

Модуль I. ИК-спектроскопия

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

– ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.

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

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности.

ИОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ИПК-1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

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

2. Задачи освоения модуля

– сформировать у студентов представления об основах ИК-спектроскопии, областях применения на практике, принципах устройства и работы спектрометров различного вида, подходах к пробоподготовке, интерпретации спектров и количественному анализу;

– научить проводить исследование образцов многокомпонентных систем методом ИК-спектроскопии с соблюдением норм техники безопасности: владеть навыками пробоподготовки; съемки спектров и интерпретации полученных результатов;

– научить выбирать подход к анализу методом ИК-спектроскопии образцов в различном агрегатном состоянии, оптимизировать условия анализа при решении практических задач.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

4. Семестр освоения и форма промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 8, экзамен.

5. Входные требования для освоения модуля

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Строение вещества».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

- лекции: 16 ч.;
 - семинарские занятия: 0 ч.;
 - практические занятия: 0 ч.;
 - лабораторные работы: 16 ч.
- в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание модуля, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Основы инфракрасной спектроскопии

Область оптических спектров. Поглощение ИК излучения веществом. Основные положения теории колебательных спектров. Колебания и спектры двух- и многоатомных молекул. Вращательные и колебательные спектры. Скелетные и групповые частоты. Основные типы колебаний и соответствующие им области спектра.

Тема 2. ИК спектрометры

Типы приборов: диспергирующие и недиспергирующие ИК спектрометры. Принципы устройства и действия ИК-спектрометров и ИК-Фурье спектрометров. Методы подготовки проб (жидкие, твердые и газообразные вещества). Способы регистрации спектров. Основы техники эксперимента: спектры пропускания, нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) и диффузного отражения.

Тема 3. ИК спектры: качественный и количественный анализ

Расшифровка и интерпретация ИК-спектров. Основные характеристики спектра (частота, интенсивность, форма полосы, ширина). Способы изображения ИК спектров. Анализ ИК-спектров. Расшифровка и интерпретация ИК-спектров. Количественный анализ. Закон Ламберта-Бугера-Бера.

Тема 4. Некоторые области применения ИК спектроскопии

Исследование реакционной способности поверхности твердых веществ методом ИК спектроскопии. Исследование кристаллической структуры неорганических соединений методом ИК-спектроскопии. ИК-спектроскопия in-situ.

9. Текущий контроль по модулю

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и индивидуальных заданий, выполнения лабораторного практикума и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

В ходе выполнения лабораторного практикума и при проведении текущего контроля проверяются знания, получаемые по ОПК-1 (ИОПК-1.1, ИОПК-1.2), ОПК-2 (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3) и ПК-1 (ИПК-1.1, ИПК-1.2).

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен во втором семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, проверяющих знания, полученные по ОПК-1 (ИОПК-1.3) и ПК-1 (ИПК-1.1). Продолжительность экзамена 1 час. Продолжительность подготовки ответа по билету составляет 40 минут, ответ – 20 минут.

Примерное содержание вопросов:

Вопрос 1. Основы метода ИК спектроскопии. Вращательные и колебательные спектры. Скелетные и групповые частоты.

Вопрос 2. Особенности метода подготовки проб жидких и твердых вещества для ИК спектроскопии.

Вопрос 3. Типичный вид ИК-спектра. Основные характеристики ИК-спектров.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». К экзамену допускаются студенты, выполнившие лабораторный практикум в полном объеме и не имеющие задолженности по работам, предусмотренным текущим контролем в курсе.

Критерии оценивания ответов:

«отлично» – студент демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры;

«хорошо» – студент демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя;

«удовлетворительно» – демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов;

«неудовлетворительно» – демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры, не способен правильно выполнить задание.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle».

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

в) План лекционных и лабораторных занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Ефимова А. И., Зайцев В. Б., Болдырев Н. Ю., Кашкаров П. К. Оптика: инфракрасная Фурье-спектрометрия: учебное пособие для вузов – М. : Издательство Юрайт, 2022. – 143 с. Доступ: <https://urait.ru/bcode/492470>.

– Бёккер Ю. Спектроскопия [Электронный ресурс]: учебник / Ю. Бёккер–Электрон. текстовые данные. – М. : Техносфера, 2009. – 528 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12735.html>.

– Баличева Т. Г. и др. Физические методы исследования неорганических веществ: учеб. пособие – М. : Академия, 2006. – 443 с. (Доступ: библиотека ТГУ).

– Паукштис Е. А., Козик В. В., Иванов В. К. Оптическая спектроскопия в исследовании химии поверхностных превращений. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. – 186 с. (Доступ: библиотека ТГУ).

– Пахомов Л. Г., Черноруков Н. Г., Сулейманов Е. В., Кирьянов К. В. Физические методы исследования неорганических веществ и материалов. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Новые материалы электроники и оптоэлектроники для информационно-телекоммуникационных систем». Нижний Новгород, 2006. – 84 с. (Доступ: <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2006/28.pdf>).

