

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

Направления подготовки

«18.03.01. Химическая технология»

Основная профессиональная образовательная программа

«Химическая технология неорганических веществ»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Цель освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение знаний о современных химических и физико-химических методах анализа; освоение разнообразных исследований на высоком техническом уровне, необходимые для контроля технологических процессов получения различных материалов.

В плане становления научного мировоззрения студентов программа призвана способствовать формированию научного мировоззрения и целостной системы современного химического мышления.

Задачи изучения дисциплины: приобретение будущим специалистом необходимых базовых знаний по дисциплине и практических навыков, необходимых для применения их в профессиональной деятельности.

Изучение дисциплины должно основываться на следующих профессиональных стандартах:

- 26.001. Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов;
- 26.004. Специалист по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов.

Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» - обязательная общепрофессиональная дисциплина образовательной программы.

В рамках изучения дисциплины формируются такие трудовые функции, как приемы работы с методами и методиками для проведения анализа конкретных материалов, проведение расчетов по полученным результатам.

Дисциплина базируется на знаниях студентами следующих дисциплин:

- общая и неорганическая химия;
- физика;
- математика; информатика.

Теоретические знания и практические навыки, полученные студентами при изучении дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», должны быть использованы в процессе изучения последующих дисциплин: органическая химия, физическая химия, коллоидная химия, общая химическая технология, экология.

После изучения дисциплины выпускники должны быть готовы к выполнению следующих трудовых функций:

- А/06.6. Разработка предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства;
- D/01.6. Совершенствование технологии, механизация и автоматизация производственных процессов;
- А/01.6. Проведение анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов;
- В/02.6. Проведение экспертизы технических документов производства наноструктурированных композиционных материалов на соответствие требованиям внутреннего рынка и экспортным требованиям

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:
– общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении веще-	З-ОПК-1 Знать физико-химические свойства материалов, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов У-ОПК-1 Уметь использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, для определения качественных

	ства, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	и количественных характеристик веществ и материалов В-ОПК-1 Владеть анализом методов определения требуемых параметров измерения качественных и количественных характеристик проб сырья и полуфабрикатов
ОПК-5	Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	З-ОПК-5 Знать технологический процесс, свойства сырья готовой продукции для осуществления экспериментальных исследований и испытаний опытных образцов материалов по заданной методике У-ОПК-5 Уметь выполнять экспериментальные исследования и в обработке, интерпретации полученных экспериментальных данных В-ОПК-5 Владеть навыками разработки регламента проведения испытаний новых образцов продукции с учетом требований техники безопасности

– профессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2	Способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	З-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями В-ПК-2 Владеть навыками разработки предложения по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства
ПК-9	Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов	З-ПК-9 Знать требования, предъявляемые к качеству сырья, основные, вспомогательные материалы и готовой продукции при проведении анализов и оценки их результатов У-ПК-9 Уметь подготавливать исходное сырье, основные, вспомогательные материалы и готовую продукцию к проведению анализов В-ПК-9 Владеть навыками анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт: -практических студенческих исследований современных производственных систем; -проектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, связанной с решением реальных производственных задач; -прохождения через разнообразные	1. Организация круглого стола на тему «Актуальные вопросы теории и практики аналитической химии». 2. Формирование производственного коллективизма в ходе совместного решения модельных и практических задач. 3. Организация и проведение конкурса-викторины профессионального мастерства с соблюдением

		игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимального решения.	техники безопасности на рабочем месте на тему «Количественный анализ».
--	--	---	--

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 3-ем семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 единиц, 252 ак. часа.

Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела * (форма)	Максимальный балл за** раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
1	1-5	Раздел 1. Основы аналитической химии. Качественный анализ.	80	4	-		76	Т-1 (письменно), Кр1, Д	20
2	6-10	Раздел 2. Количественный анализ	84	2	4		78	Т-2 (письменно), КР2, Д	20
3	11-14	Раздел 3. Физико-химические методы разделения	88	2	4/4		82	Т-3 (письменно), КР3, Д	20
Вид промежуточной аттестации			252	8	8/4	-	236	3 (оц)	40

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование
КР	Контрольная работа
Д	Доклад
3 (оц)	Зачет с оценкой

Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Лекция 1 Предмет и задачи аналитической химии 1. Предмет аналитической химии. 2. Задачи аналитической химии. 3. Химическая идентификация веществ. 4. Виды анализа. 5. Методы анализа.	2	1-7
Лекция 2. Качественный анализ 1. Основы качественного анализа и характеристика методов, применяемых в анализе. 2. Понятие об аналитических реакциях. 3. Требования, которым должны отвечать качественные реакции. 4. Специфичность и чувствительность реакции. 5. Систематический и дробный анализ	2	1-7

