

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 25.05.2025
№ 1-08/2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Введение в хроматографические методы анализа»

для студентов направления подготовки

04.03.01 «Химия»

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2026 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели изучения дисциплины:

целью дисциплины «Введение в хроматографические методы анализа» состоит в освоение профессиональных знаний и получение профессиональных навыков в области современных и классических хроматографических методов разделения и анализа различных соединений.

Задачи изучения дисциплины:

задачи учебной дисциплины «Введение в хроматографические методы анализа» состоят в изучении основных хроматографических методов разделения и идентификации органических веществ различных классов, общих принципов хроматографического разделения, методов газовой и жидкостной хроматографии, освоение практических навыков в области препаративной колоночной и тонкослойной хроматографии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: фундаментальных разделов физики и математики, основ общей и неорганической химии, аналитической химии, физической химии, строения вещества, основ пользования вычислительной техникой, которые предполагают умение использовать программное обеспечение компьютеров для математической обработки экспериментальных результатов.

Курс должен обеспечить понимание студентами комплексного характера задач создания и использования хроматографических методов разделения и анализа, привить им навыки грамотного анализа существующих методов на основе общих критериев эффективности и экономической целесообразности.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: анализ реальных объектов, практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных навыков научно-исследовательской работы, практика по получению опыта профессиональной деятельности.

Дисциплина изучается на 4-ем курсе в 7-ом семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области	З-ПК-1 – Знать: - способы получения научно-технической информации в области химического анализа конкретных объектов (сырья,

	проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)	полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций). У-ПК-1 – Уметь: - проводит первичный поиск информации по заданной тематике, в том числе, с использованием баз данных; - систематизировать научно-техническую информацию на русском и иностранном языках по заданной тематике; - анализировать научно-техническую информацию для решения конкретной задачи. В-ПК-1 – Владеть: - системой фундаментальных химических понятий и законов.
ПК-2	Готовность использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов	З-ПК-2 – Знать: - основные принципы, законы, методологию хроматографических методов анализа, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования. У-ПК-2 – Уметь: - выбирать и использовать современную инструментальную базу и методы испытаний для решения определенных задач хроматографии; - использовать фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности; - планировать отдельные стадии исследования в хроматографических методах анализа. В-ПК-2 – Владеть: - навыком подготовки элементов документации, проектов, планов и программ отдельных работ по хроматографии; - навыком выбора технических средств и методов анализа (из набора имеющихся) для решения поставленных задач на лабораторных занятиях.
ПК-1.1	Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.	З-ПК-1.1 - Знать - теорию проведения инструментальных методов химического анализа конкретных объектов, находящихся в твердом, жидком и газообразном состояниях. У-ПК-1.1- Уметь - проводить проботбор и пробоподгоовку анализируемых сред; проводить качественный и количественный анализ на заданные компоненты по заданным методикам. В-ПК-1.1- Владеть - навыками работы на оборудовании для проведения спектрального, электрохимического и хроматографического химического анализа водных сред; способами

		переведения анализируемых субстанций в форму, пригодную для исследования.
--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование культуры умственного труда (B11)	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для: - формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
	Создание условий, обеспечивающих формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для: - формирования устойчивого интереса и мотивации к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
	Создание условий, обеспечивающих формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (B16)	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для: - формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания с использованием программных пакетов.
	Создание условий, обеспечивающих - формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для: - формирования чувства личной ответственности за научно-технические достижения России, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок; - формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские проекты.
	Создание условий, обеспечивающих формирование	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для: - формирования у студентов

	ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	Создание условий, обеспечивающих формирование культуры работы с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты (B33)	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ; - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистам, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.
	Создание условий, обеспечивающих формирование культуры работ, связанных с проведением химического анализа с использованием современной инструментальной исследовательской базы (B34)	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для: -формирования навыков соблюдения мер безопасности при работе с реагентами разных классов опасности на современном научно-исследовательском оборудовании, позволяющем проводить высокоточный качественный и количественный химический анализ; - формирования навыков ответственной работы с использованием современной инструментальной аналитической базы; -формирования мотиваций в освоении разнообразной современной инструментальной базы химического анализа; -формирования мотиваций к научно-

		исследовательской работе в области химических наук.
--	--	---

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часов.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Контактная работа обучающихся с преподавателем	80
Аудиторная работа (всего):	80
<i>в том числе:</i>	
лекции	32
семинары, практические занятия	16
лабораторные работы	32
Промежуточная аттестация	
<i>в том числе:</i>	
экзамен	54
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	10
Всего (часы):	144
Всего (зачетные единицы):	4

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Общая трудоёмкость всего (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
			Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.1.	Классификация хроматографических методов разделения	2	2	-	-		
1.2.	Основные параметры хроматографического опыта. Теория равновесной хроматографии	8	3	3	-		2
1.3	Эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория размывания хроматографических зон.	9	4	3	-		2

1.4	Идентификация соединений с использованием хроматографических методов	13	3	3	5		2
1.5	Количественный анализ в хроматографии	12	3	3	5		1
1.6	Газовая хроматография. Теоретические основы метода	4	3	-	-		1
1.7	Газовая хроматография. Аппаратурное оформление метода	8	2	-	6		
1.8	Жидкостная хроматография (ЖХ). Классификация методов ЖХ, особенности разделения веществ методом ЖХ. Основные представления о механизмах ЖХ	5	3	-	-		2
1.9	Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Оптимизация разделения. Аппаратурное оформление метода	7	2	-	5		
1.10	Ионообменная хроматография. Ионная хроматография	10	3	2	5		
1.11	Эксклюзионная хроматография	3	2	1	-		
1.12	Планарные варианты ЖХ	9	2	1	6		
	Итого	90	32	16	32		10
	экзамен	54					
	Итого По дисциплине	144					

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекции

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.1.	Классификация хроматографических методов разделения	Определение хроматографического метода. Основные принципы метода. Классификация по агрегатному состоянию фаз, механизму разделения, способу осуществления хроматографического процесса. Режим хроматографических процессов: фронтальная, проявительная (элюентная) и вытеснительная хроматография. История возникновения хроматографического метода. Возможности и области применения хроматографического метода. Значение хроматографического метода в аналитической и физической химии и технологии получения высокочистых веществ. Общие представления о приборах и технике работы в аналитической и препаративной хроматографии. Основные типы хроматографов
1.2.	Основные параметры хроматографического опыта. Теория равновесной хроматографии	Время удерживания, удерживаемый объем и их связь с коэффициентом распределения, их зависимость от температуры. Параметры удерживания. Теория равновесной хроматографии. Уравнение материального баланса в равновесной теории. Связь скорости перемещения вещества

		вдоль слоя неподвижной фазы с изотермой сорбции и коэффициентом распределения. Влияние формы изотермы на форму хроматографического пика.
1.3	Эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория размытия хроматографических зон.	Размытие хроматографической полосы и его физические причины. Концепция теоретических тарелок в хроматографии. Эффективность хроматографической колонки. Понятие о высоте, эквивалентной теоретической тарелке. Кинетическая теория размытия хроматографических зон. Влияние на размытие полосы вихревой диффузии, молекулярной диффузии и сопротивления массопередаче в подвижной и неподвижной фазах. Уравнение Ван-Деемтера и его модификации. Пути повышения эффективности хроматографического разделения. Критерии разделения хроматографических пиков. Селективность колонки и разделение. Разрешение, фактор разделения. Зависимость разрешения от эффективности, селективности и коэффициента емкости колонки. Выбор параметров хроматографического разделения и оптимизация разделения
1.4.	Идентификация соединений хроматографическими методами	Абсолютное и относительное время удерживания. Идентификация соединений по времени удерживания, индексам удерживания и их температурным зависимостям
1.5.	Количественный анализ в хроматографии	Методы калибровки (метод внешнего стандарта, внутреннего стандарта, метод нормировки). Метрологические основы хроматографических измерений. Погрешности измерений. Приемы повышения чувствительности хроматографических определений.
1.6.	Газовая хроматография. Теоретические основы метода	Область применения. Теоретические основы метода. Закон Рауля. Уравнение Херингтона. Зависимость объема удерживания от температуры кипения. Влияние температуры на удерживание и разделение. ГХ с программируемым изменением температуры. Сравнение дистилляционного и хроматографического методов разделения. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Минеральные и полимерные адсорбенты. Пористые и непористые адсорбенты: углеродные адсорбенты, адсорбенты на основе кремнезема, молекулярные сита, пористые полимеры. Примеры применения газо-адсорбционной хроматографии. Газо-жидкостная хроматография (ГЖХ). Объекты исследования. Носители и неподвижные жидкие фазы; типы межмолекулярных взаимодействий. Влияние природы жидкой фазы и природы разделяемых веществ на хроматографическое разделение. Полярность неподвижных фаз и их селективность. Шкалы полярностей жидких фаз, индексы удерживания. Носители в ГЖХ, роль пористой структуры и химии поверхности носителя. Модифицирование носителей. Типы колонок: насадочные, микронасадочные, капиллярные. Типы капиллярных колонок (PLOT, SCOT, WCOT). Уравнение Голя для

