

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный Институт
Кафедра Химия

Утверждено на заседании кафедры
«Химия»
«30» января 2023 г., протокол №6

Заведующий кафедрой



В.А. Алферов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Ионообменная хроматография

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки
18.04.01 Химическая технология

с направленностью (профилем)
Технология органического синтеза


Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 180401-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Дмитриева Е. Д. доцент, к.х.н., доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов системных знаний основных законов термодинамики, кинетики и динамики хроматографического анализа.

Задачами освоения дисциплины являются:

- получение теоретических знания о физико-химических закономерностях хроматографических процессов.
- ознакомление с современной хроматографической аппаратурой;
- освоение практических методик использования различных типов хроматографов для анализа химических материалов и веществ;
- получение навыков самостоятельного планирования хроматографических исследований.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 3 семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

Знать:

- основные правовые механизмы охраны результатов научных и технических исследований в зависимости от их природы (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1);
- методы планирования и основные эксплуатационные и технологические требования по выбору материалов при организации и управления научными исследованиями и разработками в области ионнообменной хроматографии (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК- 2.1);

Уметь:

- оценивать изобретательский уровень и патентоспособность созданных технических решений по новизне и промышленной применимости (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.2);
- осуществлять систематический сбор, анализ и обобщение научно-технической информации по теме исследований и разработок в области ионнообменной хроматографии (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.2).

Владеть:

- навыками использования специализированных патентных баз данных и других источников информации для анализа патентов на новизну, изобретательский уровень и патентную чистоту технических решений (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.3);
- методами анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, включая навыки систематизации, обработки и интерпретации полученных данных с использованием современных аналитических методов в области ионнообменной хроматографии (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
3	КР, Э	6	216	12	12	12	-	3	0,5	176,5
Итого	–	6	216	12	12	12	-	3	0,5	176,5

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
3 семестр	
1	Сущность хроматографического анализа. Введение. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, механизму взаимодействия сорбат-сорбент, применяемой технике, способу относительного перемещения фаз. Режим хроматографических процессов: фронтальный, вытеснительный, элюентный.
2	Теоретические основы хроматографии. Основные характеристики хроматографического процесса. Коэффициент распределения. Удерживаемый объем и время удерживания. Коэффициент емкости. Коэффициент удерживания. Основные параметры хроматограммы. Селективность и эффективность хроматографического разделения.
3	Неравновесная хроматография. Теория теоретических тарелок. Число и высота теоретической тарелки и эффективность колонки. Кинетическая теория. Факторы, влияющие на размывание зон. Зависимость ВЭТТ от скорости потока. Уравнение Ван-Деемтера.
4	Практическое применение метода. Принципиальная схема хроматографа. Влияние различных факторов на хроматографическое разделение веществ. Идентификация компонентов и количественная интерпретация хроматограмм.

№ п/п	Темы лекционных занятий
5	Количественный анализ. Методы внутреннего и внешнего стандарта. Источники ошибок, воспроизводимость измерений. Качественный анализ. Идентификация компонентов и количественная интерпретация хроматограмм.
6	Газовая хроматография. Газо-адсорбционная хроматография. Аппаратура: колонки, термостаты, детекторы. Программирование температуры. Газо-жидкостная хроматография. Аппаратура: колонки, термостаты, детекторы. Программирование температуры. Газы-носители, адсорбенты, неподвижные фазы. Модифицирование носителей. Высокоэффективная капиллярная хроматография.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы семинарских занятий
3 семестр	
1	Обработка результатов хроматографического эксперимента. Расчет основных хроматографических параметров.
2	Идентификация компонентов и количественная интерпретация хроматограмм.
3	Количественный анализ. Методы внутреннего и внешнего стандарта. Источники ошибок, воспроизводимость измерений.
4	Определение полной динамической обменной емкости (ПДОЕ), решение задач.
5	Применение эксклюзионной хроматографии для очистки белков.
6	Применение тонкослойной хроматографии для идентификации веществ.