<p>Лекция 3 Гравиметрический анализ</p> <p>1.Сущность гравиметрического анализа. 2.Величина навески, осадка и объема раствора. 3.Осадки и их свойства 4.Требования к осаждаемой форме. 5.Требования к гравиметрической форме. 6.Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. 7.Расчеты в гравиметрическом анализе</p>	1	1-7
<p>Лекция 4 Титриметрический анализ.</p> <p>1.Сущность титриметрии. 2.Стандартные растворы. 3..Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование, определение по замещению. 4.Расчеты в титриметрическом анализе.</p>	1	1-7
<p>Лекция 5. Физико-химические методы анализа.</p> <p>1.Классификация физико-химических методов анализа. 2.Значение ФХМА. 3.Основные приемы в ФЗХМ. 4.Роль ФХМА в решении экологических проблем.</p>	2	1-7

Перечень лабораторных работ

Тема лабораторного занятия. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Титриметрический (объемный) анализ.	4	1-8
Проверка подчинения растворов закону Бугера-Ламберта.	4/4	1-7, 9

Перечень практических работ - не предусмотрены учебным планом

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Развитие аналитической химии Методологические аспекты аналитической химии: индивидуальность аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой.	18	1-7
Подготовка пробы к анализу. Основные способы перевода пробы в форму анализа. Физические методы обнаружения неорганических веществ. Экспрессный качественный анализ. Реактивы, применяемые в качественном анализе (специфические, избирательные и групповые).	18	1-7
Факторы, влияющие на скорость реакций. Константы равновесия. Сольватация, ионизация, диссоциация. Растворы сильных электролитов. Ионная сила раствора. Активность и коэффициенты активности ионов. Буферные растворы и их свойства. Типы буферных систем, их назначение в анализе. Гидролиз солей. Равновесия в системе осадок-раствор. Произведение растворимости. Катализаторы, ингибиторы. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Вычисления pH растворов сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислоты смеси оснований, амфолитов. Факторы, влияющие на растворимость.	15	1-7
Стандартный и формальный потенциалы. Комплексные соединения. Константы нестойкости комплексных ионов. Обменные реакции в растворах комплексных соединений Электродный	15	1-7

<p>потенциал. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Основные окислители и восстановители, применяемые в анализе. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.</p>		
<p>Метрологические характеристики методов анализа Основные метрологические понятия и представления. Классификация погрешностей. Расчет основных метрологических характеристик. Нормальное распределение. Обнаружение промахов</p>	10	1-7
<p>Точность количественных методов анализа. Классификация количественных методов анализа. Основные требования, предъявляемые при количественных определениях вещества. Концентрация растворов и способы ее выражения Применение количественных методов анализа. Вычисления в количественных методах.</p>	15	1-7
<p>Выполнение операций в гравиметрическом методе. Осадки и их свойства. Требования к осаждаемой форме. Требования к гравиметрической форме. Способы отделения осадка от раствора. Промывание осадка. Старение осадка. Причины загрязнения осадка. Применение гравиметрического метода анализа. Лабораторное оборудование для гравиметрического метода. Термогравиметрический анализ</p>	13	1-7
<p>Приготовление титрованных растворов. Стандартные растворы. Индикаторы. Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование, определение по замещению. Расчеты в титриметрическом анализе. Основные методы титриметрического анализа. Кривые титрования. Скачок титрования. Мерная посуда. Разбавление растворов. Применение титриметрических методов анализа</p>	19	1-7
<p>Кисотно-основное титрование. Кисотно-основное титрование. Сущность метода. Способы обнаружения точки эквивалентности. Кисотно-основные индикаторы. Интервал перехода индикатора. Кривые титрования и их виды. Титрование многоосновных кислот и оснований, смесей кислот или оснований. Титрование сильной кислоты сильным основанием; слабой кислоты сильным основанием; слабого основания сильной кислотой; слабой кислоты слабым основанием. Ошибки титрования. Концентрации ионов водорода в водных растворах кислот, оснований. Индикаторная ошибка титрования. Примеры титрования методом нейтрализации.</p>	20	1-7
<p>Окислительно-восстановительное титрование: комплексообразование. Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода. Перманганатометрия. Иодометрия. Осадительное титрование. Кривые титрования. Индикаторы. Способы обнаружения конечной точки титрования. Аргентометрия. Меркурометрия. Влияние адсорбции на точность титрования. Влияние растворимости соединений, концентрации определяемых ионов, температуры на характер кривых титрования.</p>	11	1-7
<p>Физические методы анализа. Эмиссионный спектральный анализ. Радиоспектроскопия. Практическое применение ФХМА</p>	18	1-7
<p>Оптические методы анализа. Оптические методы. Абсорбционная</p>	18	1-7

