

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1157993	Хроматография в химической технологии

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки	Код ОП 1. 18.04.01/33.12
Направление подготовки 1. Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 1. 18.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шишов Михаил Георгиевич	кандидат химических наук, старший научный сотрудник	Доцент	химической технологии топлива и промышленной экологии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Хроматография в химической технологии

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «посвящен изучению теории и практики применения инструментальных методов исследования. Основной акцент сделан на методах хроматографии – единственно возможных для установления качественного и количественного состава многокомпонентных смесей. Рассматриваются основные закономерности хроматографического разделения смесей веществ, наиболее важные аналитические методы хроматографии. Основное внимание уделено методу газовой хроматографии, его приборному обеспечению, условиям эффективного применения, методам детектирования анализируемых компонентов, способам определения качественного и количественного состава анализируемых проб. Основные положения теоретического материала закрепляются при прохождении лабораторного практикума.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Хроматография в химической технологии	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Информационно-аналитические методы в науке, медицине, фармацевтике и образовании
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Современная физическая органическая химия

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Хроматография в химической технологии	ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные	3-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов

	<p>исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Хроматография в химической технологии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Безматерных Максим Алексеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза
2	Шишов Михаил Георгиевич	кандидат химических наук, старший научный сотрудник	Доцент	химической технологии топлива и промышленной экологии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 8 от 24.08.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Безматерных Максим Алексеевич, Доцент, технологии органического синтеза**
- **Шишов Михаил Георгиевич, Доцент, химической технологии топлива и промышленной экологии**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания; Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Предмет дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание, порядок изучения материала, связь с другими дисциплинами учебного плана, роль в подготовке специалиста. Формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы. Виды углеводородных систем в угле-, нефте- и газопереработке и методы их исследования. Роль и значение хроматографических методов анализа в изучении углеводородных систем
P2	Теория хроматографического метода анализа.	Сущность хроматографического разделения. Подвижные и неподвижные фазы. Классификация методов хроматографии. Хроматография в закрытой системе и открытом слое. Газовая и жидкостная хроматография. Фронтальный, вытеснительный и элюэнтный методы анализа. Хроматограмма и ее параметры. Качественные и количественные хроматографические характеристики веществ. Время удерживания: абсолютное, исправленное, относительное. Удерживаемый объем. Изотерма равновесного распределения. Константа равновесного распределения

<p>Р3</p>	<p>Оценка эффективности работы хроматографических систем</p>	<p>Эффективность хроматографического разделения. Причины размывания хроматографических зон. Диффузионные и кинетические факторы. Теории неравновесной хроматографии: «эквивалентных теоретических тарелок» и «диффузионно-кинетическая». Критерии эффективности хроматографических систем. Число теоретических тарелок. Высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ). Связь числа теоретических тарелок с параметрами хроматографического пика. Уравнение Ван-Деемтера. Критерии качества хроматографического разделения. Селективность и разрешение. Влияние условий хроматографирования на качество разделения</p>
<p>Р4</p>	<p>Методы газовой хроматографии</p>	<p>Классификация методов. Объекты анализа. Подвижные фазы. Аппаратура для газовой хроматографии. Устройство и функции основных элементов. Особенности дозирования жидких и газообразных проб. Насадочные и капиллярные колонки. Изотермический режим хроматографирования и режим программирования температуры.</p> <p>Газоадсорбционная хроматография, характерные особенности, область применения. Основные типы неподвижных фаз: цеолиты, активированные угли, пористые полимерные сорбенты.</p> <p>Газожидкостная хроматография (ГЖХ), характерные особенности, область применения. Неподвижная жидкая фаза, основные свойства. Типы неподвижных жидких фаз для ГЖХ, наиболее распространенные жидкие фазы. Полярность и селективность неподвижных фаз. Влияние полярности на хроматографическое разделение. Носители для неподвижных жидких фаз, основные свойства. Дисперсность носителей. Основные типы носителей.</p> <p>Детекторы газовых хроматографов. Классификация, основные типы, область применения. Характеристики детекторов: чувствительность, предел обнаружения, линейность. Термокондуктометрический (катарометр), пламенно-ионизационный детекторы, принцип действия, область применения. Селективные детекторы: электроно-захватный, термоионный, пламенно-фотометрический.</p> <p>Хроматомасс-спектрометрия, ее значение в исследовании углеводородных систем.</p> <p>Автоматизированные аппаратно-программные газохроматографические комплексы. Серийно выпускаемое отечественное оборудование. Компьютерные программы сбора и обработки хроматографической информации. Программа «ХроматЭК-Аналитик», структура, функциональные возможности</p>
<p>Р5</p>	<p>Качественный и количественный газо-хроматографический анализ</p>	<p>Методы идентификации анализируемых компонентов. Метод метки. Идентификация по относительным параметрам удерживания. Индексы удерживания.</p> <p>Приемы и методы количественной расшифровки хроматограмм. Методы абсолютной калибровки, внутренней</p>

