Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 17:17:30
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета химической технологии и биотехнологии
_____ Ю.В. Данильчук
«__» ___07___ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

Направление подготовки
19.03.01 «Биотехнология»

Профиль
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.08.2021 № 736 и основной образовательной программы высшего профессионального образования ООП ВО, разработанной в Московском политехническом университете.

Программу составил

ст. преподаватель /Р.Х. Магжанов/

профессор, д.х.н. /С.С. Иванов/

Программа «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» одобрена и утверждена на заседании кафедры «ХимБиотех»
« 04 » июля 2022 г., протокол № 12

Зав. кафедрой «ХимБиотех» проф., д.б.н. /Т.И. Громовых/
« 04 » июля 2022 г.

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология»

Доцент, к.б.н. /Е.С. Горшина/
« 04 » июля 2022 г.

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» относятся:

- подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению;
- изучение химических методов качественного и количественного анализов;
- изучение методов разделения и концентрирования веществ, которые служат теоретической основой для методов синтеза и анализа различных соединений;
- познание теоретической основы и получение практических навыков выбора метода анализа и его проведения.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» следует отнести:

освоение и выбор методов анализа природных объектов и химических смесей, умение применять полученные знания при эксплуатации и управлении качеством биотехнологических производств и технологий получения, исследования и применения биологически активных веществ;

2.Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла **(**Б 1.1.16**)** основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Общая и неорганическая химия;
- Органическая химия;
- Физическая химия;
- Коллоидная химия;
- Химия биологически активных веществ;
- Экология.

Для усвоения дисциплины студенты должны иметь предварительную подготовку по химии в объеме курса «Общей и неорганической химии», «Органическая химия», «Физическая химия».

3.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-1	Способностью изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	**знать:** - теоретические основы химического и физико-химических методов анализа веществ, теоретические и практические подходы к планированию эксперимента, обработки и представления полученных результатов **уметь:** - планировать эксперимент, математически обрабатывать и представлять полученные результаты, обеспечивать входной и выходной аналитический контроль сырья и продуктов **владеть:** - техническими средствами для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, обработки и представления полученных результатов, а также методами планирования эксперимента
ОПК-7	Способностью проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать	**знать:** - теоретические и практические подходы к определению состава смесей и индивидуальных химических веществ, методы их выделения, разделения и концентрирования **уметь:** - обеспечивать входной и выходной

Отформатированная таблица

	экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	аналитический контроль качества сырья и продукции биохимических производств. планировать эксперимент, обрабатывать и представлять полученные результаты **владеть:** - умением выбора метода анализа природных объектов и смесей веществ, методами планирования и осуществления эксперимента и технологических процессов, в соответствии с регламентом и использовать технические средства обработки и представления полученных результатов

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» составляет 6 зачётных единиц (216 академических часов, из них 108 часов самостоятельной работы).

Структура и содержание дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» по срокам и видам работы изложены в Приложении № 3.

3 семестр: Лекции - 1 час в неделю (18 часов), лабораторные работы – 2 часа в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен.

4 семестр: Лекции -1 час в неделю, лабораторные работы - 1 час в неделю (18 часов), практические занятия - 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – экзамен.

Содержание дисциплины

Раздел 1. Химические методы анализа

Тема 1. Введение

Аналитическая химия как наука об определении химического состава веществ. Химический и физико-химический анализ как средство контроля качества сырья и продукции химической промышленности, а также контроля чистоты окружающей среды.

Тема 2. Предмет, задачи и методы аналитической химии

Задачи и классификация методов анализа в зависимости от объекта исследования. Виды и этапы анализа. Понятие о качественном и количественном анализе, химических и физико-химических методах анализа. Основные требования к методам анализа: предел обнаружения, избирательность, специфичность, правильность, воспроизводимость, экспрессность и др.

Тема 3. Качественный анализ

Понятие о качественной аналитической реакции. Аналитическая форма, аналитические признаки. Требования, предъявляемые к качественным аналитическим реакциям. Типы аналитических реакций, условия их проведения. Аналитическая классификация катионов и анионов. Дробный и систематический анализ. Идентификация неорганических соединений на основе данных качественного химического анализа.

Тема 4. Методы разделения, выделения и концентрирования

Разделение и концентрирование: количественные характеристики. Характеристика методов осаждения и соосаждения. Произведение растворимости и применение его для вычисления концентрации насыщенного раствора малорастворимого электролита и возможности выпадения осадка. Хроматография. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, на основе элементарного акта, по способу проведения процесса. Экстракция. Растворители, экстрагенты. Электрохимические методы разделения, методы испарения, управляемая кристаллизация и др.

Тема 5. Количественный анализ

Количественный анализ. Химические методы количественного анализа: гравиметрия и титриметрия.

Гравиметрия

Сущность гравиметрического анализа и его применение.

Титриметрический метод анализа.

Основные положения титриметрического анализа. Типы химических реакций, используемые в титриметрии и требования, предъявляемые к ним. Титрование; точка эквивалентности; Кривые титрования. Вычисление результатов титрования. Основные положения титриметрического анализа.

Кислотно-основное титрование.

Теоретические основы кислотно-основного титрования. Факторы, влияющие на характер кривой титрования и величину скачка. Индикация конечной точки кислотно-основного титрования. Кислотно-основные индикаторы. Интервал pH перехода окраски индикаторов. Примеры практического использования метода кислотно-основного титрования.

Комплексометрия. Комплексоно-метрическое титрование

Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Требования, предъявляемые к реакциям титрования в комплексометрии. Особенности реакции комплексообразования ионов металлов с ЭДТА в зависимости от pH. Кривые комплексонометрического титрования. Металлоиндикаторы. Важнейшие металлоиндикаторы. Способы комплексонометрического титрования. Избирательность титрования и способы её повышения. Примеры практического использования.

Методы окислительно-восстановительного титрования

Стандартный и формальный потенциалы окислительно-восстановительных систем. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Индикаторы. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия, йодометрия, хроматометрия, броматометрия и др.