		капиллярных колонок. Примеры применения ГЖХ для анализа сложных смесей
1.7.	Газовая хроматография. Аппаратурное оформление метода	Устройство газового хроматографа. Типы дозирующих устройств газов и жидкостей. Парофазный анализ. Основные детекторы для газовых хроматографов: - пламенно-ионизационный; - катарометр (детектор по теплопроводности); фотоионизационный; электронного захвата; термоионный; пламенно-фотометрический; атомно-эмиссионный; масс-спектрометрический. Принцип действия, основные характеристики: предел детектирования, диапазон линейности, инерционности, стабильность (уровень шума и дрейф). Дополнительные устройства, расширяющие аналитические возможности хроматографов: концентраторы, пиролизеры, дериватизаторы. Программное обеспечение хроматографов. Программы управления, программы обработки.
1.8	Жидкостная хроматография (ЖХ). Классификация методов ЖХ, особенности разделения веществ методом ЖХ. Основные представления о механизмах ЖХ.	Особенности разделения веществ методом ЖХ. Классификация методов ЖХ по способу осуществления процесса, механизмам разделения и эффективности. Факторы, влияющие на эффективность хроматографических колонок в ЖХ (размер частиц, характер их упаковки, скорость потока и др.), способы получения высокоэффективных колонок. Жидкостно-твердофазная молекулярная хроматография (молекулярная жидкостно-адсорбционная хроматография - ЖАХ). Основные представления о механизме ЖАХ. Роль химии поверхности адсорбента и природы подвижной фазы. Селективность ЖАХ. Элюирующая сила подвижной фазы, элюотропные ряды. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения в ЖАХ. Жидкостно-жидкостная (распределительная) хроматография (ЖЖХ). Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты ЖЖХ. Подвижные и неподвижные фазы.
1.9	Понятие о высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Адсорбенты для ВЭЖХ. Модифицирование поверхности адсорбентов. Аппаратурное оформление метода	Понятие о высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Адсорбенты для ВЭЖХ. Модифицирование поверхности адсорбентов. Теория Хорвата. Элюотропные ряды и параметры силы растворителя. Оптимизация разделения в ЖЖХ. Градиентное элюирование. Ион-парная хроматография. Механизм ион-парной хроматографии. Факторы, влияющие на удерживание сорбатов. Оптимизация разделения. Применение ион-парной хроматографии в анализе органических и неорганических соединений. Приборы для жидкостной хроматографии. Насосы высокого давления. Основные типы: плунжерные, шприцевые и пр. Системы для градиентного элюирования. Устройства для ввода проб без разрыва потока. Детекторы: - спектрофотометрические, рефрактометрические, флуоресцентные; - электрохимические; ИКС с Фурье преобразованием; масс-спектрометрические.
1.10	Ионообменная хроматография. Ионная хроматография	Жидкостно-твердофазная ионообменная хроматография (ионообменная жидкостно-адсорбционная хроматография). Основные представления о механизме ионного обмена. Ионообменное равновесие. Константа равновесия, коэффициент селективности, коэффициент распределения,

		фактор разделения, методы их определения. Селективность ионного обмена. Кинетика ионного обмена. Неорганические и органические ионообменники, их классификация. Хелатообразующие ионообменники. Физико-химические свойства ионообменников: обменная емкость, набухание, химическая, термическая и радиационная устойчивость. Ионная хроматография. Преимущества метода. Ионообменники для высокоэффективной ионообменной хроматографии. Системы подавления электропроводности элюэнта. Примеры применения ионной хроматографии для концентрирования, разделения и определения неорганических и органических ионов.
1.11	Эксклюзионная хроматография	Механизм разделения. Гель-проникающая и гель-фильтрационная хроматография. Область применения. Основные закономерности Разрешение, селективность и эффективность. Константы распределения. Связь удерживания с размером макромолекул, калибровочные графики. Определение молекулярно-массового распределения. Сорбенты и подвижные фазы. Особенности аппаратуры для высокоэффективной эксклюзионной хроматографии Эксклюзионная хроматография полимеров и биополимеров.
1.12	Планарные варианты ЖХ	Классификация методов. Способы получения хроматограмм. Основные механизмы разделения в планарной хроматографии. Особенности разделения веществ методом планарной хроматографии. Связь коэффициента распределения с величиной R_f. Носители, сорбенты и растворители, применяемые в этом методе. Способы нанесения пробы и анализа хроматограмм. Количественная оценка хроматограмм в тонких слоях и на бумаге. Двумерная хроматография. Особенности аппаратуры для тонкослойной хроматографии. Высокоэффективная планарная хроматография. Применение хроматографии в тонких слоях и на бумаге в аналитической химии

6.2 Практические занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Основные параметры хроматографического опыта. Теория равновесной хроматографии	Расчет хроматографических параметров - коэффициент селективности, коэффициент емкости, коэффициент распределения
2	Эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория размывания хроматографических зон.	Определение эффективности хроматографического анализа. Расчет числа теоретических тарелок из параметров хроматограммы

3	Количественный анализ в хроматографии	Количественный расчет с использованием методов внешнего стандарта, внутреннего стандарта, метода нормировки
---	---------------------------------------	---

6.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название лабораторной работы
1	Вводное	Химическая посуда и лабораторное оборудование Ознакомление с техникой работы на хроматографах жидкостном и газовом
2	Тонкослойная хроматография (ТСХ). Нахождение оптимальных условий разделения смеси веществ.	Определение аминокислот методом ТСХ
3	Газовая хроматография (ГХ). Нахождение оптимальных условий анализа.	Нахождение оптимальных условий анализа ароматических углеводородов методом ГХ
4	Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Нахождение оптимальных условий анализа смеси веществ	Определение основного вещества и примесей в лекарственном препарате офлоксацин методом ВЭЖХ

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Введение в хроматографические методы анализа», утвержденные отделением биотехнологий.

2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, утвержденные отделением биотехнологий.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
1.	Раздел 1. 2.Основные хроматографические параметры	3-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в	Индивидуальные (самостоятельная работа) по темам раздела Коллоквиум. Контрольная работа Экзамен 7 семестра.