– Драго Р. Физические методы в химии. М. : Мир, 1981. – 456 с. (Доступ: библиотека ТГУ)

– Казицина Л. А., Куплетская Н. В. Применение УФ-, ИК-, и ЯМР-спектроскопии в органической химии. – М. : Изд-во МГУ, 1979. (Доступ: библиотека ТГУ);

– Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. – М. : Мир, 1991. – 535 с. (Доступ: библиотека ТГУ);

– Ситникова В. Е., Практикум по колебательной спектроскопии: Учебное пособие / Т. Н. Носенко, В. Е. Ситникова, И. Е. Стрельникова, М. И. Фокина – СПб : Университет ИТМО, 2021. – 173 с. (Доступ: https://books.ifmo.ru/book/2483/praktikum_po_kolebatelnoy_spektroskopii_uchebnoe_posobie.htm)

б) дополнительная литература:

– Ефимова А. И., Зайцев В. Б., Болдырев Н. Ю., Кашкаров П. К. Оптика: основы инфракрасной фурье-спектрометрии: учебное пособие для среднего профессионального образования – М. : Издательство Юрайт, 2022. – 143 с. Доступ: <https://urait.ru/bcode/495950>

– Григорьев А. И. Введение в колебательную спектроскопию неорганических соединений. – М. : Издательство МГУ, 1997. Доступ: <https://knigogid.ru/books/536794-vvedenie-v-kolebatelnuyu-spektroskopiyu-neorganicheskikh-soedineniy>)

– Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия. – М. : Мир, 1982, – 327 с. (Доступ: библиотека ТГУ);

– Литтл Л. Инфракрасные спектры адсорбированных молекул. М. : Мир, 1969. – 514 с. (Доступ: библиотека ТГУ);

– Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул, М. : Мир 1963 (Доступ: библиотека ТГУ);

– Харланов А. Н., Шилина М. И. Инфракрасная спектроскопия для исследования адсорбционных, кислотных и основных свойств поверхности гетерогенных катализаторов – учебное пособие. М. 2011 – 111 с. (Доступ: <https://www.kge.msu.ru/education/Kharlanov-Shilina.pdf>).

в) ресурсы сети Интернет:

– профессиональные поисковые системы, база данных NIST Chemical WebBook: <http://webbook.nist.gov/chemistry> ;

– профессиональные поисковые системы, база данных AIST: https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct_frame_top.cgi .

– Wiley online library: <http://www.spectroscopynow.com>

– Spectroscopy: Solutions for materials analysis <https://www.spectroscopyonline.com>

- FTIR and Raman spectral libraries <http://www.ftirsearch.com>

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 OneNote, 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

Аудитория для проведения занятий лекционного типа (аудитории № 402, 6-го учебного корпуса ТГУ), оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций и компьютерной анимации, интерактивной доской.

Аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (аудитории № 103, 6-го учебного корпуса ТГУ).

Лаборатории (аудитории № 102, 103, 6-го учебного корпуса ТГУ), оснащенные всем необходимым лабораторным оборудованием (сушильный шкаф, муфельная печь, вытяжные шкафы, ИК-спектрометром Agilent Technologies Cary 600 Series FTIR Spectrometer) и химической посудой.

15. Информация о разработчиках

Халипова Ольга Сергеевна, канд. техн. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Модуль II. Хроматография.

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

– ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.

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

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности.

ИОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ИПК-1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

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

2. Задачи освоения модуля

– освоить знания об особенностях хроматографического разделения веществ, классификации, законах протекания хроматографических процессов на различных границах раздела фаз;

– понимать и анализировать методы разделения веществ в зависимости от их физико-химических свойств;

– проводить необходимые эксперименты по предлагаемым методикам по качественному и количественному определению веществ и соединений;

– производить расчеты характеризующих параметров;

– приобретет навыки использования фундаментальных химических понятий при решении теоретических и экспериментальных задач при хроматографическом анализе.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

4. Семестр освоения и форма промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 8, экзамен.

5. Входные требования для освоения модуля

Для успешного освоения дисциплины студенты предварительно знакомятся с дисциплинами обязательной части профессионального блока (неорганическая, аналитическая, органическая, физическая химия), а также дисциплиной обязательной части общепрофессионального блока – строение вещества.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем модуля

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

- лекции: 16 ч.;
- семинарские занятия: 0 ч.;
- практические занятия: 0 ч.;
- лабораторные работы: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание модуля, структурированное по темам

Тема 1. Общие понятия и принципы хроматографии

Основные понятия хроматографии История развития метода хроматографии. Физико-химические основы хроматографического процесса. Терминология и классификация в хроматографии. Хроматограмма и хроматографические параметры. Классификация по методам: проявительная (элюентная) хроматография, вытеснительная хроматография, фронтальная хроматография. Классификация по механизму: адсорбционная, распределительная, ионообменная, проникающая хроматография. Классификация по формам осуществления: колоночная, бумажная, тонкослойная хроматография, хроматография в открытой трубке, капиллярная хроматография.

