораторной работы	ЛР	7	154	В	Т	22	15	8
		Тестирование в электронной форме	ТЭ	3	66	В	Т	22	15	8
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	2	702	В	Р	351	234	117
		Тестирование в электронной форме	ТЭ	2	702	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1712					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

3 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

3 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

1. Основные понятия аналитической химии. Аналитические реакции и аналитические признаки веществ. Типы аналитических реакций. Реагенты в аналитической химии (специфические, селективные, групповые).
2. Характеристика чувствительности аналитических реакций (предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объём предельно разбавленного раствора).
3. Характеристика чувствительности аналитических реакций (предел обнаружения, показатель чувствительности). Сильные электролиты. Общая концентрация и активности ионов в растворе. Ионная сила раствора. Влияние ионной силы раствора на коэффициенты активности ионов. Расчет pH в водных растворах сильных кислот и оснований.
4. Слабые электролиты. Расчет pH в водных растворах слабых кислот и оснований.
5. Применение закона действующих масс в аналитической химии. Химическое равновесие. Константы химического равновесия (термодинамическая, концентрационная).
6. Гетерогенные равновесия в аналитической химии. Способы выражения растворимости малорастворимых электролитов. Произведение растворимости малорастворимого сильного электролита.
7. Гетерогенные равновесия. Условие образования осадков малорастворимых сильных электролитов. Дробное осаждение и дробное растворение осадков. Перевод одних малорастворимых электролитов в другие. Влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворение.
8. Протолитические равновесия. Константы кислотности, основности; pH растворов слабых кислот и слабых оснований.
9. Гидролиз. Константа и степень гидролиза. Вычисление значений pH растворов солей, подвергающихся гидролизу (гидролиз аниона слабой кислоты, гидролиз катиона слабого основания).
10. Протолитические равновесия в растворах солей, подвергающихся гидролизу (гидролиз соли, содержащей катион слабого основания и анион слабой кислоты). Вычисление значений pH.
11. Буферные системы. Расчет pH различных буферных растворов (буферные системы, содержащие слабую кислоту и её соль, слабое основание и её соль).
12. Буферные системы. Буферная ёмкость. Использование буферных систем в анализе.
13. Окислительно-восстановительные системы. Окислительно-восстановительные потенциалы. ЭДС реакции. Использование окислительно-восстановительных реакций в химическом анализе.
14. Использование окислительно-восстановительных реакций в химическом анализе. Влияние различных факторов на значения окислительно-восстановительных потенциалов и направление протекания реакций.
15. Общая характеристика комплексных соединений металлов. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и константы нестойкости комплексных соединений. Применение комплексных соединений в химическом анализе.
16. Равновесия в растворах комплексных соединений. Влияние различных факторов на процессы комплексообразования в растворах. Типы комплексных соединений, применяемых в аналитической химии.
17. Количественный анализ. Классификация методов количественного анализа (гравиметрия, титриметрия, физико-химические). Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.
18. Основные понятия гравиметрического анализа. Основные этапы гравиметрического определения. Осаждаемая и гравиметрическая (весовая) формы; требования, предъявляемые к этим формам.
19. Титриметрический анализ. Основные понятия (аликвота, титрант, титрование, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, кривая титрования).

Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии. Реактивы, применяемые в титриметрическом анализе, стандартные вещества, титранты.

20. Классификация методов титриметрического анализа: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексиметрическое и комплексонометрическое титрование.
21. Титриметрический анализ. Виды (приёмы) титрования (прямое, обратное, косвенное). Способы определения (отдельных навесок, аликвотных частей). Методы установления конечной точки титрования (визуальные, инструментальные).
22. Кислотно-основное титрование. Сущность метода. Основные реакции и титранты метода. Типы кислотно-основного титрования (ацидиметрия, алкалиметрия).
23. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Требования, предъявляемые к индикаторам. Ионно-хромофорная теории индикаторов. Интервал изменения окраски индикатора. Примеры типичных индикаторов кислотно-основного титрования.
24. Кривые кислотно-основного титрования (сильной кислоты щёлочью, сильного и слабого основания – кислотой). Титрование полипротонных кислот. Выбор индикаторов по кривой титрования. Индикаторные ошибки кислотно-основного титрования.
25. Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода. Классификация редокс-методов. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям. Виды окислительно-восстановительного титрования (прямое, обратное, заместительное).
26. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Классификация индикаторов. Окислительно-восстановительные индикаторы (обратимые и необратимые), интервал изменения окраски индикатора. Примеры окислительно-восстановительных индикаторов, часто применяемых в анализе (дифениламин, фенантролиновая кислота, ферроин).
27. Перманганатометрическое титрование. Сущность метода. Условия проведения титрования. Титрант, его приготовление, стандартизация. Установление конечной точки титрования. Применение перманганатометрии.
28. Комплексиметрическое титрование. Сущность метода. Требования к реакциям в комплексиметрии. Классификация методов и их применение.
29. Комплексонометрическое титрование. Понятие о комплексонах металлов. Равновесия в водных растворах ЭДТА. Состав и устойчивость комплексонов металлов. Индикаторы комплексонометрии, принцип их действия. Выбор металлохромных индикаторов.
30. Применение комплексонометрического титрования. Сущность метода комплексонометрического титрования. Титрант метода. Способы комплексонометрического титрования (прямое, обратное, заместительное).
31. Осадительное титрование. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Индикаторы метода осадительного титрования: осадительные, металлохромные, адсорбционные. Условия применения и выбор адсорбционных индикаторов.
32. Виды осадительного титрования (прямое, обратное). Кривые осадительного титрования. Влияние различных факторов на скачок титрования (концентрация растворов реагентов, растворимость осадка и др.).
33. Аргентометрическое титрование. Сущность метода. Титрант. Индикаторы. Условия титрования. Примеры определений. Достоинства и недостатки метода.
34. Потенциометрический анализ. Принцип метода. Определение концентрации анализируемого раствора в прямой потенциометрии (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок).
35. Потенциометрическое титрование. Сущность метода. Кривые потенциометрического титрования. Применение потенциометрического титрования (определение кислот, окислителей).