		том числе фармацевтических субстанций)	
2.	Раздел 1.3. Эффективность хроматографического разделения	З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций) В-ПК-2, У-ПК-2 Готовность использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.	Индивидуальные (самостоятельная работа) по темам раздела Коллоквиум. Контрольная работа. Защита лабораторных работ. Экзамен 7 семестра.
3.	Раздел 1.4 Идентификация соединений хроматографическими методами	З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)	Индивидуальные задания (самостоятельная работа). Контрольная работа. Коллоквиум. Экзамен 7 семестра.
4.	Раздел 1.5 Количественный анализ в хроматографии	В-ПК-1, У-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций) В-ПК-1, У-ПК-2 Готовность использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов. З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.	Контрольная работа. Коллоквиум. Защита лабораторных работ. Экзамен 7 семестра

5.	Раздел 1.6. Газовая хроматография. Теоретические основы метода	З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)	Контрольная работа. Интерактивные методы - круглый стол. Экзамен 7 семестр
6.	Раздел 1.7. Газовая хроматография. Аппаратурное оформление метода	З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций). З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.	Контрольная работа. Интерактивные методы - круглый стол. Экзамен 7 семестра
7.	Раздел 1.8. Жидкостная хроматография (ЖХ). Классификация методов, особенности разделения. Основные представления о механизмах ЖХ	З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций). З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.	Контрольная работа. Тест Интерактивные методы - круглый стол. Экзамен 7 семестра
8.	Раздел 1.9. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Адсорбенты для ВЭЖХ. Аппаратурное оформление метода	В-ПК-1, У-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций) В-ПК-1, У-ПК-2 Готовность использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов.	Контрольная работа. Тест Интерактивные методы - круглый стол. Экзамен 7 семестра

		З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.	
9.	Раздел 1.10 Ионообменная хроматография. Ионная хроматография	З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций). З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.	Интерактивные методы - круглый стол. Экзамен 7 семестра
10.	Раздел 1.11 Эксклюзионная хроматография	З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций). З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.	Интерактивные методы - круглый стол. Экзамен 7 семестр
11.	Раздел 1.12. Планарные варианты ЖХ	З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1 Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций). З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.	Интерактивные методы - круглый стол. Экзамен 7 семестра

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых

результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочное средство №1

а) типовые вопросы к экзамену по курсу «Введение в хроматографические методы анализа»:

1. Определение хроматографии. Особенности метода. Классификация хроматографических методов. Основные хроматографические параметры и их связь с коэффициентом распределения. Основное уравнение хроматографии.
2. Идентификация и количественный анализ в хроматографии. Требования к внутреннему стандарту. Индексы удерживания.
3. Размывание хроматографического пика. Факторы, влияющие на размывание. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Эффективность колонки, ее характеристики. Пути повышения эффективности.
4. Размывание хроматографического пика. Основные положения концепции теоретических тарелок. Недостатки теории теоретических тарелок. Влияние формы изотермы сорбции на размывание хроматографической полосы.
5. Критерии разделения хроматографических пиков. Селективность и эффективность хроматографического разделения, их связь с величиной разрешения. Оптимизация хроматографического разделения.
6. Газовая хроматография (ГХ). Варианты метода (газо – адсорбционная и газо – жидкостная). Область применения метода. Аппаратурное оформление. Типы колонок. Детекторы для ГХ.
7. Особенности капиллярной газовой хроматографии. Уравнение Голя. Типы капиллярных колонок. Область применения капиллярной газовой хроматографии.
8. Неподвижные фазы в газовой хроматографии. Их классификация. Константы Мак-Рейнольдса и Роршнайдера.
9. Основные представления о механизмах разделения в ЖХ. Элюирующая сила растворителя. Элюотропные ряды.
10. Роль подвижной фазы в жидкостной хроматографии. Элюирующая сила подвижной фазы. Элюотропные ряды. Высокоэффективная жидкостная хроматография. (ВЭЖХ). Градиентное элюирование. Аппаратурное оформление ВЭЖХ.
11. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты высокоэффективной жидкостной хроматографии. Сорбенты. Подвижные фазы. Оценка эффективности хроматографического разделения.
12. Обращенно-фазовая жидкостная хроматография. Основные представления о механизме удерживания. Теория Хорвата. Сорбенты. Подвижные фазы. Оптимизация хроматографического разделения.
13. Жидкостно-твердофазная ионообменная хроматография (ИХ). Основные представления о механизме ионного обмена. Сорбенты для ИХ, их характеристики.
14. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Особенности метода. Способы проведения ТСХ. Величина R_f и факторы, влияющие на нее. Оптимизация разделения в ТСХ. Область применения.
15. Эксклюзионная (ситовая) хроматография. Механизм разделения. Области применения.
16. Подход к выбору хроматографического метода в зависимости от природы анализируемого объекта.

б) критерии оценивания компетенций (результатов) и описание шкалы оценивания:

- Ответ оценивается по следующим критериям:
- Правильность, полнота, логичность построения ответа;
- Умение оперировать специальными терминами;
- Умение вывести математические соотношения в соответствии с теоретическим материалом;

- Использование в ответе дополнительного материала;
- Умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом.

в) описание шкалы оценивания

В основе процедуры определения уровня сформированности компетенций лежит балльно-рейтинговая оценка знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности студентов.

Уровни усвоения материала и сформированности способов деятельности	Конкретные действия студентов, свидетельствующие о достижении данного уровня
Первый меньше 25 баллов Неудовлетворительно	Результаты обучения студентов свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.
Второй от 25 до 30 баллов Удовлетворительно	Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студенты обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Студенты способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач: воспроизводят термины, конкретные факты, методы и процедуры, основные понятия, правила и принципы; проводят простейшие расчеты; выполняют задания по образцу (или по инструкции).
Третий от 30 до 35 баллов Хорошо	Студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности по дисциплине. Студенты способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях, а именно: объясняет факты, правила, принципы; преобразует словесный материал в математические выражения; предположительно описывает будущие последствия, вытекающие из имеющихся данных; устанавливает взаимосвязи между составом, строением и свойствами химических веществ; проводит расчеты по химическим формулам и уравнениям; самостоятельно проводит химический эксперимент по инструкции или по указанию преподавателя и описывает его результаты. применяет законы, теории в конкретных практических ситуациях; использует понятия и принципы в новых ситуациях.
Четвертый от 36 до 40 баллов Отлично	Студент способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях: ориентируется в потоке химической информации, определяет источники необходимой информации, способен анализировать ее; предлагает план проведения эксперимента или других действий; составляет схемы задачи, оценивает логику построения текста; оценивает соответствие выводов имеющимся данным; планирует и осуществляет химический эксперимент.

Допуск к экзамену по дисциплине в соответствии с принятой в ИАТЭ НИЯУ МИФИ балльно-рейтинговой системой оценки знаний студентов осуществляется при количестве набранных студентом более 35 баллов за семестр при условии выполнения всех предусмотренных учебной программой видов учебной деятельности.

За семестр студент может набрать от 35 до 60 баллов.

Минимальный балл за ответ на зачете – 20, максимальный – 40.

Общая (итоговая по промежуточному контролю) оценка определяется по суммарному количеству баллов полученных студентом в ходе текущей в семестре учебной деятельности и результатов промежуточной аттестации (экзамена) и выглядит следующим образом:

60 – 74 балла – «Удовлетворительно»;

75 – 89 баллов – «хорошо»;

90 – 100 баллов – «отлично».

На экзамене ставится оценка в зависимости от:

Отлично	Ответ оценивается на «Отлично» при: • правильном, полном и логично построенном ответе на все вопросы билета; • умении оперирования специальными терминами; • использовании в ответе дополнительного материала; • умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом; • при решении экзаменационной задачи (3 вопрос экзаменационного билета)
Хорошо	Ответ оценивается на «Хорошо» при: • правильном, полном и логично построенном ответе, но имеются негрубые ошибки и неточности; • умении оперирования специальными терминами, но возможны затруднения в использовании практического материала; • умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, но при этом делаются не вполне законченные выводы или обобщения; • при решении экзаменационной задачи с ошибками.
Удовлетворительно	Ответ оценивается на «Удовлетворительно» при: • схематичном, неполном ответе; • неумении оперировать специальными терминами или их незнании; • с одной грубой ошибкой • неумении приводить примеры практического использования научных знаний, с грубыми ошибками в решенной экзаменационной задаче.
Неудовлетворительно	Ответ оценивается как «Неудовлетворительно» при: • ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками; • неумении оперировать специальной терминологией; • неумении приводить примеры практического использования научных знаний; • нерешенной экзаменационной задаче.