<p>спектроскопия. Сущность методы. Ультрафиолетовая, видимая и инфракрасная области спектра. Основной закон светопоглощения. Спектры поглощения.</p> <p>Фотоколориметрия. Фотоколориметрическое титрование. Спектрофотометрия. ИК- спектрометрия. Рефрактометрический метод анализа.</p> <p>Нефелометрия и турбидиметрия. Поляриметрический метод анализа. Люминесцентный анализ. Масс спектрометрия</p>		
<p>Электрохимические методы анализа. Электрохимические методы анализа. Прямая потенциометрия . Индикаторные электроды. Потенциометрическое титрование. Кривые титрования. Прямая кондуктометрия. Электропроводность растворов. Кондуктометрическое титрование. Сущность кондуктометрического титрования. Кривые кондуктометрического титрования, их типы. Кулонометрия.</p> <p>Сущность метода. Закон Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Определение конечной точки титрования. Вольтамперометрия. Сущность метода вольтамперометрии. Классификация вольтамперометрических методов. Электродная ячейка. Индикаторные электроды.</p> <p>Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Амперометрическое титрование. Сущность метода.</p>	24	1-7
<p>Хроматография. Хроматографические методы разделения. Хроматографический пик и элюционные характеристики. Ионнообменная хроматография. Сущность метода. Основные типы ионитов. Газовая хроматография. Хроматографические колонки и детекторы. Качественный и количественный анализ Ионнообменное равновесие. Практическое применение ионнообменной хроматографии Жидкостная хроматография.</p> <p>Тонкослойная хроматография. Гель–хроматография. Приборы для хроматографического анализа Практическое применение</p>	22	1-7

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса «Аналитическая химия и физикохимические методы анализа» используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения лабораторных занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора. Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Раздел 1. «Основы аналитической химии. Качественный анализ»	ОПК-1, ОПК-5, ПК-2, ПК-9	Собеседование – (устно) Тест 1 - (письменно)
2	Раздел 2. «Количественный анализ»	ОПК-1, ОПК-5, ПК-2, ПК-9	Собеседование – (устно) Тест 2 - (письменно)
3	Раздел 3. «Физикохимические методы анализа»	ОПК-1, ОПК-5, ПК-2, ПК-9	Собеседование – (устно) Тест 3- (письменно)
		Промежуточная аттестация	
	Зачет с оценкой	ОПК-1, ОПК-5, ПК-2, ПК-9	Вопросы к зачету (устно)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

Перечень вопросов входного контроля

1. Химическая реакция
2. Признаки химических реакций
3. Качественные реакции
4. Обратимые и необратимые реакции?
5. От каких факторов зависит скорость химической реакции?
6. Химическое равновесие и его смещение. Принцип Ле-Шателье
7. Электролитическая диссоциация.
8. Сильные и слабые электролиты
9. Индикаторы
10. Какой процесс называется гидролизом?
11. Гидролиза по катиону и по аниону
12. Комплексные соединения
13. Окислительно-восстановительные реакции

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на лабораторных занятиях,

Примеры задач контрольных работ по разделам 1, 2, 3

Задача № 1

1. Почему осаждение ионов четвертой и пятой аналитических групп для отделения от катионов первой, второй и третьей групп проводят H_2S в кислой среде при 0,3 М концентрации HCl ? Объясните, какие отклонения будут иметь место в ходе анализа, если осаждение проводить в растворе, подкисленном не соляной, а серной или азотной кислотами.

Задача № 2

2. Предложите ход гравиметрического метода анализа хлорида алюминия на содержание алюминия. Рассчитайте массу навески этой соли, объем растворителя и осадителя, массу ожидаемой весовой формы.

Задача № 3

Навеску 5 г технической поваренной соли растворили в воде, раствор разбавили в мерной колбе до 1000 мл. На титрование 20 мл полученного раствора затратили 27,88 мл 0,05 н раствора $AgNO_3$. Сколько $NaCl$ (в %) содержится в образце?