Тема 6. Расчеты в объёмном анализе

Способы выражения концентраций в объёмном анализе. Расчеты эквивалентных масс в обменных и окислительно-восстановительных реакциях. Закон эквивалентов.

Расчеты в методах нейтрализации, окисления восстановления, осаждения и комплексообразования.

Тема 7. Метрология анализа

Понятия метрология и измерение. Задачи аналитической химии как метрологической науки. Погрешности химического анализа. Метрологические и аналитические характеристики методов анализа.

Основные понятия классической статистики.

Раздел 2. Физико-химические методы анализа

Тема 1. Введение в физико-химические методы анализа

Физико-химические методы анализа и исследования. Классификация физико-химических методов анализа (ФХМА). Аналитический сигнал. Относительный характер ФХМА. Эталоны.

Тема 2. Оптические методы анализа

Классификация. Поляриметрия. Поляризация света Рефрактометрия. Люминесцентные методы анализа. Классификация процессов, вызывающих люминесценцию. Флюорисценция и фосфорисценция.

Тема 3. Электрохимические методы анализа

Классификация. Кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Расчет результатов анализа. Потенциометрия. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Потенциометрическое титрование. Вольтамперометрия. Полярография. Амперометрическое титрование. Электрогравиметрия. Электролиз. Законы Фарадея. Кулонометрия. Кулонометрическое тирование. Аппаратура.

Тема4. Хроматографические методы анализа

Определение. Классификация хроматографических методов хроматографии. Теория хроматографии. Газовая хроматография. Аппаратура. Хроматограммы. Детекторы. Ионообменная хроматография. Распределительная бумажная хроматография. Тонкослойная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Гель- хроматография.

Тема 5. Спектральные методы анализа

Виды взаимодействия излучения с веществом. Атомная спектроскопия. Атомная адсорбция. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Качественный и количественный спектральный анализ. Спектрограммы. Метод фотометрии пламени. Аппаратура. Молекулярные спектральные метолы. Основные законы поглощения излучения. Колориметрия. Фотоколориметрия. Способы определения концентрации в спектрофотометрии. Электронная молекулярная спектроскопия. Электронный микроскоп.

Тема 6. Выбор метода анализа

Метрология анализа. Метрологические характеристики аналитических методов: чувствительность, избирательность и точность. Специфичность методов. Воспроизводимость и правильность результатов. Способы уменьшения влияния случайных ошибок на точность результатов. Стандартное отклонение и доверительный интервал.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме выполнения ими домашних заданий и проверки их преподавателем;
- индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- ответы на вопросы домашних заданий;
- проведение проверочных работ;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию: *i-exam.ru, fepo.ru;*
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам анализа и обработке результатов анализа.

Предусмотрена возможность использования электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Все материалы размещаются в СДО Московского политеха (https://online.mospolytech.ru).

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» и в целом по дисциплине составляет ~ 70%

аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют ~ 30% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита лабораторных работ;
- выполнение домашних заданий;
- ответы студента на вопросы проверочных работ;
- результаты интернет-тестирования.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы проверочных заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, билетов для проведения зачета и экзамена, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1	Способностью изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях
ОПК-7	Способностью проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы

Отформатированная таблица

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей) в соответствии с учебным планом.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-1 Способностью изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: - теоретические основы методов химического и ФХМ анализа веществ, теоретические и практические подходы к планированию эксперимента, обработки и представления полученных результатов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Теоретических основ химических и ФХМ методов анализа, а также теоретических подходов к планированию эксперимента и математической обработки результатов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Теоретических основ химических и ФХМ методов анализа, теоретических подходов к планированию эксперимента и математической обработки результатов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду методов определения, разделения и концентрировани ю анализируемых объектов; обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Теоретических основ химических и ФХМ методов анализа и теоретических подходов к планированию эксперимента, математической обработки результатов. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях и математической обработке результатов.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Теоретических основ химических и ФХМ методов анализа, теоретических подходов к планированию эксперимента и математической обработки результатов свободно оперирует приобретенными знаниями.

Отформатированная таблица

уметь: - планировать эксперимент, обеспечивать входной и выходной аналитический контроль сырья и продуктов, математически обрабатывать и представлять полученные результаты	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет планировать эксперимент, выполнять расчеты по результатам анализа, контролю сырья и продукции биохимических производств.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: планировать эксперимент, выполнять расчеты по результатам анализа, контролю сырья и продукции биохимических производств. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду расчетов обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: планирование эксперимента, выполнение расчетов по результатам анализа, контролю сырья и продукции биохимических производств. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выполнять расчеты по результатам анализа, контролю сырья и продукции биохимических производств. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - техническими средствами для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, обработки и представления полученных результатов, а также методами планирования эксперимента	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами осуществления технологических процессов в соответствии с регламентом и использованием технических средства для измерения основных параметров биотехнологиче	Обучающийся в неполном объеме владеет методами планирования эксперимента, осуществления технологических процессов в соответствии с регламентом и использования технических средств измерения основных параметров биотехнологиче	Обучающийся частично владеет методами планирования эксперимента, осуществления технологических процессов в соответствии с регламентом и использования технических средств измерения основных параметров биотехнологиче	Обучающийся в полном объеме владеет методами планирования и осуществления технологических процессов в соответствии с регламентом и использования технических средств измерения основных параметров биотехнологических процессов,

	ских процессов, свойств сырья и продукции	ских процессов, свойств сырья и продукции, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ских процессов, свойств сырья и продукции, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	свойств сырья и продукции, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ОПК-7 - Способностью проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы				
знать: - теоретические и практические подходы к определению состава смесей и индивидуальных химических веществ, методы их выделения, разделения и концентрирования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: теоретических и практических подходов к определению состава химических веществ и их смесей, методам их разделения, выделения и концентрирования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: теоретических и практических подходов к определению состава химических веществ и их смесей, методам их разделения, выделения и концентрирования Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: теоретических и практических подходов к определению состава химических веществ и их смесей, методам их разделения, выделения и концентрирования, допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: теоретических и практических подходов к определению состава химических веществ и их смесей, методам их разделения, выделения и концентрирования , свободно оперирует приобретенными знаниями.

		показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
уметь: - обеспечивать входной и выходной аналитический контроль качества сырья и продукции биохимических производств, планировать эксперимент, обрабатывать и представлять полученные результаты	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет обеспечивать входной и выходной аналитический контроль качества сырья и продукции биохимических производств, планировать эксперимент и проводить математическую обработку полученных результатов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обеспечивать входной и выходной аналитический контроль качества сырья и продукции биохимических производств. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: обеспечивать входной и выходной аналитический контроль качества сырья и продукции биохимических производств, планировать эксперимент, обрабатывать и представлять полученные результаты. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: обеспечивать входной и выходной аналитический контроль качества сырья и продукции биохимических производств, планировать эксперимент, обрабатывать и представлять полученные результаты. планировать эксперимент, обрабатывать и представлять полученные результаты. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - умением выбора метода анализа природных объектов и смесей веществ, методами	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет выбором методов анализа природных	Обучающийся владеет умением выбора метода анализа природных объектов и смесей веществ,	Обучающийся частично владеет умением выбора метода анализа природных объектов и смесей веществ,	Обучающийся в полном объеме владеет умением выбора метода анализа природных объектов и

планирования и осуществления эксперимента и технологических процессов, в соответствии с регламентом и использовать технические средства обработки и представления полученных результатов	объектов и смесей веществ, методами планирования и осуществления эксперимента и технологических процессов, в соответствии с регламентом и использовать технические средства обработки и представления полученных результатов	методами планирования и осуществления эксперимента и технологических процессов, в соответствии с регламентом и использованием технических средств обработки и представления полученных результатов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	методов планирования и осуществления эксперимента и технологических процессов, в соответствии с регламентом и использовать технические средства обработки и представления полученных результатов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	смесей веществ; методами планирования и осуществления эксперимента и технологических процессов, в соответствии с регламентом и использовать технические средства обработки и представления полученных результатов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится в 4 семестре по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» (прошли промежуточный контроль: проверочные работы написаны на оценку не ниже «удовлетворительно», выполнили и сдали все лабораторные работы)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности при аналитических операциях, затрудняется при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, допускаются значительные ошибки, неточности при аналитических операциях, испытывает значительные затрудняется при применении навыков в новых ситуациях

Отформатированная таблица

Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 19.03.01 «Биотехнология»

ОП (профиль): Промышленная биотехнология и биоинженерия

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:

научно-исследовательская

производственно-технологический

Кафедра: «ХимБиотех»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Составители: Р.Х. Магжанов, С.С. Иванов

Москва, 2022 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа.					
ФГОС ВО 19.03.01 «Биотехнология»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональны компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ОПК-1	**способность** и готовность изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	**Знать:** - теоретические основы методов химического и ФХМ анализа веществ, теоретические и практические подходы к планированию эксперимента, обработки и представления полученных результатов **Уметь:** - планировать эксперимент, обеспечивать входной и выходной аналитический контроль сырья и продуктов, **Владеть*:*** - навыками научного анализа и процессуального подхода к изучению истории	лекция, самостоятельная работа, семинарские и лабораторные занятия лекция, самостоятельная работа, семинарские и лабораторные занятия	УО, К, К-З, РЗЗ (а, б) Экз.	**Базовый уровень** - способен использовать теоретические основы химических и физико-химических методов анализа, обрабатывать и представлять полученные результаты в стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен использовать теоретические основы различных методов анализа для обеспечения контроля качества продуктов химической промышленности, обработки и представления полученных результатов, владеет способностью самостоятельно

Отформатированная таблица

Отформатированная таблица

		математически обрабатывать и представлять полученные результаты **Владеть:** - техническими средствами для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, обработки и представления полученных результатов, а также методами планирования эксперимента, методами осуществления и планирования эксперимента и технологических процессов в соответствии с регламентом и использовать технические средства обработки и представления полученных результатов	лекция, самостоятельная работа, семинарские и лабораторные занятия		планировать и осуществлять технологический процесс, использовать технические средства обработки и представления полученных результатов.

ОПК-7	**Способность** и готовность проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	**Знать:** - теоретические и практические подходы к определению состава смесей и индивидуальных химических веществ, методы их выделения, разделения и концентрирования **Уметь**: - обеспечивать входной и выходной аналитический контроль качества сырья и продукции биохимических производств, планировать эксперимент, обрабатывать и представлять полученные результаты **Владеть: -** умением выбора метода анализа природных объектов и смесей веществ, методами планирования и осуществления эксперимента и технологических процессов, в соответствии с регламентом и использовать технические средства обработки и представления полученных результатов осуществления эксперимента и технологических процессов, в соответствии с регламентом и использовать технические средства обработки и представления полученных результатов	лекция, самостоятельная работа, семинарские и лабораторные занятия лекция, самостоятельная работа, семинарские и лабораторные занятия лекция, самостоятельная работа, семинарские и лабораторные занятия	УО, К, К-З, РЗЗ(а, б)	**Базовый уровень** - способен использовать теоретические практические подходы к определению состава смесей и индивидуальных химических веществ, методы их выделения, разделения и концентрирования, обеспечивать входной и выходной аналитический контроль качества сырья и продукции биохимических производств, обрабатывать и представлять полученные результаты в стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен использовать теоретические основы различных методов анализа для обеспечения входного и выходного аналитического контроля качества сырья и продукции биохимических производств, представления полученных результатов, владеет планировать и осуществлять технологический процесс, использовать технические средства обработки и представления полученных результатов технические средства обработки и представления полученных результатов

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение 1
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине: Аналитическая химия и физико-химические методы анализа.