При неудовлетворительной оценке на экзамене, независимо от полученных в семестре баллов, выставляется итоговая оценка «Неудовлетворительно». В этом случае студент имеет право на передачу экзамена в соответствии с процедурой, предусмотренной положением о промежуточной аттестации ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Оценочное средство № 2

а) типовые вопросы к коллоквиуму

1. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения.
2. Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?
3. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их

- хроматографического разделения?
4. Что такое индексы удерживания? Какие системы индексов удерживания используют в хроматографии (преимущественно в газовой)?
 5. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.
 6. Какая величина используется в хроматографии для оптимизации условий хроматографического разделения?
 7. От каких факторов зависит величина разрешения?
 8. Какой хроматографический параметр является качественной характеристикой данного компонента?
 9. Как оценивается эффективность хроматографической колонки? Как величина эффективности отражается на форме хроматографического пика? Что такое ВЭТТ и ЧТТ? От каких факторов зависит ВЭТТ?
 10. Как связаны между собой параметры, описывающие размывание хроматографического пика, в теории теоретических тарелок и диффузионно-кинетической теории?
 11. Какая из теорий хроматографии дает основу для оптимизации эффективности хроматографической колонки?
 12. Как эффективность зависит от скорости подвижной фазы в ГЖХ (привести уравнение). Как из полученных данных определить коэффициенты А, В и С?
 13. К какому типу детекторов относится пламенно-ионизационный детектор (ПИД)?
 14. Какой сигнал измеряется с помощью ПИД? Что является источником ионизации при использовании ПИД?
 15. Каковы основные характеристики пламенно-ионизационного детектора?
 16. Перечислите и продемонстрируйте на приборе основные блоки газового хроматографа. Какие функции выполняет каждый из этих блоков? Какие узлы газового хроматографа необходимо термостатировать?
 17. Как соотносятся между собой температуры основных узлов ГХ? Почему?
 18. Что такое внутренний стандарт (ВС)? Каковы требования к ВС? В чем преимущества работы с ВС?
 19. Можно ли, зная формулы органических соединений, присутствующих в пробе, предсказать порядок их выхода из колонки?
 20. Какие варианты газовой хроматографии вы знаете? Сравните их возможности, укажите область применения. Каково назначение твердого носителя, используемого в насадочных колонках в газо-адсорбционном и газо-жидкостном варианте хроматографии?

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

Ответ оценивается по следующим критериям:

- Правильность, полнота, логичность построения ответа;
- Умение оперировать специальными терминами;
- Умение вывести математические соотношения в соответствии с теоретическим материалом;
- Использование в ответе дополнительного материала;
- Умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом.

в) описание шкалы оценивания

На коллоквиуме ответ студента оценивается в соответствии с предлагаемой шкалой.

Отлично	Ответ оценивается на «Отлично» при: • правильном, полном и логично построенном ответе на все вопросы билета; • умении оперирования специальными терминами; • использовании в ответе дополнительного материала; • умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;
----------------	---

Хорошо	Ответ оценивается на «Хорошо» при: • правильном, полном и логично построенном ответе, но имеются негрубые ошибки и неточности; • умении оперирования специальными терминами, но возможны затруднения в использовании практического материала; • умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, но при этом делаются не вполне законченные выводы или обобщения;
Удовлетворительно	Ответ оценивается на «Удовлетворительно» при: • схематичном, неполном ответе; • неумении оперировать специальными терминами или их незнании; • с одной грубой ошибкой • неумении приводить примеры практического использования научных знаний.
Неудовлетворительно	Ответ оценивается как «Неудовлетворительно» при: • ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками; • неумении оперировать специальной терминологией; • неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

Оценочное средство № 3

а) типовой вариант для контрольной работы

Контрольная работа №1 (5 баллов) Основные хроматографические параметры

Пример 1. Скорость потока газа-носителя гелия составляет $30 \text{ см}^3 / \text{мин}$. Определите удерживаемый объем и приведенный удерживаемый объем оксида углерода на данной колонке, если время удерживания гелия 40 сек, оксида углерода – 6 мин. Гелий на данной колонке практически не сорбируется.

Пример 2. Ширина основания хроматографического пика этанола составляет 20 мм. Число теоретических тарелок для этанола определено и равно 2000. Скорость движения диаграммной ленты самописца 1200 мм/ч . Вычислите время удерживания этанола (мин).

Пример 3. На рис приведены графики зависимости между относительными удерживаемыми объемами (в логарифмическом масштабе) и температурами кипения для первичных спиртов, альдегидов и кетонов при использовании в качестве неподвижной фазы апиезона L и карбовакса 20 М. Т колонки 393 К. Провести идентификацию кислородсодержащего соединения, относительные удерживаемые объемы которого (относительно н-октана) соответственно равны : на колонке с апиезоном L – 1.78, на колонке с карбоваксом – 22.2

Пример 4. Используя график, приведенный на рис определить константы уравнения Ван-Деемтера, значение оптимальной скорости газа-носителя, минимальное значение Н и соответствующее ему значение эффективного коэффициента диффузии $D_{\text{эфф}}$.

Пример 5. Определить абсолютные удельные удерживаемые объемы приведенных ниже н-парафинов при 363.2 и 393.2 К, если известны абсолютные удельные удерживаемые объемы V_g при 353.2 и 373.2 (колонка со скваланом)

Углеводород	V_g	
	353.3 К	373.2 К
н-пентан	25.5	15.9
н-гексан	61.7	35.4

н-гептан	143	76.6
----------	-----	------

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Задания оцениваются по уровню сложности

в) описание шкалы оценивания:

K1	K2	K3	K4	K5
5	10	5	5	5

Контрольная работа № 2 (10 баллов)

Оценка эффективности хроматографического разделения

Пример 1. На хроматограмме получены пики при 0.84 мин (неудерживаемый компонент А) и 10.60 мин (компонент В) и 11.08 мин (компонент С). Ширина пиков В и С соответствует 0.56 и 0.59 мин соответственно. Длина колонки 28.3 см, объем стационарной фазы -12.3 мл (V_s), подвижной фазы (V_m) – 17.6 мл. Рассчитать:

- число теоретических тарелок колонки;
- высоту, эквивалентную теоретической тарелке;
- коэффициент удерживания для компонентов В и С;
- коэффициенты распределения компонентов В и С;
- коэффициент селективности и разрешение пиков компонентов В и С.

Нарисуйте хроматограмму.

Пример 2. Два соседних пика, полученных при хроматографировании на колонке с объемом неподвижной фазы 2 мл, имеют удерживаемые объемы 10.8 и 13.2 мл соответственно.

Рассчитайте значения удерживаемого объема для этих пиков, полученных на колонке с объемом той же неподвижной фазы, равным 1 мл. Для обеих колонок объем подвижной фазы равен 1.8 мл. Как изменится селективность при переходе с одной колонки на другую?

Пример 3. На хроматографической колонке соединение А имеет коэффициент распределения 10, соединение В –15. Объем неподвижной фазы V_s – 0.5 мл, подвижной V_m – 1.5 мл, скорость подачи подвижной фазы F равна 0.5 мл/мин.

Рассчитайте удерживаемый объем, время удерживания и коэффициент удерживания ($V_m \setminus V_r$) каждого компонента.

Пример 4. Найдите длину колонки, необходимую для разделения веществ А и В, А и С с разрешением, равным 1.0, если удерживаемые объемы равны 100, 130, и 150 мл для А, В и С соответственно. Удерживаемый объем неудерживаемого компонента равен 5 мл. Высота, эквивалентная теоретической тарелке – 1 мм.

Пример 5. При хроматографировании углеводов с использованием колонки 3.5 м с неподвижной фазой - 15 %(масс) вазелинового масла на кирпиче, Т колонки –120 С получены следующие результаты

	Время удерживания t, мм	$W_{0.5}$ мм
бензол	82	7
н-гептан	110	9
толуол	170	11
этилбензол	310	13
н-нонан	386	16
н- декан	661	23

Время удерживания метана (несорбирующийся газ) t_0 - 20 мм.