Образец билета для проведения зачета

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра химии ИФМХ

Билет № _____

для проведения зачета по дисциплине «Аналитическая химия» по программе
специалитета по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль) Биомедицина

1. Предел обнаружения ионов K^+ микрокристаллоскопической реакцией с натрия и свинца гексанитрокупратом (II) равен 7,6 мкг в объеме раствора 0,05мл. Вычислите предельное разбавление и предельную концентрацию ионов K^+ для этой реакции. Напишите уравнение соответствующей реакции в ионном виде.
2. Как изменится pH ацетатного буферного раствора, содержащего 0.08 моль уксусной кислоты и 0.12 моль ацетата натрия в 200 мл раствора, если к 50 мл этого раствора прибавить: а) 10 мл 0.6 М раствора KOH, б) 10 мл 0.5 М раствора серной кислоты. Рассчитайте буферную емкость исходного буферного раствора и поясните механизм буферного действия соответствующими уравнениями реакций
3. Рассчитайте pH в точке эквивалентности и величину скачка при титровании 15 мл 0.10 М раствора аммиака 0.15 М раствором хлороводородной кислоты в пределах $\pm 0.1\%$ от точки эквивалентности. ($K_b(NH_3) = 1,76 \cdot 10^{-5}$).
4. Навеску калия иодида растворили в воде, и на титрование полученного раствора было израсходовано 17.00 мл раствора серебра нитрата с молярной концентрацией 0.050 М. Рассчитайте массу навески калия иодида.
- 5.

Образец алюминия хлорида массой 0.6050 г растворили в воде и получили 200.0 мл раствора. К 10.0 мл приготовленного раствора прибавили 18.0 мл 0.02250 М раствора ЭДТА, и на титрование полученного раствора было израсходовано 4.40 мл стандартного 0.0500 М раствора магния сульфата, $F_{0.05} = 0.9110$. Рассчитайте содержание (в % по массе) алюминия хлорида в образце.

Кафедра химии ИФМХ

Заведующий кафедрой
Негребецкий Вадим
Витальевич

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

1. Иметь доступ к сети "Интернет".
2. Иметь тетрадь для записи конспектов.
3. Ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой данной лекции.
4. Записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

1. Прослушать лекцию, записанную в личном кабинете студента, и законспектировать ее.
2. Ознакомиться с теоретическим материалом, изложенным в учебниках, методических пособиях и в личном кабинете студента.
3. Выполнить письменные домашние задания для подготовки к занятию.
4. Ознакомиться и оформить лабораторную работу по теме занятия.
5. Ознакомиться с тестовыми занятиями по изучаемой теме в личном кабинете студента, пройти самоконтрольное тестирование.
6. Подготовить конспект к занятию по изучаемой теме.

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

изучить учебный материал по темам и (или) разделам дисциплины, включенным в данный рубежный контроль. Ознакомиться с примером билета, ознакомиться с тестовыми заданиями в личном кабинете студента. Проработать (или повторить) задания (расчетные задачи, реакции, структуры веществ), которые давались на каждом занятии и опубликованы в «Сборнике методических материалов» и выложены в личном кабинете студента.

Методические указания для подготовки к зачету

1. Ознакомиться с примером билета, выносимого на промежуточную аттестацию в форме зачета;
2. Ознакомиться с тестовыми заданиями в личном кабинете студента;
3. Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
4. Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
5. Повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование; подготовки ответов на вопросы.
- решения задач, выполнения письменных заданий и упражнений;
- выполнения письменных контрольных работ.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Аналитическая химия: аналитика, Харитонов Ю. Я., 2024 - 2025	Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов. Качественный анализ Количественный анализ	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.htm
2	Аналитическая химия: качественный анализ, Харитонов Ю. Я., Джабаров Д. Н., 2024 - 2025	Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов. Качественный анализ Количественный анализ	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432723.html
3	Аналитическая химия. Аналитика: в 2 кн., Харитонов Ю. Я., 2024 - 2025	Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов. Качественный анализ Количественный анализ	55	
4	Аналитическая химия: аналитика, Харитонов Ю. Я., Григорьева В. Ю., Краснюк И. И. (мл.), 2024 - 2025	Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов. Качественный анализ Количественный анализ	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970461839.html

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. Консультант студента <https://www.studentlibrary.ru/>
2. ЭБС «Айбукс» <https://ibooks.ru/>
3. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
4. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
5. Российская национальная библиотека <https://nlr.ru/>
6. Электронная библиотечная система РНИМУ <https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els/>

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescope» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», Доска маркерная, Доска меловая, Стулья, Столы, Проектор мультимедийный, Экран для проектора
2	Аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), лабораторных практикумов, лабораторных работ, демонстрационных экспериментов групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Держатели для пробирок, Конические колбы, Мерные колбы, Груши трехходовые пипеточные, Мерные пипетки, Мерные цилиндры, Стулья, Столы, Микроскопы световые, Пробирки, Стеклопалочки, Фильтровальная бумага, Чашки Петри, Газоотводные трубки, Чашки фарфоровые, Шпатели
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
4	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.