

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
И.о. декана
А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

Хроматографические методы

по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация:

Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения

Очная

Квалификация

Химик / Химик-специалист. Преподаватель химии

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
В.В. Шелковников

Председатель УМК
В.В. Шелковников

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

БК-2. Способен использовать этические принципы в профессиональной деятельности;

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием;

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

ПК-2. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках;

ПК-6. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК 2.2 Умеет проектировать решение профессиональных задач с учетом принципов профессиональной этики

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств

РОПК 1.1 Умеет разрабатывать стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

РОПК 1.2 Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

РОПК 2.1 Умеет систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными

РОПК 6.1 Умеет выполнять стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить теоретические основы хроматографического разделения, идентификации и количественного определения веществ.

– Владеть техникой хроматографического эксперимента, получения физико-химических характеристик ионообменников, построения хроматографических кривых.

– Научиться осуществлять выбор варианта хроматографического метода анализа для определения веществ в реальных объектах для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Модуль Аналитическая химия.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Седьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: неорганическая химия, аналитическая химия, органическая химия, физическая химия, высокомолекулярные соединения, математический анализ, физика, методы математической статистики в химии.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-лабораторные: 36 ч.

в том числе практическая подготовка: 36 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Теории хроматографического разделения.

История развития хроматографии. Основные понятия и классификации хроматографических методов. Классификации методов хроматографии: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Равновесная и неравновесная хроматографии. Теория равновесной газовой хроматографии, уравнение материального баланса. Теория неравновесной газовой хроматографии. Причины размывания хроматографических полос. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория эффективной диффузии. Эффективный коэффициент диффузии. Уравнение Ван-Деемтера. Факторы, влияющие на эффективность хроматографической колонки. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Критерий разрешения как фактор оптимизации хроматографического процесса. Влияние различных факторов на эффективность разделения. Программирование температуры, хроматермография.

Тема 2. Газовая хроматография.

Газоадсорбционная (ГАХ) и газожидкостная (ГЖХ) хроматографии. Сорбенты и носители, требования к ним. Процессы сорбции и распределения, лежащие в основе ГАХ и ГЖХ. Схема газового хроматографа. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения. Методы идентификации веществ в хроматографии. Индексы удерживания Ковача и их свойства. Количественный хроматографический анализ.

Тема 3. Жидкостная хроматография.

Варианты жидкостной хроматографии (ЖХ). Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Сорбенты, элюенты, детекторы в ВЭЖХ. Адсорбционная жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модификационные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии. Распределительная (жидкость-жидкостная) хроматография. Сорбенты, носители и жидкие фазы в нормально-фазовой и обращенно-фазовой распределительной хроматографии. Области применения.

Ионообменная хроматография. Классификация ионообменников. Методы и примеры синтеза ионитов. Физико-химические свойства ионообменников и методы их исследования. Равновесие ионного обмена (коэффициенты распределения, селективности, кажущаяся и термодинамическая константы равновесия). Влияние температуры, числа поперечных связей, структуры ионита, природы растворителя на ионообменное равновесие. Кинетика ионного обмена (внутридиффузионная и внешнедиффузионная). Влияние формы изотермы и кинетики процесса на вид хроматограмм при различных способах хроматографирования. Применение теории тарелок в ионообменной хроматографии. Принципы ионообменного разделения. Выбор элюента. Комплексообразующие иониты.

Ионная хроматография. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Двухколоночная и одноколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Детекторы в ионной хроматографии. Ионохроматографическое определение катионов и анионов при анализе различных объектов.

Тема 4. Плоскостная хроматография.

Принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный). Бумажная хроматография. Тонкослойная хроматография. Области применения.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения теоретических и расчётных домашних заданий, выполнения лабораторных работ, сдачи коллоквиума по лекционному материалу и основным расчётам в хроматографии и фиксируется в форме контрольной точки в семестре.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен проводится в устной форме обсуждения заданий экзаменационного билета. Экзаменационный билет включает четыре задания. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронной образовательной среде iDO - <https://lms.tsu.ru/enrol/index.php?id=28549>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Сычёв С. Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография, 1-е перераб. – СПб. : Лань, 2013. – 255 с.
- Сычев К. С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии. – М. : Техносфера, 2010. – 270 с.
- Конюхов В. Ю. Хроматография. – СПб. : Лань, 2021. – 221 с.
- Другов Ю. С. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2015. – 531 с.
- Вигдергауз М. С., Гольберт К. А. Введение в газовую хроматографию. – М. : Химия, 1990. – 352 с.

б) дополнительная литература:

- Другов Ю. С. Экспресс-анализ экологических проб / Ю. С. Другов, А. Г. Муравьев, А. А. Родин. – М. : БИНОМ, 2010. – 424 с.
- Сычев С. Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем / С. Н. Сычев, В. А. Гаврилина. – СПб. : Лань, 2021. – 256 с.
URL: <https://e.lanbook.com/book/168493>.
URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/168493.jpg>
- Другов Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М. : Лаборатория знаний, 2020. – 472 с.
URL: <https://e.lanbook.com/book/135483>.
URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/135483.jpg>
- Бёккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза / Ю. Бёккер; пер. с нем. В. С. Куровой; под ред. А. А. Курганова. – М. : Техносфера, 2009. – 470 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- открытые онлайн-курсы
- [Cazes J., Scott R.P. Chromatography theory. New York 2002](https://rushim.ru/books/chromatographia/chromatography-theory.djvu)
<https://rushim.ru/books/chromatographia/chromatography-theory.djvu>
- Методы совершенствования хроматографических систем и механизмы удерживания в ВЭЖХ [Электронный ресурс]: монография / Сычев С. Н. <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000393667/000393667.djvu>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории оснащены вытяжными шкафами и необходимым оборудованием:

1. Ионный хроматограф ICS 5000 (Dionex).
2. Жидкостный хроматограф «Милихром».
3. Газовый хроматограф.
4. рН-метр-милливольтметр рН-121, РР-15.
5. Аналитические весы.
6. Спектрофотометр Spеsol, СФ-56.
7. Сушильный шкаф, термостат, встряхиватель.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Скворцова Лидия Николаевна, канд. хим. наук, доцент, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.