- Определите эффективность колонки (число теоретических тарелок n , высоту, эквивалентную т.т h , число эффективных теоретических тарелок N)
- Нарисуйте зависимость между временем удерживания и шириной пика (в мм) для

одного из сорбатов.

3. Нарисуйте зависимость между N/p и t/t_0 для одного из сорбатов.
4. Определите селективность неподвижной фазы (с поправкой на «мертвый» объем) и селективность колонки)
5. Определите степень разделения для пар последовательно элюирующихся углеводородов.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Задания оцениваются по уровню сложности

в) описание шкалы оценивания:

K1	K2	K3	K4	K5
5	10	5	5	5

Контрольная работа № 3 (5 баллов)

Идентификация и количественный анализ в хроматографии

Пример 1. Определить состав смеси н-пентана, н-гексана, н-гептана и н-октана (в % масс), если площади пиков S этих углеводородов (детектор – катарометр) составляют (мм^2):

углеводород	S
н-пентан	3120
н-гексан	6364
н-гептан	4280
н-октан	7542

Пример 2. Проведен ГХ –МС анализ природной воды на содержание нафталина. В качестве внутреннего стандарта использовали дейтерированный нафталин. Сначала провели анализ стандартной смеси, содержащей 0.05 мкг стандарта и дейтерированного нафталина и получили хроматограмму, на которой площади пиков нафталина и внутреннего стандарта составили 50 и 40 см^2 соответственно. При анализе пробы ввели 0.045 мкг ВС и получили хроматограмму, на которой площади пиков нафталина и ВС составили 72 и 41 см^2 соответственно. Каково содержание нафталина (мкг) в пробе?

Пример 3. Проведен ГХ анализ проб почвы на содержание пп ДДТ. В качестве внутреннего стандарта (ВС) использовали гексахлорбензол. Сначала провели анализ стандартной смеси, содержащей по 0.05 мкг стандарта и внутреннего стандарта и получили хроматограмму, на которой площади пиков составили 150 и 240 см^2 соответственно. При анализе пробы ввели 0.045 мкг ВС и получили хроматограмму, на которой площади пиков ДДТ и ВС составили 72 и 210 см^2 соответственно. Каково содержание ДДТ (мкг) в пробе?

Пример 4. Проведен ГХ анализ очищенного продукта на содержание толуола. В качестве внутреннего стандарта использовали трет-бутилбензол (ТББ). Сначала провели анализ стандартной смеси, содержащей по 0.05 масс % стандарта и ТББ и получили хроматограмму, на которой высоты пиков толуола и ТББ составили 5.21 и 4.11 см соответственно. При анализе продукта ввели 0.045 % ВС и получили хроматограмму, на которой высоты пиков толуола и ВС составили 5.21 и 4.11 см соответственно. Каково содержание толуола (%) в пробе?

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Задания оцениваются по уровню сложности

в) описание шкалы оценивания:

K1	K2	K3	K4	K5
5	10	5	5	5

Контрольная работа № 3 (5 баллов)

Тест-контроль «Газожидкостная хроматография»

Выберите правильный ответ (один или несколько):

1. В основе ГЖХ лежит:

- А. Различия коэффициентов распределения разделяемых веществ между неподвижной жидкой и подвижной газовой фазами;
- Б. Распределение смеси веществ на колонке с сорбентом по отдельным зонам в результате повторения актов сорбции и десорбции при пропускании через колонку газа-носителя;
- В. Сорбция газа-носителя на твёрдом сорбенте колонки;
- Г. Обратимая хемосорбция ионов анализируемого раствора; Д. Измерение поглощения электромагнитного излучения.

2. Основными узлами блок-схемы газового хроматографа являются:

- А. Баллон со сжатым газом;
- Б. Блок подготовки газа-носителя;
- В. Испаритель;
- Г. Хроматографическая колонка;
- Д. Дифракционная решётка;
- Е. Детектор;
- Ж. Сосуд для сбора элюента;
- З. Инжектор;
- И. Самописец.

3. В качестве газа-носителя используют:

- А. Водород;
- Б. Кислород;
- В. Гелий;
- Г. Азот;
- Д. Озон.

4. Различают следующие виды колонок:

- А. Насадочная;
- Б. Микронасадочная;
- В. Ионообменная;
- Г. Ротационная;
- Д. Капиллярная.

5. В качестве твёрдых сорбентов применяют:

- А. Диатомит;
- Б. Кизельгур;
- В. Тефлон;
- Г. Полистирол;
- Д. Кварц;
- Е. Крахмал.

6. В качестве неподвижной жидкой фазы используют:

- А. Вазелиновое масло;
- Б. Сложные эфиры;
- В. Силоксановые полимеры с привитыми функциональными группами;
- Г. Полигликоли;
- Д. Воду.

7. Температурный режим:

- А. Комнатная температура;
- Б. Изотермический;
- В. Программирование температуры;
- Г. Температура кипения воды.

8. Детектор предназначен:
- А. Для обнаружения изменений в составе газа, прошедшего через колонку;
 - Б. Для разделения веществ;
 - В. Для идентификации соединений.
 - Г. Для обнаружения состава жидкой фазы в хроматографической колонке.
9. Для анализа веществ используют детекторы:
- А. По теплопроводимости;
 - Б. Пламенно-ионизационный;
 - В. Электронно-захватный;
 - Г. Пламенно-фотометрический;
 - Д. Рефрактометрический;
 - Е. Потенциометрический.
10. Для оценки хроматографического разделения используют следующие критерии:
- А. Степень разделения (селективность);
 - Б. Критерий селективности жидкой фазы;
 - В. Разрешение;
 - Г. Эффективность;
 - Д. Чувствительность.
12. К преимуществам ГЖХ относится:
- А. Высокая чувствительность;
 - Б. Хорошая воспроизводимость;
 - В. Точность;
 - Г. Универсальность;
 - Д. Возможность анализа термически неустойчивых соединений;
 - Е. Селективность.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Задания оцениваются по уровню сложности.

в) описание шкалы оценивания:

К1	К2	К3	К4	К5
5	10	5	5	5

Контрольная работа № 4 (5 баллов)
Тест-контроль «Жидкостная хроматография»

Выберите правильный ответ (один или несколько):

1. В основе метода ВЭЖХ лежит:
- А. Различие распределения компонентов между двумя фазами при прохождении одной из них в колонке под давлением.
 - Б. Различия адсорбции компонентов смеси на твёрдом сорбенте.
 - В. Различие распределения компонентов смеси между потоком газа-носителя и твёрдым сорбентом в колонке.
2. По механизму разделения анализируемых веществ ВЭЖХ делится на:
- А. Адсорбционную;
 - Б. Распределительную;
 - В. Ионообменную;
 - Г. Эксклюзионную;
 - Д. Ротационную.
3. Блок-схемасовременного хроматографа включает:

- А. Сосуд (сосуды) для подвижной фазы (емкость для элюента);
 - Б. Насос или другой источник давления;
 - В. Устройство для ввода пробы;
 - Г. Испаритель;
 - Д. Хроматографическая колонка;
 - Е. Детектор;
 - Ж. Коллектор фракций.
4. Пробу вводят в поток элюента с помощью:
- А. Микрошприца;
 - Б. Петли, из которой пробу вымывают в систему элюентом;
 - В. Пипетки;
 - Г. Автоматического дозатора.
5. Насос жидкостного хроматографа:
- А. Подает элюент в колонку при нормальном атмосферном давлении;
 - Б. Подает элюент в колонку при высоких давлениях (200-500атм.);
 - В. Обеспечивает подачу элюента со скоростью от 0,1 до 10 мл/мин;
 - Г. Осуществляет смену состава элюента.
6. Материалом для изготовления аналитических разделительных колонок служит:
- А. Стекло;
 - Б. Медь;
 - В. Нержавеющая сталь;
 - Г. Алюминий.
7. В качестве сорбента используют:
- А. Тонкоизмельченный немодифицированный силикагель;
 - Б. Тонкоизмельченный химически модифицированный силикагель;
 - В. Активированный уголь;
 - Г. Оксид алюминия;
 - Д. Катионит.
8. В зависимости от полярности подвижной и неподвижной фаз жидкостная-хроматография представлена в вариантах:
- А. Однофазная;
 - Б. Многофазная;
 - В. Нормально-фазовая;
 - Г. Обращенно-фазовая.
9. Укажите факторы, характеризующие хроматографический процесс:
- А. Состав подвижной фазы;
 - Б. Сорбент;
 - В. Скорость подачи элюента;
 - Г. Размеры колонки;
 - Д. Температурный режим.
10. По масштабу ВЭЖХ делится на:
- А. Микроколоночную;
 - Б. Аналитическую;
 - В. Полупромышленную;
 - Г. Препаративную;
 - Д. Крупнотоннажную;
 - Е. Крупномасштабную.
11. Состав элюента может быть на протяжении всей хроматографической процедуры:
- А. Постоянным (изократическое элюирование);
 - Б. Различным (градиентное элюирование);
 - В. Переменным.