Шкала оценивания контрольной работы (задач) по разделам 1, 2 и 3

№ задачи	Баллы рейтинговой оценки
Задача 1	2
Задача 2	2
Задача 3	2
Итого	6

Вопросы для собеседования по разделам 1, 2, 3

Раздел 1

1. Дать характеристику катионов 1 аналитической группы.
2. Что представляют собой буферные растворы и каковы их свойства?
3. Отделение катионов 1 группы от 2-ой. Какие буферные смеси и для какой цели применяются при анализе катионов 1-3 аналитических групп
4. Анализ смеси катионов 1-2 аналитических групп
5. Дать характеристику катионов 3- аналитической группы
6. Характерные реакции катионов
7. Дать характеристику катионов 2-ой группы
8. Механизм действия ацетатного буфера и аммиачного буфера
9. Характеристика дробного и систематического методов анализа
10. Какие реактивы называются: специфическими, групповыми ? Приведите примеры.
11. Какие требования предъявляются к качественным реакциям ?
12. Условия на полноту осаждения катионов 2 аналитической группы
13. Групповые реагенты, специфические и специальные
14. Чувствительность реакций (реактивов)
15. Техника лабораторных работ осаждение, фильтрование, промывание
16. Анализ мокрым и сухим путем, капельный анализ
17. Частные реакции катионов 3 аналитической группы
18. Условия осаждения катионов 2 аналитической группы
19. Условия осаждения катионов 3 аналитической группы
20. Систематический анализ 3 аналитической группы и 1,2,3 аналитических групп при совместном присутствии
21. Условия, необходимые для проведения аналитических реакций
22. Требования, предъявляемые к групповым реагентам
23. Произведение растворимости

Раздел 2

1. Классификация методов анализа.
2. Основные требования, предъявляемые при количественных определениях вещества.
3. Концентрация растворов и способы ее выражения.
4. Основные типы реакций и процессов в аналитической химии.
5. Сущность гравиметрического анализа.
6. Требования к осаждаемой форме.
7. Требования к гравиметрической форме.
8. Осадки и их свойства.
9. Сущность титриметрии.
10. Способы обнаружения точки эквивалентности
11. Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование, определение по замещению.
12. Стандартные растворы.
13. Кривые титрования и их виды. Скачок титрования.
14. Методы титриметрического анализа. Кислотно-основное титрование Сущность метода.
15. Кислотно-основные индикаторы. Интервал перехода индикатора.
16. Титрование многоосновных кислот и оснований, а также смесей кислот или оснований.

Раздел 3

1. Классификация физико-химических методов анализа.
2. Общая сравнительная метрологическая оценка ФХМА.

- 3.Рефрактометрический метод анализа.
- 4.Абсорбционная спектроскопия. Сущность методы.
- 5.Спектр поглощения.
- 6.Объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера, его математическое выражение. Отклонение от основного закона.
- 7.Выбор оптимальных условий фотометрирования, устранения влияния посторонних ионов.
- 8.Фотоколориметрия и фотоколориметрическое титрование.
9. Электрохимические методы анализа
- 9.Прямая потенциометрия.
- 10.Потенциометрическое титрование. Кривые титрования
12. Ионнообменная хроматография. Сущность метода. Основные типы ионитов.

Шкала оценивания обучающегося на собеседовании по разделам 1 - 3

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видеоизменении заданий.	5
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	4
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	3
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	2-1

Аттестация раздела по дисциплине проводится в форме тестирования. На выполнение задания отводится 45 минут. Тест – это форма контроля, направленная на проверку уровня освоения контролируемого теоретического и практического материала.

Тест 1 раздела 1

1.Наука о методах определения химического состава вещества и его структуры

- 1)физическая химия,
- 2)аналитическая химия,
- 3)химическая физика,
- 4)квантовая химия

2.Термин “обнаружение” используется

- 1)в качественном анализе,
- 2)в титриметрическом анализе,
- 3)в количественном анализе,
- 4)нет правильного ответа

3. Элементный анализ используется в основном

- 1) в фазовом анализе,
- 2) в анализе органических веществ,
- 3) в изотопном анализе
- 4) в биологических методах анализа

4. Метод анализа – это

- 1) способ анализа применимый к разным объектам,
- 2) описание последовательности анализа данного объекта,
- 3) синоним понятия “методика анализа”,
- 4) список реактивов

5. Интенсивность аналитического сигнала зависит

- 1) от расчетных формул,
- 2) от объема мерной колбы
- 3) содержания определяемого компонента
- 4) скорости приливания титранта