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Кейс-задача (К-З)	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально- ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.	Задания для решения кейс-задачи см. Приложение 2
2	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины см. Приложение 2

Отформатированная таблица

3	Разноуровневые задачи и задания (РЗЗ)	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющиеоценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно- следственных связей;	Комплект разноуровневых задач и заданий см. Приложение 2
4	Устный опрос, собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины см. Приложение 2

Приложение 2
к рабочей программе

1. **Кейс-задача** – Анализ индивидуального вещества. (Определение качественного состава соли)

Примеры солей для анализа: KI, Na_2CO_3, $NaNO_2$, $BaCl_2$, $Sr(NO_3)_2$, $CaCl_2$, $Pb(CH_3COO)_2$, $NiSO_4$, $AgNO_3$, $AlCl_3$, $FeSO_4$.

2. **Коллоквиум**:

Вопросы для собеседования:

1.Ионное произведение воды, решение задач по расчету pH водных растворов сильных и слабых кислот и оснований, солей, буферных растворов.

2.Использование комплексных соединений для определения, разделения и концентрирования анализируемых объектов. Сравнение прочности комплексных соединений.

3.Произведение растворимости, молярная растворимость, выяснение возможности выпадения осадка.

4. Расчеты кривых титрования в методе нейтрализации. Расчеты при выборе индикатора.

5.Перечислите известные физические и физико-химические методы анализа. Классификация физико-химических методов анализа ФХМА.

6. Аналитический сигнал. Относительный характер ФХМА. Что представляют собой стандартные образцы и как они используются для калибровки аналитической аппаратуры?

7. Классификация оптических методов анализа.

8. Потенциометрическое титрование. Кулонометрическое титрование.

9. Хроматографические методы анализа.

10. Виды взаимодействия излучения с веществом, их краткая характеристика.

11. Сформулируйте основной закон светопоглощения. Перечислите причины отклонений от основного закона светопоглощения

12. Фотоколориметрия. Способы определения концентрации в спектрофотометрии. В каких случаях целесообразно использовать метод сравнения, метод калибровочного графика и метод добавок

13. На чем основано применение спектров в качественном и количественном анализах?

14. Перечислите основные характеристики спектральных приборов. Нарисуйте блок-схемы атомно-абсорбционных и эмиссионных спектрометров.

15. Что такое атомизатор? В каких методах анализа используются атомизаторы?

16. Чем отличается роль атомизатора в атомно-абсорбционных и эмиссионных спектрометрах?
17. Какие основные типы источников излучения используются в атомно-абсорбционном спектрометре?
18. В чем заключается преимущество электротермического источника атомизации по сравнению с пламенным?
19. Какие источники излучения используются в спектрофотометрии при работе в УФ, видимой и ИК областях спектра?
20. Назовите основные блоки масс-спектрометра.
21. Сформулируйте и обоснуйте уравнение резонанса, используемое в методе ЭПР.
20. История открытия электронного микроскопа.
21. Виды характеристического излучения, используемые в сканирующем электронном микроскопе для формирования аналитического сигнала.
22. Блок-схема современного просвечивающего электронного микроскопа.
23. Принцип работы энергодисперсионного спектрометра.

3. **Разноуровневые задачи и задания**:

а) *проверочные работы*.

Примеры вариантов проверочных работ.

Химические методы анализа

Проверочная работа № 1

1. Методы разделения и концентрирования (перечислить). Краткая характеристика метода экстракции. Экстрагенты и растворители.
2. Каково условие выпадения осадка с учетом ПР? Какие вычисления необходимо провести, чтобы выяснить возможность выпадения осадка?
3. Задача. Вычислить pH 0,1н раствора уксусной кислоты (Кд $CH_3COOH = 1{,}74*10^{-5}$). Каково будет значение pH при разбавлении раствора в 100 раз?
4. Разделить смесь двумя способами: Sr^{2+}, Ag^{+}, Fe^{3+}, Bi^{3+}, Ba^{2+}

Проверочная работа № 2

1. Химические методы количественного анализа. Титриметрия. Сущность метода.
2. Кислотно - основное титрование (метод нейтрализации). Примеры использования метода. Расчеты при построении кривых титрования (примеры).

3. С каким индикатором следует титровать 100 мл 0,1н соляной кислоты HCl 0,1н щелочью NaOH?

4.Задача. Из навески руды, равной 0,4266 г, в результате анализа получено 0,3046 г Fe_2O_3. Каково процентное содержание железа в руде?

Физико - химические методы анализа

б) практические занятия

1. Математическая обработка результатов измерений и общие приемы определения концентрации анализируемого вещества.
2. Кондуктометрическое титрование
3. Ионометрия. Потенциометрическое титрование.
4. Электролиз и кулонометрический метод анализа.
5. Вольтамперометрия. Полярография и амперометрическое титрование.
6. Спектрофотометрия и фотометрия.
7. Рефрактометрия. Турбидиметрия и нефелометрия.
8. Хроматографический метод анализа
9. Спектральные методы анализа

.

б) лабораторные работы.

Список лабораторных работ:

I. Химические методы.

1.«Качественные реакции катионов 1 и 2 аналитических групп»
2.«Анализ смеси катионов 1 и 2 аналитических групп»
3.«Качественные реакции катионов 3 и 4 аналитических групп»
4.«Качественные реакции анионов»
5. «Анализ соли».
6.Метод нейтрализации: «Определение содержания карбонатов натрия и калия в растворе». Или «Определение устранимой жесткости воды».
7.Метод окисления – восстановления: «Определение содержания ионов меди в растворе». Или «Определение содержания железа (II) в соли».
8.Метод комплексонометрии: «Определение общей жесткости воды».

II. Физико-химические методы.

1. Кондуктометрическое титрование смеси слабой и сильной кислот.

2. Определение общей жесткости воды кондуктометрическим титрованием.
3. Потенциометрическое титрование железа (II) дихроматом калия.
4. Определение катионов меди ионоселективным электродом.
5. Определение фторид ионов ионоселективным электродом.
6. Определение водородного показателя в водных растворах.
7. Фотоколориметрическое определение никеля с диметилглиоксимом.
8. Фотоколориметрическое определение Fe (II) с сульфосалициловой кислотой.
9. Фотоколориметрическое определение висмута (III) в присутствии комплексона (II).
10. Рефрактометрическое определение глицерина в водном растворе.
11. Определение сульфат-ионов нефелометрическим методом
12. Амперометрическое титрование перманганата калия ионами железа (II).
13. Кулонометрическое определение тиосульфата натрия в водном растворе.