12. К группе специфических детекторов относят:

- А. Спектрофотометрический;
- Б. Электрохимический;
- В. Масс-спектрометрический;
- Г. Флюориметрический;
- Д. Рефрактометрический.

13. Работа спектрофотометрического детектора основана на измерении:

- А. Поглощения света;
- Б. Преломления света;
- В. Отражения света.

15. Идентификацию веществ методом ВЭЖХ проводят:

- А. По времени удерживания;
- Б. По УФ-спектрам;
- В. По площади пика.

16. Количественное определение содержания индивидуальных веществ проводят:

- А. Путём сравнения площадей пиков анализируемого и стандартного веществ;
- Б. Методом внутреннего стандарта;
- В. Используя градуировочный график;
- Г. Методом внутренней нормализации;
- Д. Методом компьютерной графики.

17. Укажите преимущества ВЭЖХ:

- А. Возможность исследования практически любых объектов;
- Б. «Мягкость» условий ВЭЖХ (температура, близкая к комнатной, отсутствие контакта с воздухом);
- В. Высокая эффективность разделения;
- Г. Высокая чувствительность;
- Д. Экспрессность анализа;
- Е. Дешевизна оборудования.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Задания оцениваются по уровню сложности

в) описание шкалы оценивания:

K1	K2	K3	K4	K5
5	10	5	5	5

Оценочное средство № 4

а) примерное типовое задание и контрольные вопросы по защите лабораторной работы (индивидуальное задание)

Тема 1.4,1.5,1.6,1.7: Идентификация соединений хроматографическими методами. Количественный анализ в хроматографии. Газовая хроматография.

Лабораторная работа № 1. Нахождение оптимальных условий определения ароматических углеводородов методом газожидкостной хроматографии.

Цель работы - найти оптимальные температурные условия анализа ароматических углеводородов методом ГЖХ с использованием внутреннего стандарта – N-бутанола (или хлорбензола).

Вопросы к занятию:

1. Какие хроматографические параметры являются качественной и количественной характеристикой данного компонента?

2. В чем преимущества метода внутреннего стандарта? Какие требования предъявляются к внутреннему стандарту?
3. Перечислите и продемонстрируйте на приборе основные блоки газового хроматографа. Какие функции выполняет каждый из этих блоков?. Какие узлы газового хроматографа необходимо термостатировать?
4. Когда целесообразно использовать режим программирования температуры колонки?

Задание

1. Получить хроматограммы индивидуальных углеводородов в изотермическом режиме при различных температурах.
2. Подобрать оптимальный температурный режим для анализа смеси углеводородов.
3. Рассчитать из хроматограмм относительные времена удерживания и факторы охвата.
4. Рассчитать погрешность определения каждого показателя.
5. Оформить отчет.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

1. самостоятельность выполнения задания по лабораторной работе;
2. правильное оформление отчета по лабораторной работе;
3. правильный ответ на индивидуальное задание;
4. умение анализировать и обсуждать полученные результаты;
5. умение формулировать выводы/заключение.

Знать: факторы, влияющие на величину удерживания соединений в газовой хроматографии.

Уметь: рассчитывать концентрации определяемых веществ, исходя из полученного аналитического сигнала.

Владеть: навыками работы с газовым хроматографом.

в) описание шкалы оценивания

Работа считается выполненной, в случае обязательного выполнения критериев 1,2. В критериях 3 - 5 допустимы недочеты, которые могут быть учтены при собеседовании студента и преподавателя. Защищенной считается работа, если студент продемонстрировал достаточный уровень понимания материала, ответил на предложенные вопросы, ответ проиллюстрировал проверенными задачами.

Студенты, пропустившие лабораторные занятия, отрабатывают их в индивидуальном порядке в соответствии с графиком консультаций преподавателя и графиком работы специализированной лаборатории.

Оценочное средство № 5

а) типовые задания интерактивных методов

Интерактивные методы позволяют учиться взаимодействовать между собой, включая преподавателя. Они соответствуют личностно-ориентированному подходу, предполагают коллективное обучение в сотрудничестве. Преподаватель выступает в роли организатора процесса обучения, лидера группы, организатора условий для проявления инициативы студентов.

Цель: понять взаимосвязь между рассматриваемыми явлениями, выстроить межтематические логические связи, научиться сопоставлять новые факты и мнения с тем, что было изучено ранее, анализировать, формировать собственное суждение, стимулировать познавательную активность.

Задачи: научить аргументировать и толерантно вести диспут, глубже вникать в сущность новой темы, мысленно разделять материал на важнейшие логические связи; научить осмыслению логики и последовательности в изложении учебного материала, выделению в нем главных и наиболее существенных положений.

Интерактивные занятия проводятся в виде:

Мультимедийное занятие

Мультимедийное занятие является одной из форм интерактивного метода. На занятиях используются мультимедийные материалы, которые содержат презентации (при наличии

короткие видео-лекции), перемежающиеся индивидуальными заданиями в виде проблемного вопроса (теста). Студентам предлагается дать ответ на задание по ходу изучения материала.

Круглый стол

При проведении круглого стола происходит обсуждение объявленной заранее темы занятия с широким вовлечением группы. Ведение круглого стола может быть поручено группе студентов, которые заранее составляют «сценарий» проведения занятия и согласовывают его с преподавателем.

Возможные темы для проведения круглого стола:

1. Хроматографические методы в экологии.
2. Хроматографические методы и биотерроризм.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации.

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Платонов, И. А. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / И. А. Платонов, Е. А. Новикова, В. И. Платонов. — Самара : Самарский университет, 2021. — 96 с. — ISBN 978-5-7883-1600-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/257048>

2. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / Е. В. Пашкова, Е. В. Волосова, А. Н. Шипуля [и др.]. — Ставрополь : СтГАУ, 2017. — 59 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107233>

3. Основы аналитической химии: учеб. для студ. вузов: в 2 т. / ред. Ю. А. Золотов- Т. 1/ Т. А. Большова [и др.]- 5-е изд., стер. М.: Академия, - 2012. - 384 с.

4. Основы аналитической химии: учеб. для студ. вузов: в 2 т. / ред. Ю. А. Золотов. - Т. 2 / Н. В. Алов [и др.]. - 5-е изд., стер. М.: Академия, - 2012. - 416 с.

5. Москвин Л.Н., Родинков О.В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Издательский дом «Интеллект» 2012- 352 с.

6. Зенкевич И.Г., Карцова Л.А., Москвин Л.Н., Родников О.В. Аналитическая химия. Т.2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа. М.«Академия» 2008,304 с

7. Долгонос А.М., Рудаков О.Б., Прудковский А.Г. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование: Монография.- 2е изд., испр. – СПб.: «Лань», 2015. - 468 с. [Электронный ресурс] <http://e.lanbook.com>- электронно-библиотечная система издательства «Лань».