		<p>нормализации, внутреннего стандарта. Особенности применения и расчета концентраций. Контроль точности результатов количественного анализа. Специальные хроматографические методы исследования углеводородных систем: анализ углеводородных газов, детальный углеводородный анализ бензиновых фракций, метод имитированной дистилляции</p>
Р6	Методы жидкостной хроматографии	<p>Классификация методов: распределительная адсорбционная, ионная, гель-проникающая хроматография, область применения.</p> <p>Тонкослойная хроматография (ТСХ). Подвижные и неподвижные фазы. Условия выполнения анализа. Проявление хроматографических зон. Хроматографические характеристики анализируемых веществ. Факторы, влияющие на величину «подвижности» (R_f). Особенности качественного и количественного анализа в ТСХ.</p> <p>Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Схема хроматографической установки для ВЭЖХ. Основные элементы жидкостного хроматографа, их функциональное назначение. Типы подвижных и неподвижных фаз. Условия выполнения анализа. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая ВЭЖХ. Режим градиентного элюирования. Детекторы жидкостных хроматографов: рефрактометрический, флуоресцентный, спектрофотометрический с перестраиваемой длиной волны и диодной матрицей. Качественный и количественный анализ в жидкостной хроматографии</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Хроматография в химической технологии

Электронные ресурсы (издания)

1. Бёккер, Ю., Ю., Курова, В. С.; Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза; РИЦ Техносфера, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89008> (Электронное издание)
2. Хенке, Х., Х.; Жидкостная хроматография : справочник.; РИЦ Техносфера, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89412> (Электронное издание)
3. Хенке, , Х.; Жидкостная хроматография : учебное пособие.; Техносфера, Москва; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/12724.html> (Электронное издание)

4. Беленький, Б. Г.; Хроматография полимеров : монография.; Химия, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441832> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Белявская, Т. А.; Хроматография неорганических веществ : практическое руководство: учебное пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1986 (6 экз.)
2. Коган, Л. А.; Количественная газовая хроматография; Химия, Москва; 1975 (5 экз.)
3. , Смит, Р. М., Роджер М., Коротков, М. Г., Березкин, В. Г.; Сверхкритическая флюидная хроматография; Мир, Москва; 1991 (4 экз.)
4. Беленький, Б. Г., Самсонов, Г. В.; Капиллярная жидкостная хроматография; Наука, Ленинградское отделение, Ленинград; 1987 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- Зональная научная библиотека УрФУ. – URL: <http://lib.urfu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>
 3. Полнотекстовая БД по строительству, архитектуре, техническим наукам - <http://www.iprbookshop.ru/>
 4. Институт научной информации по общественным наукам РАН (ИНИОН РАН). – URL: <http://www.inion.ru/>
 5. Научная библиотека МГУ. – URL: <http://nbmgu.ru/>
 6. Национальная электронная библиотека. – URL: <https://elibrary.ru/>
 7. Российская государственная библиотека (РГБ). – URL: <http://www.rsl.ru/>
 8. Российская национальная библиотека (РНБ). – URL: <http://www.nlr.ru/>
 9. Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: http://book.uraic.ru/el_library
 10. Служба тематических толковых словарей. – URL: <http://www.glossary.ru/>
 11. «Кокс и химия» - научно-технический и производственный журнала

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»: Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
2. <http://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет
3. Сайт журнала «Кокс и химия»: http://www.metallurgizdat.com/content.php?uid_name=journal2
4. microsoft.com/ru-ru/edge, mozilla.org/firefox/new/, google.com/chrome/ - браузеры

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Хроматография в химической технологии

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Faculty EES Google Chrome
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Faculty EES Google Chrome
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет Google Chrome	Google Chrome

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Google Chrome</p>	<p>Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Google Chrome</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>