4. **Устный опрос**.

Вопросы для собеседования:

1. Сульфидная классификация катионов. Действие групповых реактивов 2, 3. 4 аналитических групп.
2. Какие соединения катионов Mg^{2+}, Ba^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+} растворимы и какие нерастворимы в воде? Приведите примеры реакций получения их нерастворимых соединений.
3. Можно ли обнаружить Ba^{2+} в присутствии Ca^{2+} и Sr^{2+} реакцией: а) с SO_4^{2-} , б) K_2CrO_4?
4. Водные растворы каких катионов 2 и 3 аналитических групп имеют цвет?
5. Почему, при взаимодействии солей алюминия и хрома с $(NH_4)_2S$ выпадают в осадок $Al(OH)_3$ и $Cr(OH)_3$, а не сульфиды? (Ответ подтвердите уравнениями реакций).
6. Какими реакциями можно обнаружить катионы: Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ni^{2+} ? (Ответ подтвердите уравнениями реакций).
7. Какими реакциями можно обнаружить катионы: Cu^{2+}, Cd^{2+} ? (Ответ подтвердите уравнениями реакций).
8. Расчеты при построении кривых титрования (примеры).
9. Расчеты результатов титриметрического анализа. Нормальная (эквивалентная) концентрация, Титр. Титр по определяемому веществу.

10. Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал, его зависимость от концентрации определяемого вещества.
11. Характеристика методов анализа. Чувствительность, предел обнаружения, воспроизводимость и правильность метода анализа.
12. На основе заданных результатов анализа рассчитать среднюю квадратичную погрешность отдельного определения.
13. Кондуктометрия. Удельная и эквивалентная электропроводимость раствора. Измерение удельной электропроводимости с помощью моста Уитстона и ее расчет.
14. Прямая и косвенная кондуктометрия. Расчет концентрации анализируемого вещества по результатам кондуктометрических измерений.
15. Прямая потенциометрия. Электрохимическая ячейка, рабочий электрод, электроды сравнения. Уравнение Нернста. Ионоселективные электроды. Стеклянный электрод.
16. Потенциометрическое титрование: физическое изображение результатов для определения конечной точки титрования.
17.Кулонометрия. Сущность метода. Кулонометрия при контролируемом потенциале и постоянной силе тока. Способы определения окончания электролиза. Особенность кулонометрического титрования.
18. Полярография. Поляризация электрода. Уравнение Тафеля.
19. Полярография. Предельный ток диффузии и его связь с потенциалом полуволны. Расчет концентрации анализируемого вещества.
20.Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Законы светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Аппаратура измерения поглощения света.
21. Техника проведения фотоколориметрии и спектрофотометрии с использованием методов добавок и градуировочного графика.
22. ИК-спектроскопия. Происхождение и области ИК-спектров. Применение ИК-спектроскопии.
23.Атомно-эмиссионная спектроскопия Эмиссионная фотометрия пламени. Схема устройства пламенного фотометра. Способы определения концентрации.
24. Ядерно-химические методы анализа. Основные типы радиоактивных превращений. Регистрация излучения. Активационный анализ и метод изотопного разбавления.
25. Жидкостная и газовая хроматография. Детектирование сигнала в хромотографии

Вопросы для подготовки к экзамену (*Часть 1. Химические методы анализа)*

Качественный анализ

1. Аналитическая химия. Ее задачи и значение.
2. Методы аналитической химии. Маскирование. Краткая характеристика способов маскирования.
3. Методы разделения и концентрирования (перечислить). Краткая характеристика методов осаждения и соосаждения. Количественные характеристики метода.
4. Методы разделения и концентрирования (перечислить). Краткая характеристика метода экстракции. Экстрагенты и растворители. Количественные характеристики метода.
5. Методы разделения и концентрирования (перечислить). Краткая характеристика метода хроматографии. Количественные характеристики метода.
6. Качественный анализ. Какие задачи он позволяет решать?
7. Что называется аналитической реакцией? Что может служить аналитическим сигналом при проведении аналитической реакции?
8. Способы классификации катионов. По какому принципу они разделяются?
9. Сульфидная классификация катионов. Действие групповых реактивов 2, 3. 4 аналитических групп.
11. Какие общие осадительные реакции дают катионы 2 аналитической группы? (Ответ подтвердите уравнениями реакций).
12. Можно ли обнаружить Ba^{2+} в присутствии Ca^{2+} и Sr^{2+} реакцией: а) с SO_4^{2-}, б) K_2CrO_4?
13. Водные растворы каких катионов 2 и 3 аналитических групп имеют цвет?
14. Почему, при взаимодействии солей алюминия и хрома с $(NH_4)_2S$ выпадают в осадок $Al(OH)_3$ и $Cr(OH)_3$, а не сульфиды? (Ответ подтвердите уравнениями реакций).
15. Какими реакциями можно обнаружить катионы: Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ni^{2+}? (Ответ подтвердите уравнениями реакций).
16. Какими реакциями можно обнаружить катионы: Cu^{2+}, Cd^{2+}? (Ответ подтвердите уравнениями реакций).
17. Кислотно - основная классификация катионов. Действие групповых реактивов.
18. Способы классификации анионов. По какому принципу они разделяются?
19. Действие растворов хлорида бария ($BaCl_2$) и нитрата серебра ($AgNO_3$) на анионы. (Ответ подтвердите уравнениями реакций).
20. Взаимодействие окислителей и восстановителей с анионами. (Ответ подтвердите уравнениями реакций).
21. Разделить смесь двумя способами (по сульфидной и кислотно-основной классификациям).