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
3 семестр	
1	Определение полной динамической обменной емкости (ПДОЕ) ионитов, равновесие ионного обмена. Определение нитрата натрия в растворе методом ионного обмена
2	Определение содержания анионов и катионитов в воде методом капиллярного электрофореза
3	Определение нефтепродуктов (на примере гексадекана) в ростовых средах методом газовой хроматографии
4	Разделение смеси белков методом ионообменной хроматографии
5	Обессоливание белкового раствора методом эксклюзионной хроматографии
6	Разделение смеси ферроценов методом тонкослойной хроматографии

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
3 семестр	
1	Подготовка к тестовым работам текущей аттестации
2	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ
3	Выполнение курсовой работы

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Тест № 1	20
		Выполнение и защита лабораторных работ	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Тест № 2	15
		Выполнение и защита лабораторных работ	10
		Посещение лекционных занятий	5
		Итого	30
	Промежуточная аттестация		
	Экзамен		40 (100*)
	Защита курсовой работы		100

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется для проведения семинарских и лекционных занятий - учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом, а также компьютером (или ноутбуком), видеопроектором, настенным экраном; для проведения лабораторных работ необходимы: газожидкостной хроматограф, хроматографическая установка для препаративного разделения белков, установка для капиллярного электрофореза, автоматические дозаторы, аналитические весы (цифровые), дистиллятор, магнитные мешалки, ионообменные колонки, пластины для проведения тонкослойной хроматографии, ВЭЖ хроматограф, мерная посуда и реактивы.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия : Учебник для вузов: В 2 кн. Кн.2. Физико-химические методы анализа / В.П. Васильев .— 3-е изд., стер. — М. : Дрофа, 2003 .— 384с. : ил. — (Выш. образование).— Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-7107-7608-1(кн.2) /в пер./ : 67.00 .— ISBN 5-7107-7606-8.
2. Отто, М. Современные методы аналитической химии : [учебник]: в 2 т. Т. II / М.Отто; пер. с нем. А.В. Гармаша .— М. : Техносфера, 2004 .— 288с. : ил. — (Мир химии) .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 5-94836-017-2 (Т.2) /в пер./ : 247.50 .— ISBN 5-94836-014-8 (рус.) .— ISBN 3-527-29840-1(нем.).
3. Мельченко, Г. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Количественный химический анализ : учебное пособие / Г. Г. Мельченко, Н. В. Юнникова ; под редакцией Н. В. Юнникова. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. — 104 с. — ISBN 5-89289-343-X. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/14351.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.2 Дополнительная литература

1. Практическая газовая и жидкостная хроматография : Учеб. пособие для вузов / Б.В. Столяров [и др.]; СПбГУ .— СПб. : Изд-во СПб.ун-та, 2002 .— 616с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-288-01928-X /в пер./ : 162.47.
2. Высокоэффективная тонкослойная хроматография = HPTLC. High Performance Thin-Layer Chromatography / ред. А. Златкис, Р. Кайзер ; пер. с англ. А. С. Бочкова ; под ред. В. Г. Березкина .— М. : Мир, 1979 .— 245 с. : ил. — Парал. тит. л. на англ. — Дар Каминского А. Я. ТулГУ : 1299015 .— Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 239-241.
3. Энгельгардт, Х. Жидкостная хроматография при высоких давлениях = Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie / Х. Энгельгардт ; пер. с англ. О. Г. Ларионова; под ред. К. В. Чмутова .— М. : Мир, 1980 .— 245 с. : ил. — Парал. тит. л. на англ. яз. — Дар Каминского А. Я. ТулГУ : 1299041 .— Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 237-241.
4. Аналитическая химия. Проблемы и подходы = Analytical Chemistry: The Approved Text to the FECS Curriculum Analytical Chemistry : в 2 т. Т.2. Т.2 / ред. : Р. Кельнер [и др.] ; пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова .— М. : Мир : АСТ, 2004

.— 728с. — (Лучший зарубежный учебник) .— Парал.тит.л.англ. — ISBN 5-03-003561-3 (Мир.Т.2) .— ISBN 5-03-003559-1 (Мир) .— ISBN 3-527-28881-3 (англ.) .— ISBN 5-17-021059-0 (АСТ.Т.2) .— ISBN 5-17-13406-1 (АСТ) .

5. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика : учеб. пособие для вузов: В 2 кн. Кн.2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю.Я. Харитонов .— 3-е изд.,испр. — М. : Высш. шк., 2005 .— 559с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-06-003965-X (кн.2)/в пер./ .— ISBN 5-06-003966-8 : 101.00.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://elibrary.ru/> Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики.
2. <https://cyberleninka.ru/>. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
3. <https://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html> - сайт Химического факультета МГУ

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Пакет офисных приложение «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочная правовая система «КонсультантПлюс».