6. Чувствительность химического метода анализа

- 1) не зависит от чувствительности аналитической реакции,
- 2) зависит от продолжительности анализа,
- 3) не связана с характеристиками аналитической реакции,
- 4) зависит от чувствительности аналитической реакции

7. Характеристика близости среднего результата измеренной величины к истинному значению - это

- 1) воспроизводимость методики,
- 2) правильность методики,
- 3) рабочий диапазон методики.
- 4) селективность методики

8. Систематическая погрешность – это

- 1) погрешность, причина которой неизвестна, а величина может меняться
- 2) постоянная величина для данной методики, или меняется по известной зависимости
- 3) когда величина аналитического сигнала сильно отличается от ожидаемой величины

9. Виды анализа

- 1) методы разделения и определения,
- 2) методы осаждения и распределения
- 3) методы концентрации и расслоения,
- 4) методы распределения и расслоения

10. В аналитической химии комплексные соединения используются для :

- 1) определения веществ, маскировки, растворения, потенциала окисления, для изменения кислотно-основных свойств, количественного определения,
- 2) увеличения устойчивости комплексов,
- 3) присоединения ионов к комплексам, разложение, испарение,
- 4) определение неорганических веществ разделением их от органических веществ и наоборот.

11. Признаками аналитических реакций являются

- 1) качество, количество, осаждение, окисление-восстановление,
- 2) рН, температура, давление, концентрация,
- 3) общие реакции, специфичность реакции, контроль значения рН, изменение концентрации;
- 4) внешний эффект (изменение окраски, выпадение осадка, выделение газа),

12. При работе с пробой объемом 0,01 - 0,1 см³ и массой 0,001 - 0,01 г используют

- 1) макрометод,
- 2) ультрамикрометод,
- 3) микрометод,
- 4) полумикрометод анализа.

13. В качественном анализе преимущественно проводят реакции

- 1) с растворами электролитов
- 2) с неэлектролитами
- 3) аппаратным методом

4) комплексообразования

14. Операцию центрифугирования проводят с целью

- 1) отделения осадка от раствора
- 2) отделения катионов от анионов
- 3) разделения катионов на аналитические группы
- 4) разделения анионов на аналитические группы

15. Какой реагент является групповым реагентом?

- 1) сульфат аммония
- 2) нитрат аммония
- 3) фосфат аммония
- 4) карбонат аммония

16. Метод проведения качественного анализа:

- 1) дробный анализ;
- 2) гравиметрический метод;
- 3) титрования;
- 4) биохимический

17 Дробный качественный анализ смеси катионов или анионов:

- 1) то же самое, что систематический анализ;
- 2) проводится только одновременно с систематическим анализом;
- 3) основан на использовании селективных реагентов, в условиях исключающих влияние других ионов;
- 4) не требует использования методов маскирования или разделения.

18. Согласно сульфидной классификации ионы NH_4^+ , K^+ , Na^+ и Mg^{2+} относятся к

- 1) I аналитической группе
- 2) II аналитической группе
- 3) III аналитической группе
- 4) IV аналитической группе

19. Стадии комбинированной аналитической реакции



- 1) нейтрализация комплексообразование
- 2) окисление-восстановление осаждение
- 3) окисление-восстановление комплексообразование
- 4) окисление-восстановление растворение

20. Недостатком сероводородного метода анализа, является:

- 1) образование малорастворимых сульфидов;
- 2) использование сероводорода;
- 3) использование концентрированной серной кислоты;
- 4) образование малорастворимых сульфатов.

Тест 2 раздела 2

1. Методами весового анализа являются

- 1) осаждение
- 2) испарение
- 3) комплексообразование
- 4) титрование

2. На чем основан гравиметрический метод анализа:

- 1) на определении количества осадителя в растворе,
- 2) на определении количества израсходованного титранта в процессе титрования,
- 3) на определении количества вещества на основе массы гравиметрической формы
- 4) на определении массы осадка

3. Для получения кристаллического осадка можно использовать ... способ осаждения:

- 1) гомологический
- 2) гомогенный
- 3) гомофонически
- 4) гомопластический.

4. В аналитической химии, для обеспечения высокой точности результатов анализа важно выпадение ... осадков:

- 1) аморфных
- 2) коллоидных
- 3) желатинообразных
- 4) кристаллических

5. В основе гравиметрического метода анализа лежит закон

- 1) «Авогадро»
- 2) объемных отношений
- 3) сохранения массы веществ
- 4) постоянства состава

6. Наиболее удобны в работе гравиметрического анализа объемистые аморфные осадки с массой:

- 1) 0,5 г;
- 2) 0,3 г;
- 3) 0,1 – 0,3 г
- 4) 0,6 г

7. Титриметрия - ... метод анализа.