Примеры смесей для разделения:
1) Cu^{2+}, Na^{+}, Pb^{2+}, Zn^{2+}, Ca^{2+}.
2)Fe^{2+}, K^{+}, Hg^{2+}, Cd^{2+}, Ba^{2+}.
3)Fe^{3+}, Bi^{3+}, Na^{+}, Sr^{2+}.
4)Ag^{+}, Cd^{2+}, Al^{3+}, K^{+}.
5)Zn^{2+}, Cd^{2+}, Sb^{3+}, Ca^{2+}.
6)As^{3+}, Ba^{2+}, Mn^{2+}, Na^{+}.
7)Al^{3+}, Cu^{2+}, Pb^{2+}, Na^{+}.
8)K^{+}, Pb^{2+}, Cd^{2+}, Fe^{2+}, Ca^{2+}.
9)Sr^{2+}, Ag^{+}, Fe^{3+}, Bi^{3+}, Ba^{2+}.
10) Mg^{2+}, $(Hg_2)^{2+}$, Cd^{2+}, Sr^{2+}.
11) K^{+}, Al^{3+}, Ba^{2+}, Fe^{3+}.

Количественный анализ

1. Химические методы количественного анализа. Гравиметрия (краткая характеристика).
2. Химические методы количественного анализа. Титриметрия. Сущность метода.
3. Характеристика способов титрования (прямое, обратное, косвенное).
4. Определение точки эквивалентности. Индикаторы, виды индикаторов.
5. Типы кислотно-основных индикаторов. Расчеты при выборе индикатора (примеры).
6. Индикаторы в методе окисления – восстановления.
7. Индикаторы осадительного титрования.
8. Индикаторы для комплексонометрии.
9. Кислотно- основное титрование (метод нейтрализации). Примеры использования метода. Расчеты при построении кривых титрования (примеры).
10. Окислительно- восстановительное титрование. Расчет электородных потенциалов.
11. Характеристика методов окислительно-восстановительного титрования: перманганатометрии, йодометрии, броматометрии, хроматометрии.
12. Индикация точки эквивалентности в методе окислительно-восстановительного титрования.
13. Осадительное титрование. Сущность метода. Определение возможности использования реакций осаждения (примеры).
14. Классификация методов осадительного титрования.
15. Определение точки эквивалентности в методе осаждения.
16. Комплексонометрическое титрование. Основы метода хелатометрии. Титранты.
17. Типы хелатометрического тирования.

18. Расчеты результатов титриметрического анализа. Закон эквивалентов. Эквивалент. Эквивалентная масса. Расчет эквивалентных масс в реакциях обмена и окислительно-восстановительных реакциях.
19. Расчеты результатов титриметрического анализа. Нормальная (эквивалентная) концентрация, Титр. Титр по определяемому веществу.
20. Задачи: 1) расчеты при приготовлении растворов, 2) расчет pH, 3) расчеты связанные с ПР, 4) расчеты результатов титриметрического анализа.

Вопросы для подготовки к экзамену (*Физико-химические методы анализа)*

1. Классификация физико-химических методов анализа (ФХМА). Аналитический сигнал. Относительный характер ФХМА. Эталоны.
2. Оптические методы анализа. Классификация.
3. Поляриметрия. Поляризация света.
4. Люминесцентные методы анализа. Классификация процессов, вызывающих люминесценцию. Флюорисценция и фосфорисценция.
5. Классификация электрохимических методов.
6. Потенциометрия. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Потенциометрическое титрование.
7. Электрогравиметрия. Электролиз. Законы Фарадея.
8. Кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Расчеты результатов анализа.
9. Хроматографические методы анализа. Определение. Классификация.
10. Теория хроматографии.
11. Газовая хроматография. Аппаратура. Хроматограммы. Детекторы.
12. Ионообменная хроматография.
13. Распределительная бумажная хроматография. Тонкослойная хроматография.
14. Классификация спектральных методов анализа. На чем основано применение спектров в качественном и количественном анализах?
15. Качественный и количественный спектральный анализ. Спектрограммы.
16. Атомная спектроскопия. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Что такое атомизатор? В каких методах анализа используются атомизаторы?
17. Чем отличается роль атомизатора в атомно-абсорбционных и эмиссионных спектрометрах? Какие основные типы источников излучения используются в атомно-абсорбционном спектрометре?

18. Какие источники излучения используются в спектрофотометрии при работе в УФ, видимой и ИК областях спектра?

19. Молекулярные спектральные метолы. Основные законы светопоглощения. Причины отклонений от основного закона светопоглощения.

20. Фотоколориметрия. Способы определения концентрации в спектрофотометрии.

21. Специфичность методов. Воспроизводимость и правильность результатов.

22. Способы уменьшения влияния случайных ошибок на точность результатов. Стандартное отклонение и доверительный интервал.

*Примерные варианты билетов для **зачета:***

Пример 1.

1. Способы классификации катионов. По какому принципу они разделяются?
2. Хроматографические методы разделения и концентрирования.
3. Разделить смесь двумя способами (по сульфидной и кислотно-основной классификациям: Mg^{2+}, $(Hg_2)^{2+}$, Cd^{2+}, Sr^{2+}.
4. Задача. С каким индикатором следует титровать 100 мл 0,1н соляной кислоты 0,1н раствором щелочи NaOH?

Пример 2.

1. Методы разделения и концентрирования в качественном анализе (перечислить). Методы осаждения и соосаждения. Условие выпадения осадка.
2. Окислительно- восстановительное титрование. Расчет электородных потенциалов.
3. Разделить смесь катионов двумя способами: Ag^{+}, Ba^{2+}, Fe^{3+}, K^{+}.
4. Задача. Найти массу йода в растворе, на титрование которого идет 34,48 *мл* 0,1080н раствора тиосульфата ($Na_2S_2O_3$).

*Примерные варианты билетов для **экзамена:***

Пример 1.

1. Физико-химические методы анализа. Спектрофотометрия. Способы определения концентраций в спектрофотометрии.
2. Оптические методы анализа. Классификация.
3. Задача.

Пример 2.

1. Физико-химические методы анализа. Хроматографические методы анализа. Определение. Теория хроматографии. Виды хроматографии.
2. Атомная спектроскопия. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Что такое атомизатор? В каких методах анализа используются атомизаторы?
3. Задача.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение.