8. Кристиан Г. Аналитическая химия. Т. 2. М. «БИНОМ. Лаборатория знаний» 2012, 504 с.

9. Беккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. М. «Техносфера».2009., 472 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Чучелкин, И. В. Хроматографические методы анализа. Хиральная хроматография : учебное пособие / И. В. Чучелкин. — Рязань : РГУ имени С.А.Есенина, 2021. — 84 с. — ISBN 978-5-907266-57-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179223>

2. Прикладной химический анализ: Практическое руководство. Под ред. Т.Н.Шеховцовой, О.А.Шпигуна и М.В.Попика. М. МГУ 2010, 456 с.

3. Сычев К.С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии «ЗАО РИЦ «Техносфера» 2010 272 с.

4. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2002. 412 с.

5. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. / Под ред. О.М. Петрухина. М.: Химия, 2001. 496 с.

6. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды. М. «Техносфера» 2013. 632 с.

7. Руденко Б.А., Руденко Г.И. Высокоэффективные хроматографические процессы Т. 1,2. М. «Наука» 2003 304 с.

8. Сычев С.Н., Гаврилина В.А. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем: учебное пособие. - СПб.: «Лань», 2013.-256 с. [Электронный ресурс] <http://e.lanbook.com>- электронно-библиотечная система издательства «Лань».

9. Конюхов В.Ю. Хроматография: Учебник. - СПб.: «Лань», 2012.-224 с. [Электронный ресурс] <http://e.lanbook.com>- электронно-библиотечная система издательства «Лань».

10. Высокоэффективная газовая хроматография. Пер. с англ. / Под ред. Хайвера К. М. « Мир», 1993.150. с

11. Крейчи М., Паюрек Я., Комерс Р. Вычисления и величины в сорбционной колоночной хроматографии. М.»Мир» 1993. 208 с.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. <http://chem100.ru/elem.php?n=16> - справочник химика
2. <http://www.chemnet.ru> - портал фундаментального химического образования России – доступ свободный.
3. Российский химико-аналитический портал <http://www.anchem.ru>
4. сайт Библиотеки Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.su/rus/library/welcome.html>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение программы дисциплины «Основы методов разделения и концентрирования» предусматривает: лекции (16 часов), семинарские занятия (132 часа), лабораторные работы (32 часов), текущий контроль в виде выполнения индивидуальных заданий, защиту лабораторных работ, выполнение индивидуального домашнего задания, коллоквиум; промежуточный контроль сдачи зачета.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Студент должен иметь лекционную тетрадь, где оформляет конспект лекций. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Конспект лекций необходимо проработать перед следующей лекцией, поставив вопросы там, где встречаются непонятные места. Ответы на эти вопросы следует найти в рекомендованной литературе или выяснить на консультации у преподавателя. Конспект лекций необходимо дополнять вставками, особенно по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение. По подготовке к практическим занятиям: обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, практическом занятии.
Индивидуальные задания	Выполнение и защита индивидуальных заданий являются одной из форм успешного изучения физической химии. Студент должен использовать знания, полученные на семинарских, лекционных и лабораторных занятиях расширяя и углубляя их. Необходимо использование справочной литературы, методических материалов, разработанных на кафедре. Выполнение индивидуальных заданий возможно во время всех видов учебных занятий: в конце лекции по прочитанному материалу, в начале семинарского занятия или при допуске к выполнению лабораторной работы. Как правило индивидуальные задания предполагают проверку базовых частей дисциплины.
Самостоятельная работа	Каждый студент должен индивидуально готовиться по темам дисциплины, читая конспекты лекций и рекомендуемую литературу. Самостоятельная работа позволяет студенту в спокойной обстановке подумать, разобраться с информацией по теме, при необходимости обратиться к справочной литературе. Внимательное чтение и

	повторение прочитанного помогает в полном объеме усвоить содержание темы, структурировать знания. Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась надолго, целесообразно изучать ее поэтапно - по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы, как правило, опираются на предыдущие. Именно поэтому большая часть самостоятельной работы предполагает подготовку к семинарским занятиям, выполнения рекомендованных для решения задач, подготовку к коллоквиумам, выполнению и защите индивидуального домашнего задания, а также подготовку к лабораторным работам. Для успешного выполнения этих задач каждый студент имеет возможность пользоваться разработанным на кафедре методическим обеспечением. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы. При самостоятельной работе рекомендуется конспектировать изучаемый (прорабатываемый) материал. Конспект может быть опорным, содержать лишь основные ключевые позиции, но при этом достаточным для полного ответа по вопросу. Конспект может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом. В процессе работы с учебной/научной литературой студенту рекомендуется делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана, составлять тезисы, готовить аннотации прочитанного. Наличие таких конспектов могут дать дополнительные баллы за активность.
Лабораторная работа	Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, решение задач. Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях факультета. Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

	Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий. Для подготовки к опыту: 1. Прочтите руководство к работе. Выясните в процессе чтения, а в случае необходимости на консультации с преподавателем, какие закономерности лежат в основе расчетных формул. Ознакомьтесь со списком рекомендованной литературы. 2. Самостоятельно или с помощью учебных пособий выведите формулы, которые используются в работе. 3. Еще раз прочтите руководство, но теперь в лаборатории, имея перед глазами установку для проведения опыта. При этом уясните себе, как в особенностях конструкции установки обеспечивается выполнение условий, в которых справедливы законы и формулы, используемые в задаче. 4. Разберитесь в принципах работы измерительных приборов, с которыми имеете дело в первый раз. 5. Разберитесь в требованиях, которые надо предъявить к настройке приборов и установке в целом, чтобы обеспечить наилучшие результаты опыта. Каждым студентом должна быть заведена специальная тетрадь для выполнения лабораторных работ, в которую при подготовке заносятся краткие сведения из теории, схема опыта и т.д., а в дальнейшем полученные результаты измерений, их обработка и конечный результат. Для записи результатов измерения должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности. К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме: Отчета по выполненной лабораторной работе в качестве обязательных включает в себя следующие разделы: 1. Название работы. 2. Цель работы, оборудование. 3. Краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы. 4. Краткое описание хода работы. 5. Результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков. 6. Расчет искомой величины и ее значение. 7. Расчет ошибки измерения. 8. Окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения. 9. Выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата. При пропуске занятия данная лабораторная работа выполняется в часы самоподготовки к следующему занятию по согласованию и допуску преподавателя. По окончании работы лаборант делает отметку в тетради студента с обязательным указанием фамилии студента, названия работы, даты ее выполнения и ставит свою подпись. Лабораторные занятия проводятся индивидуально. Студент получает допуск на лабораторную работу при наличии конспекта и устных ответов на вопросы преподавателя. Текущий контроль знаний осуществляется по системе «зачтено – не зачтено».
--	--

	Лабораторные занятия проводятся по разделам курса согласно календарному плану. В начале семестра преподаватель проводит подробный разбор некоторых из выполняемых работ, чтобы подготовить студента к их выполнению. При подготовке к лабораторным работам целесообразно за несколько дней до занятия внимательно 1-2 раза прочитать нужную тему, разобраться со всеми теоретическими положениями и предстоящим экспериментом. Если возникли трудности, обратиться за помощью к учебной, справочной литературе или к преподавателю за консультацией. За день до лабораторной работы необходимо изучить методические указания к выполнению лабораторных работ и составить конспект.
Коллоквиум (защита индивидуальных заданий)	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам выносимых на коллоквиум. Подготовка к нему будет заключаться в том, что студенту надо будет повторить соответствующие темы. Если же студент чувствует пробелы в знаниях по отдельным темам или вопросам, при подготовке к коллоквиуму, ему необходимо обратить на соответствующие разделы особое внимание.
Подготовка к экзамену (зачету)	Вопросы к экзамену выдаются студентам в электронном и распечатанном виде в начале семестра. Подготовка к экзамену требует тщательное изучение материала по теме или блоку тем, акцентирование на определениях, терминах, содержании понятий. При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, отчеты по лабораторным работам, примеры выполнения заданий, рассматриваемых на занятиях, рекомендуемую литературу. Экзамен по дисциплине «Химическая технология» проводится в устной форме по разделам, изучаемым в соответствующем семестре.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешенном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие

информационные технологии:

- проведение лекций с использованием слайд-презентаций;
- использование обучающих видеофильмов;
- использование текстового редактора Microsoft Word;
- использование табличного редактора Microsoft Excel;
- использование текстового редактора NoteBook (Блокнот);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

12.2. Перечень программного обеспечения

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Табличный редактор Microsoft Excel;
3. Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Текстовый редактор NoteBook (Блокнот);
5. Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, www.consultant.ru (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, www.book.ru;
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, www.iprbooks.ru;
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru;
- 8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru»,
- 9) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебная аудитория для проведения учебных занятий

Специализированная мебель:

Стол письменный двухместный – 20 шт.;

Стулья – 40 шт.;

Доска меловая – 1 шт

Технические средства обучения:

Проектор - 1 шт.