- 1) Химический
- 2) Физико-химический
- 3) Физический
- 4) Химико-физический

8. Титриметрия основана на точном измерении...

- 1) Массы анализируемого объекта и стандартного образца
- 2) Массы анализируемого объекта
- 3) Объемов растворов известной и неизвестной концентрации
- 4) Объемы раствора неизвестной концентрации

9. Точка эквивалентности...

- 1) Характеризует количество эквивалентов вещества растворов известной и неизвестной концентрации
- 2) Момент окончания титрования
- 3) Соответствует равенству $n_{1\text{экв}} = n_{2\text{экв}}$
- 4) Момент окончания реакции

10. В титриметрии используются реакции...

- 1) В которых можно фиксировать точку эквивалентности
- 2) Протекающие с небольшой скоростью
- 3) Протекающие обратимо
- 4) В которых протекают побочные процессы

11. При обратном титровании...

- 1) Применяют избыток титранта
- 2) Титруют до точки эквивалентности и точки электронейтральности
- 3) Применяют избыток индикатора
- 4) Применяют два титранта

12. Раствор NaOH готовят:

- 1) по точной навеске
- 2) по приблизительной навеске
- 3) из фиксаля
- 4) разбавлением концентрированного раствора

13. Стандартный раствор используют в методе

- 1) фотоколориметрии
- 2) титрования
- 3) весового анализа
- 4) хроматографии

14. Кислотно-основные индикаторы - это вещества, окраска которых зависит от:

- 1) концентрации индикатора;
- 2) окислительно-восстановительного потенциала раствора;
- 3) константы диссоциации индикатора;
- 4) pH раствора.

15. Для выбора индикатора в методе кислотно-основного титрования строят кривую титрования, которая представляет собой зависимость:

- 1) рН раствора от объема добавленного титранта.
- 2) рН раствора от концентрации раствора добавленного титранта
- 3) рН раствора от объема анализируемого раствора
- 4) Концентрации анализируемого раствора от рН раствора

16. Какой первичный стандартный раствор можно использовать для стандартизации раствора натрия гидроксида

- 1) Щавелевой кислоты.
- 2) Уксусной кислоты.
- 3) Хлоридной кислоты.
- 4) Натрий хлорида.

17. Аликвотная часть – это количество:

- 1) миллилитров добавленного из бюретки раствора
- 2) капель добавленного из капельницы индикатора
- 3) миллилитров отобранного пипеткой раствора
- 4) миллилитров отобранного мерным цилиндром раствора

18. Какие типы стандартных рабочих растворов используют в титриметрическом анализе

- 1) вторичный/третичный
- 2) первичный/третичный
- 3) первичный/четвертичный
- 4) первичный/вторичный

19. Процесс прибавления небольшими порциями раствора титранта к анализируемому раствору до момента завершения химической реакции между ними называют

- 1) идентификация газов
- 2) растворение осадка
- 3) титрование

20. Метилоранжевый относится к индикаторам:

- 1) окислительно-восстановительным;
- 2) металлохромным;
- 3) кислотно-основным

Тест 3 раздела 3

1. Рефрактометрия основана...

- 1) на измерении угла вращения поляризованного света;
- 2) на определении показателя преломления;
- 3) на измерении отклонения частиц в магнитном поле;
- 4) на взаимодействии ядер атомов с магнитным полем.

2. Физический смысл молярного коэффициента погашения (E_x):

- 1) E_λ – поток монохроматического света с интенсивностью J_0
- 2) E_λ – степень ослабления света при прохождении его через раствор
- 3) E_λ – оптическая плотность 1 мл раствора толщиной 1 см
- 4) E_λ – пропускание света

3. Ионселективные электроды...

- 1) бывают твердые;
- 2) бывают мембранные;
- 3) используют в кондуктометрии;
- 4) используют в кулонометрии.

4. При потенциометрическом титровании

- 1) конечную точку титрования можно обнаружить по изменению окраски раствора
- 2) точка эквивалентности определяется только по градуировочному графику
- 3) точка эквивалентности определяется по скачку потенциала электрода, погруженного в раствор
- 4) точка эквивалентности определяется по резкому изменению прозрачности раствора

5. В чем состоит преимущество спектрофотометрии перед фотоколориметрией?