а) Основная литература:

1. Основы аналитической химии. Учебник/ Большова Т.А., Брыкина Г.Д., М.: Высшая школа, 2004.
2. Основы аналитической химии. Учебник/ Алов Н.В., Барабалат Ю.А., М.: Высшая школа, 2003.
3. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. Учебник/ Васильев В.П., М. Дрофа, 2002.
3. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Лабораторный практикум. / Н.М. Баранаева, А.Н.Кусков, В.С. Васильев, А.П. Адылина, М.: Московский Политех, 2019.
4. Аналитическая химия. Сборник методических указаний для решения задач, контрольных вопросов, задач, вариантов ДЗ. / Н.М. Баранаева, А.П. Адылина, М.: Московский Политех, 2019.

б) Дополнительная литература:

1. Основы аналитической химии. Учебник/ Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В., М.: Высшая школа, 1990.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Предусмотрена возможность использования электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Все материалы размещаются в СДО Московского политеха (https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7513).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Лекционная аудитория ПК 508. 129626, г. Москва, ул. Павла Корчагина, д.22, стр. 2	Столы учебные со скамьями, аудиторная доска, переносной мультимедийный комплекс (проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул,

Отформатированная таблица

		тумбочка для установки ноутбука.
	Лаборатория кафедры «ХимБиотех» ПК 433, 526, 529. 129626, г. Москва, ул. Павла Корчагина, д.22, стр. 1	Лаборатория оборудована компьютерной и мультимедийной техникой. Термометры; спектрофотометр СФ; вытяжные шкафы; электронные аналитические весы; весы лабораторные электронные; pH-метры; аквадистиллятор; фотоколориметр; кондуктометры, кулонометр «Эксперт». При проведении лабораторных работ студенты используют специальную химическую посуду: мерные цилиндры, колбы конические и мерные; пипетки, бюретки, пробирки. Лаборатория оснащена вытяжными шкафами для работы с концентрированными кислотами, щелочами, дурнопахнущими и вредными легколетучими веществами. Лабораторный практикум включает работы как по классическому качественному и количественному анализу (качественный анализ катионов и анионов, кислотно-основное, комплексометрическое и осадительное титрование), так и работы на современных приборах (хроматография,

		электрохимические и оптические методы анализа).

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Изложение теоретического и фактического материала курса осуществляется на лекциях. Параллельно с лекционными занятиями проводятся семинары и лабораторный практикум. Основной формой изучения дисциплины «Аналитическая химия», как и любой другой дисциплины в высшем учебном заведении, является самостоятельная работа обучающегося, которая включает в себя:

- работу над лекционным материалом;
- работу над разделами курса, полностью или частично выносимыми на самостоятельное изучение;
- работу при подготовке к семинарам и лабораторным работам, выполнение домашнего задания.

Главная задача студента во время лекции заключается во внимательном слушании лекции и записи ее основного содержания. Для записей лекций следует пользоваться отдельной тетрадью. Запись вести на одной стороне тетради, оставляя вторую сторону для внесения соответствующих дополнений.

Основная ошибка отдельных студентов состоит в том, что они стремятся дословно записать все, что говорит лектор, и поэтому часто следят не за мыслью, а за словом, не улавливая смысла излагаемого материала.

Следует иметь в виду, что не все вопросы программы, относящиеся к той или иной теме, обязательно излагаются на лекции. Некоторые из них должны изучаться самостоятельно в процессе работы над данной темой. В этом случае необходимо законспектировать рекомендуемую лектором литературу. При конспектировании избегать дословного переписывания авторского текста, стараясь отразить лишь наиболее важные моменты. Исключения допускаются лишь для формулировок наиболее важных закономерностей.

При подготовке к семинарам и проверочной работе необходимо:

а) внимательно, несколько раз прочитать свой конспект, соответствующие разделы учебников и учебных пособий;

б) просмотреть рекомендации по выполнению упражнений;

в) письменно ответить на теоретические вопросы и выполнить упражнения домашнего задания в соответствии со своим вариантом.

При подготовке к лабораторным работам следует внимательно ознакомиться с теоретическим введением к работе и методикой

выполнения эксперимента. Краткое теоретическое введение и результаты анализа записывают в лабораторный журнал.

В качестве лабораторного журнала используется общая тетрадь с заполненным титульным листом.

Лабораторный журнал является единственным документом о проведении эксперимента. Вести записи на черновиках не следует. Уравнения реакций должны быть четко записаны, так как небрежная запись может вызвать ошибку.

Отчет о результатах анализа оформляют по схеме приложенной к описанию каждой лабораторной работы

Каждая лабораторная работа по завершении эксперимента, оформления и защиты должна быть подписана у преподавателя.

10. **Методические рекомендации для преподавателя**

Обучая студентов дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», преподаватель имеет цель развить у них правильное понимание сущности различных методов анализа на основе современных теоретических положений химии, сообщить им сведения о соответствии основных методов анализа и важнейших свойств химических элементов и их соединений.

Изложение теоретического и фактического материала курса осуществляется на лекциях. Параллельно с лекционными занятиями проводятся семинары и лабораторный практикум.

Основной формой изучения дисциплины «Аналитическая химия», как и любой другой дисциплины в высшем учебном заведении, является самостоятельная работа обучающегося, которая включает в себя проработку лекционного материала, учебников и учебных пособий, выполнение лабораторных работ, подготовку к семинарам и сдаче экзамена или зачета. В тоже время преподаватель осуществляет систематический контроль за самостоятельной работой студентов путем проверки подготовленности студентов к лабораторным занятиям и семинарам (индивидуальный опрос, проверка домашних заданий, просмотр записей лекций, прием результатов лабораторных работ, проведение проверочных работ, которые по существу являются зачетными).