Мультимедийный проектор - 1 шт.

проекционный экран 1 шт. ноутбук - 1 шт.

Лицензионное программное обеспечение:

Продукты компании Microsoft

Аудитория для проведения лабораторных занятий (1-421Д)

Вытяжной шкаф- 3 шт.,

Фотометр КФК- -1 шт.,

термостат циркуляционный LT-NWC/7-2 шт.,

весы ACCULAR ALC-210 аналитические- 1 шт.;

мешалка магнитная со штативом-6 шт. ;

милливольтметр рН-метр-1 шт.;

УФС-254/365 облучатель-1 шт.;

рефрактометр ИРФ 454Б2М-1 шт.;

компрессор CIA 26/185-1 шт.;

хроматограф газовый «Галс-311» -1 шт.;

хроматограф жидкостной «Кнаур»-1 шт.;

компьютер AMD ATHLON-64 X2 3500+-1 шт.;

аквадистиллятор ДЭ-4-1 шт.;

камера пузырьковая-1 шт.;

термостатированная баня ИН8-2 шт.;

калориметр для твердого топлива КЛ-5-1 шт;

перемешивающее устройство ПЭ-8100-2 шт.;

Ротационный испаритель-1 шт.;

шкаф вытяжной КЕ БМ-1 шт ;

шкаф вытяжной ШВ-1 шт.;

шкаф вытяжной Ш1-НЖ-1 шт.;

милливольтметр рН-121;

весы аналитические ВЛР-200-1 шт;

шкаф сушильный ЗШ-0-01-1 шт;

принтер HP LJ 1100-1 шт;

компьютер Intel Celeron 1300 Box-1 шт.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид занятия	Образовательная технология	Цель	Формы и методы обучения
Лекции	Технология проблемного обучения.	Усвоение теоретических знаний, развитие мышления, формирование профессионального интереса к будущей деятельности.	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Проблемная лекция (круглый стол). Лекция с разбором конкретных ситуаций.
Лабораторные работы	Технология проблемного и активного обучения	Организация активности студентов в условиях, близких к будущей профессиональной деятельности, обеспечение личностно- деятельного характера усвоения	Репродуктивные, творчески репродуктивные методы активного обучения, проблемные и исследовательские методы.

		знаний и коллективной творческой деятельности приобретения умений и навыков.	
Самостоятельная работа	Технологии концентрированного, модульного, дифференцированного обучения	Развитие познавательной самостоятельности, обеспечение гибкости обучения, развитие навыков работы с различными источниками информации, развитие умений, творческих способностей.	Индивидуальные, групповые при контроле преподавателя.
Устный опрос, контроль усвоения материала по ходу первичного занятия (лекции).	Интерактивные методы.	научить аргументировать и толерантно вести диспут, глубже вникать в сущность новой темы	Рефлексия, Мультимедийные занятия, круглые столы
Текущий и промежуточный контроль.	Технология использования разноуровневых задач	Индивидуально-личностный подход, учитывающий различие в степени подготовки и мышления студента. Выявление уровня подготовки студента и уровня освоения материала раздела/темы.	Различают задачи и задания трех основных уровней: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать 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; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.
--	--	--	--

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

- 1.Выполнение домашнего задания
2. Проработка
 - конспекта лекций;
 - учебников, учебных пособий и обязательной литературы (материал излагается в лекциях).
3. Подготовка
 - к лабораторным работам;
 - к коллоквиуму.

14.3. Краткий терминологический словарь

Адсорбция - увеличение концентрации вещества у поверхности раздела двух фаз (твердая фаза - жидкость, конденсированная фаза - газ) вследствие некомпенсированности сил межмолекулярного взаимодействия на разделе фаз.

Анионит - отрицательно заряженный ионообменник.

Апиэзон - смесь парафиновых и нафтенных углеводородов.

Аффинная хроматография - разновидность лигандной хроматографии.в основе которой лежит реакция взаимодействия разделяемых примесей с лигандом, связанным с инертным носителем. В случае аффинной хроматографии в роли примесей выступают биологически активные вещества (белки, ферменты), вступающие с лигандом (тоже, как правило, органическим) в специфическое биохимическое взаимодействие. Например: антитело-антиген, гормон-рецептор и т. д.

Внешний стандарт - стандарт, используемый для построения градуировочного графика. Анализируется отдельно от определяемого компонента.

Внутренний стандарт - стандарт, вводимый и анализируемый совместно с определяемым компонентом.

ВЭЖХ - высокоэффективная жидкостная хроматография.

Градиентный режим – режим с переменным составом подвижной фазы.

Изотерма – график зависимости концентрации вещества в сорбенте и в находящейся в равновесии с ним жидкой или газовой фазе при постоянной температуре.

Изократический режим – режим с постоянным составом подвижной фазы.

Индексы удерживания - интерполяционные относительные величины, вычисленные с помощью двух или более стандартов.

Инжектор - устройство для ввода пробы.

Ионная хроматография - вид ионообменной высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Катионит – положительно заряженный ионообменник.

Карбоваксы (полиэтиленгликоли) – неподвижная фаза для ГЖХ.

Катарометр – детектор, измеряющий теплопроводность.

Квадрупольный масс-анализатор - масс-анализатор для разделения ионов по их соотношению массы к заряду (m/z), которое в свою очередь определяется траекториями движения ионов, задаваемыми переменным электрическим полем.

Нормально-фазовая хроматография - вид жидкостной хроматографии, в котором подвижная фаза неполярна, а неподвижная – полярна.

Обращенно-фазовая хроматография - вид жидкостной хроматографии, в котором подвижная фаза полярна, а неподвижная – неполярна.

Сквалан – (2,6,10,15,19,23 – гексаметилтетракоза - 2,6,10,14,18,22 - гексан) - углеводород тритерпенового ряда природного происхождения, неподвижная фаза для ГЖХ.

Сорбенты - твердые тела или жидкости, избирательно поглощающие (сорбирующие) из окружающей среды газы, пары или растворённые вещества.

Теоретическая тарелка – часть колонки, на которой устанавливается равновесие между компонентом, находящимся в подвижной и неподвижной фазе.

Уравнение Ван-Деемтера – эмпирическое уравнение, описывающее зависимость высоты, эквивалентной теоретической тарелке, от скорости потока подвижной фазы.

Фронтальная хроматография – вид хроматографии, в котором анализируемая смесь непрерывно протекает через слой сорбента.

Хроматография – метод разделения и анализа смеси веществ, основанный на различии в скорости перемещения их между подвижной и неподвижной фазами.

Эксклюзионная хроматография - вид хроматографии, основанный на различной способности молекул разного размера проникать в поры сорбента.

Электрофорез – перемещение заряженных частиц в жидкой или газообразной среде под действием внешнего электрического поля.

Элюэнт – подвижная фаза.

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межкультурного взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составили:

Г.М. Хомушку – доцент отделения биотехнологий, кандидат химических наук, доцент

Рецензент:

Т.Е. Ларичева – доцент отделения биотехнологий, кандидат химических наук