- 1) в спектрофотометрии не требуется строгое соблюдение постоянства рН анализируемого раствора,

2) спектрофотометрия обеспечивает более высокую чувствительность и точность определений,

3) в спектрофотометрии не требуется монохроматизация поглощаемого света,

4) в спектрофотометрии не требуется количественный перевод определяемого компонента в светопоглощающее соединение.

6. Нефелометрия позволяет...

1) анализировать мутные растворы;

2) анализировать прозрачные окрашенные растворы;

3) определять размер частиц в коллоидных растворах;

4) определять концентрацию растворённых веществ по показателю преломления.

7. Анионит – это ионообменник, на поверхности которого происходит обмен...

1) Катионами и анионами

2) Катионами

3) Анионами

4) Сначала анионами, затем катионами

8. Анализ солей меди проводили фотометрическим методом. Количественное содержание определяли по градуировочному графику, который строили в координатах:

1) оптическая плотность – температура;

2) оптическая плотность – толщина слоя жидкости;

3) оптическая плотность – концентрация исследуемого вещества; 4) оптическая плотность – длина волны.

9. В основе потенциометрического метода анализа находится уравнение:

1) Ламберта ;

2) Фарадея;

3) Гиббса;

4) Нернста

10. Хроматография - это:

1) метод анализа веществ по показателю преломления;

2) метод разделения и анализа смесей веществ по их сорбционной способности;

3) метод анализа веществ по их способности отклонять поляризованный луч;

4) метод анализа, основанный на поглощении веществами электромагнитного излучения.

11. Параметр, по которому идентифицируют вещества в газовой хроматографии:

1) температура кипения;

2) площадь хроматографического пика;

3) время удерживания;

4) высота хроматографического пика.

12. Укажите реакцию, протекающую при регенерации ионита:

1) $n\text{RSO}_3^-\text{H}^+ + \text{M}^{n+} \leftrightarrow (\text{RSO}_3)_n\text{M} + n\text{H}^+$

2) $(\text{RSO}_3)_n\text{M} + n\text{H}^+ \leftrightarrow n\text{RSO}_3\text{H} + \text{M}^{n+}$

3) $n\text{RCOOH} + \text{A}^{n-} \leftrightarrow (\text{R}_4\text{N}^+)\text{A} + n\text{OH}^-$

4) $n\text{RCOON} + \text{M}^{n+} \leftrightarrow (\text{RCOO})_n\text{M} + n\text{H}^+$

13. В основу метода прямой кондуктометрии положена зависимость:

1) зависимость электрической проводимости от концентрации определяемого вещества;

2) зависимость подвижности определяемого иона от его концентрации;

3) зависимость силы тока от электрического сопротивления раствора;

4) зависимость электрической проводимости от величины заряда ионов определяемого вещества.

14. В фотоколориметрическом методе анализа неизвестную концентрацию окрашенного раствора находят по формуле:

D x

1) $C_x \square \text{ ———}$

$E_\lambda \square l E$

2) $C_x \square \text{ ———} \lambda$

$D_x \square l$

3) $C_x \square \text{ ———} l$

$D_x \square E_x$

4)С х □ lg—J □ k
J 0

15. В газовой хроматографии катарометр относится к типу детекторов:

- 1)к детекторам по теплопроводности (ДТП);
- 2)к детекторам ионизации в пламени (ДИП);
- 3) к детекторам электронного захвата; 4) к термохимическим детекторам.

16. Схематическая запись Pt(H₂)/2H⁺ соответствует электроду:

- 1)стеклянному;
- 2)водородному;
- 3)хингидронному;
- 4)каломельному.

Шкала оценки тестовых заданий по разделам 1-3

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
90-100 % правильных ответов	9-8
80-89 % правильных ответов	7-6
70-79 % правильных ответов	5-4
60-69 % правильных ответов	3-2
менее 60 % правильных ответов	1-0

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета с оценкой.

Перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой:

- 1.Предмет и задачи аналитической химии.
- 2.Классификация методов анализа.
- 3.Требования к методам и методикам аналитической химии
- 4.Метрологические характеристики химического анализа.
- 5.Методы качественного анализа.
- 6.Понятие об аналитических реакциях; требования, предъявляемые к ним.
- 7.Реактивы, применяемые в качественном анализе
- 8.Систематический и дробный анализ
- 9.Основная аналитическая классификация катионов на группы.
- 10.Буферные растворы.
- 11.Методы количественного анализа.
- 12.Гравиметрический метод
- 13.Основные аналитические операции в гравиметрическом методе осаждения
- 14.Расчет результатов анализа
- 15.Титриметрический анализ. Основные понятия.
- 16.Растворы, используемые в титриметрическом анализе.
- 17.Классификация титриметрических методов
- 18.Методы проведения титрования.
- 19.Сущность метода нейтрализации.
- 20.Окислительно-восстановительные методы. Основы перманганометрического метода анализа.
- 21.Сущность йодометрического метода анализа.
- 22.Характеристика методов осаждения и комплексообразования.
- 23.Комплексометрия.
- 24.Классификация физико-химических методов анализа.
- 25.Оптические методы анализа, их применение
- 26.Спектр поглощения.
- 27.Закон Бугера-Ламберта-Бера,
- 28.Оптимальные условия фотометрического определения.
- 29.Методы определения концентрации веществ.
- 30.Практическое применение фотометрических и спектрофотометрических методов.
- 31.Рефрактометрический метод анализа.
- 32.Нефелометрический и турбидиметрический методы.
- 33.Потенциометрический метод анализа,

- 34.Потенциометрическое титрование. Кривые титрования
 35.Кондуктометрические методы анализа
 36.Классификация хроматографических методов анализа.
 37.Методы получения хроматограмм
 38.Ионная хроматография.
 39.Газовая хроматография.

Оценивание студента на зачете по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»:

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Освоение компетенций	Требования к знаниям
100-85	Продвинутый уровень	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Средний уровень	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Базовый уровень	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Студент, получивший менее 60 % от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Итоговая оценка выставляется путем перевода набранных баллов в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен/зачет/зачет с оценкой	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	
3 – «удовлетворительно»	65-69	D
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература

1. Аналитическая химия. Химический анализ: учебник / И. Г. Зенкевич, С. С. Ермаков, Л. А. Карцова [и др.] ; под редакцией Л. Н. Москвина. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 444 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/123662/#2>

2. Аналитическая химия: химические методы анализа: учебник / Е. Г. Власова, А. Ф. Жуков, И. Ф. Колосова, К. А. Комарова ; под редакцией О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой. – Москва: Лаборатория знаний, 2017. – 467 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/97407/#18>

3. Вершинин, В. И. Аналитическая химия: учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 428 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/115526/#1>

Дополнительная литература

4. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ : учебник для вузов / М. И. Булатов, А. А. Ганеев, А. И. Дробышев [и др.] ; под редакцией Л. Н. Москвина. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 584 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/146616/#1>

5.Вершинин, В. И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента: учебное пособие / В. И. Вершинин, Н. В. Перцев. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 236 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/115525/#1>

6.Основы аналитической химии: задачи и вопросы : руководство / Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш, О. В. Моногарова, Е. А. Осипова ; под редакцией Ю. А. Золотова [и др.]. — 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 416 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/151514/#1>

7.Красникова, Е. М. Аналитическая химия: учебно-методическое пособие / Е. М. Красникова, Н. А. Копаева, Г. Ю. Андреева. – 2-е изд., доп. – Липецк: Липецкий ГПУ, 2019. – 127 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/146698/#1>

Методические указания

8.Синицына И.Н. Титриметрический (объемный) анализ. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020.

9.Синицына И.Н. Проверка подчинения растворов закону Бугера-Ламберта. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- процесс реализации образовательной программы по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения;

- перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины:

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (раздел «Математика и естественно-научное образование», подраздел «Аналитическая химия») [Электронный ресурс] – Режим доступа: [Химия. Каталог научных сайтов](#);

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Лабораторные занятия проводятся в лаборатории, оснащенной стандартными комплектами отечественных и зарубежных приборов и установок. Мультимедийный курс лекций, видеofilмы, макеты и плакаты.

Учебно-методические указания для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Учебно-методические указания для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения лабораторного занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Приводить примеры.

Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить о теме лабораторного занятия, теме самостоятельной работы, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к занятиям, тестированию, подготовке рефератов. Определить место и время консультации студентам.

2. Указания для проведения лабораторных занятий

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

В заключительной части лабораторного занятия следует подвести его итоги. Ответить на вопросы студентов. Назвать тему очередного занятия.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

После каждого лекционного и лабораторного занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил: доцент, Герасимова В.М.

Рецензент: доцент, Зубова Н.Г.

Программа одобрена на заседании УМКН 18.03.01 «Химическая технология».

Председатель учебно-методической комиссии Чернова Н.М.