Приложение 3 к
рабочей программе

Структура и содержание дисциплины **«Аналитическая химия физико-химические методы анализа»**
по направлению подготовки
19.03.01. Биотехнология

Отформатированная таблица

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Раздел 1. Тема 1. Введение. Аналитическая химия как наука об определении химического состава веществ. Химический анализ как средство контроля качества сырья и продукции химической промышленности, а также контроля	3	1	1		2	3	+							
Тема 2. Предмет, задачи и методы аналитической химии.	3	1			2	3	+							

Задачи и классификация методов анализа в зависимости от объекта исследования. Виды и этапы анализа. Понятие о качественном и количественном анализе, химических и физико-химических методах анализа.														
Тема 3. Качественный анализ. Понятие о качественной аналитической реакции. Аналитическая форма, аналитические признаки. Требования, предъявляемые к качественным аналитическим реакциям.	3	2	1		2	3	+							
Систематический и дробный анализ. Идентификация неорганических соединений на основе данных качественного химического анализа.	3	3	1		2	3	+							

Анализ анионов. Анализ органических соединений.	3	4	1		2	3	+							
Тема 4. Разделение и концентрирование. Количественные характеристики. Характеристика методов осаждения и соосаждения,	3	5	1		2	3	+							
Характеристика методов хроматографии и экстракции, дистилляции и возгонки	4	6	1		2	3	+							
Тема 5. Количественный анализ. 5.1. Гравиметрия. Сущность гравиметрического анализа и его применение.	3	7	1		2	3	+					+		
5.2. Титриметрический метод анализа. Основные положения титриметрического анализа. Типы химических реакций,	3	8	1		2	3	+							

используемые в титриметрии и требования, предъявляемые к ним.														
Титрование, точка эквивалентности.	3	9	1		2	3	+							
Тема 5.3. Кислотно-основное титрование. Теоретические основы кислотно-основного титрования. Построение кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы. Расчеты при выборе индикатора.	3	10	1		2	3	+							
Тема 5.4. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Расчеты стандартных электродных потенциалов.	3	11	1		2	3	+							

Тема 5.4.1. Достоинства и недостатки методов перманганатометрии и хроматометрии. Индикаторы.	3	12	1		2	3	+							
Тема 5.4.2. Достоинства и недостатки методов йодометрии и броматометрии. Индикаторы.	3	13	1		2	3	+							
Тема 5.5.1. Комплексонометрическое титрование. Титранты. Способы комплексонометрического титрования. Тема 5.5.2. Примеры практического использования метода	3 3	14 15	1 1		2 2	3 3	+							

комплексонометрии. Металлоиндикаторы														
Тема 5.6. Осадительное титрование. Титранты. Индикаторы.	3	16	1		2	3	+							
Тема 6. Расчеты в объёмном анализе. Способы выражения концентрации. Закон эквивалентов.	3	17	1		2	3	+							
Тема 7. Метрология анализа. Задачи аналитической химии как метрологической науки.	3	17	1		2	3	+					+		
Метрологические и аналитические характеристики методов анализа.	3	18	1		2	3	+							
Итого по разделу			18		36	54	+						+	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Раздел 2. Физико-химические методы анализа (ФХМА)	4	1	2			3	+							

Тема 1. Общие сведения о ФХМА. Значение ФХМА в контроле производственных процессов и мониторинге окружающей среды. Математическая обработка результатов измерений и общие приемы определения концентрации анализируемого вещества Практическое занятие Лабораторная работа	4 4	1 2		2	2	3 3								
Тема 2. Электрохимические методы анализа 2.1. Кондуктометрия. Сущность метода. Прямая и косвенная кондуктометрия. 2.2. Потенциометрия. Электродные потенциалы, уравнение Нернста. 2.3. Ионоселективные электроды. Ионометрия. Практическое занятие Лабораторная работа	4 4 4 4	3 3 4 5	2 2	 2	 2	3 3 3 3								

2.3. Вольтамперометрия. Полярография. Потенциал полуволны восстановления соединения. Расчет концентрации анализируемого вещества. 2.4. Кулонометрический метод анализа. Законы Фарадея. Расчет концентрации анализируемого вещества. Особенности кулонометрического титрования. 2.5. Амперометрическое титрование. Инверсионная вольтамперометрия. Сущность и область применения методов. 2.6. Электрогравиметрия. Условия выделения металлов из раствора. Сущность и область применения метода Практическое занятие Лабораторная работа	4 4	5 6		2	2	3 3								

Тема 3. Спектральные методы анализа. 3.1. Электромагнитное излучение. Основы теории строения атома. Связь энергетических переходов электоронов с атомными спектральными методами анализа веществ.	4	7	2			3								
Практическое занятие	4	7		2		3								
Лабораторная работа	4	8			2	3								
3.2. Строение молекул и происхождение спектров. Энергетическое состояние молекул. Связь происхождения аналитического сигнала с анализом вещества	4	9		2		3								
	4	10			2	3								
Практическое занятие	4	11	2			3								
Лабораторная работа														
Тема 4. Атомная спектроскопия. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Эмиссионная фотометрия пламени. Виды эмиссионной фотометрии														

пламени.	4	11		2		3								
Атомная абсорбционная спектроскопия.	4	12			2	3								
спектрометрия. Сущность и особенности метода. Практическое занятие Лабораторная работа	4	13	2			3								
Тема 5. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Закон светопоглащения Бугера-Ламберта-Бера. Спектрофотометрия фтоколориметрия. ИК – спекрометрия Практическое занятие Лабораторная работа	4	13		2		3								
	4	14			2									
	4	15	2			3								
Тема 6. Хроматография.	4	15		2		3								
Хроматографические методы анализа Виды хроматографии.	4	16			2	3								
Детектирование сигналов в хроматографии. Области применения хроматографии в анализе.	4	17	2			3								

Практическое занятие Лабораторная работа Тема 7. Ядерно-химические методы. Радиоактивность. Закон радиоактивности и единицы измерения. Основные типы радиоактивного распада. Регистрация излучения. Активационный метод и метод изотопного разбавления. Сущность и расчет содержания вещества. Практическое занятие Лабораторная работа	4 4	17 18		2	2	3 3								
Итого по разделу			18	18	18	54						2	+	
Итого по курсу			36	18	54	108							+	

Руководитель
Образовательной программы
Доцент, к.б.н. /Е.С.

Отформатированная таблица

Горшина/