Тема 2. Газовая хроматография

Теория газожидкостной хроматографии. Коэффициент и изотерма распределения. Процессы, протекающие в хроматографической колонке. Понятие теоретической тарелки. Уравнение Ван-Деемтера. Теория хроматографического разделения газо-адсорбционным методом. Влияние адсорбента. Дисперсность адсорбента. Эффективность адсорбции. Подвижная фаза. Сжимаемость газа-носителя. Оптимальная линейная скорость. Влияние природы газа-носителя на эффективность разделения. Твердые носители. Влияние дисперсности носителя на разделение. Полярность носителя. Твердые носители, применение в хроматографии. Неподвижная фаза (НФ). Селективность НФ. Требования к НФ. Классификация НФ. Полярность колонки. Некоторые указания к выбору НФ. Особоселективные фазы. Количество НФ. Эффективность колонки. Адсорбенты. Молекулярные сита. Силикагель. Углеродные адсорбенты. Пористые полимеры. Выбор оптимальных условий для хроматографического разделения. Температура колонки и испарителя. Скорость газов. Хроматограф. Принципиальная схема современного хроматографа. Колонки. Детекторы. Катарометр. Пламенно-ионизационный детектор. Селективные детекторы. Качественный анализ. Хроматографическая идентификация. Величина удерживания. Индексы удерживания. Количественный анализ. Возможные источники ошибок. Методика ввода пробы. Методы количественного расчета.

Нормировка площадей. Абсолютная калибровка. Метод внутреннего стандарта. Поправочные коэффициенты. Интегрирование.

Тема 3. Методы жидкостной хроматографии

Классификация методов жидкостной хроматографии. Варианты жидкостной хроматографии по механизму удерживания. Колоночная жидкостная хроматография. Планарная жидкостная хроматография. Хроматографическая колонка, свойства сорбентов. Профиль хроматографического тракта. Аппаратура для жидкостной хроматографии. Детекторы.

Тема 4. Физико – химические измерения методом газовой хроматографии

Коэффициент Генри. Определение молекулярной массы соединения. Коэффициент активности и диффузии в газовой фазе. Определение изотермы адсорбции. Определение изостерической теплоты адсорбции. Определение удельной поверхности. Определение каталитической активности с помощью газохроматографического метода. Изучение неизотермической кинетики с помощью термодесорбции.

9. Текущий контроль по модулю

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости лекций и защиты лабораторных работ, что фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в восьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Билет включает в себя два вопроса: первый проверяющий – ИОПК-1.1, ИОПК-1.2., ИОПК-1.3., ИПК-1.1., второй проверяющий – ИОПК-2.1, ИОПК-2.2., ИОПК-2.3., ИПК-1.2. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Вопросы, проверяющие степень сформированности ИОПК-1.1, ИОПК-1.2., ИОПК-1.3., ИПК-1.1.

1. Физико-химические основы хроматографического процесса. Терминология и классификация в хроматографии.

2. Классификация по методам: проявительная (элюэнтная) хроматография, вытеснительная хроматография, фронтальная хроматография.

3. Классификация по механизму: адсорбционная, распределительная, ионообменная, проникающая хроматография.

4. Классификация по формам осуществления: колоночная, бумажная, тонкослойная хроматография, хроматография в открытой трубке, капиллярная хроматография.

5. Теория газожидкостной хроматографии. Коэффициент и изотерма распределения. Процессы, протекающие в хроматографической колонке. Понятие теоретической тарелки. Уравнение Ван-Деемтера.

6. Теория хроматографического разделения газо-адсорбционным методом. Влияние адсорбента. Дисперсность адсорбента. Эффективность адсорбции.

7. Подвижная фаза. Сжимаемость газа-носителя. Оптимальная линейная скорость. Влияние природы газа-носителя на эффективность разделения.

8. Твердые носители. Влияние дисперсности носителя на разделение. Полярность носителя. Твердые носители, применение в хроматографии.

9. Неподвижная фаза (НФ). Селективность НФ. Требования к НФ. Классификация НФ. Полярность колонки. Некоторые указания к выбору НФ. Особоселективные фазы. Количество НФ. Эффективность колонки.

10. Адсорбенты. Молекулярные сита. Силикагель. Углеродные адсорбенты. Пористые полимеры.

11. Выбор оптимальных условий для хроматографического разделения. Температура колонки и испарителя. Скорость газов.

12. Хроматограф. Принципиальная схема современного хроматографа. Колонки. Детекторы. Катарометр. Пламенно-ионизационный детектор. Селективные детекторы.
13. Качественный анализ. Хроматографическая идентификация. Величина удерживания. Индексы удерживания.
14. Количественный анализ. Возможные источники ошибок. Методика ввода пробы. Методы количественного расчета. Нормировка площадей. Абсолютная калибровка. Метод внутреннего стандарта. Поправочные коэффициенты. Интегрирование.
15. Физико-химические измерения методом газовой хроматографии.
16. Классификация методов жидкостной хроматографии. Варианты жидкостной хроматографии по механизму удерживания.
17. Колоночная жидкостная хроматография.
18. Планарная жидкостная хроматография.
19. Хроматографическая колонка, свойства сорбентов. Профиль хроматографического тракта.
20. Аппаратура для жидкостной хроматографии. Детекторы.

Вопросы, проверяющие степень сформированности ИОПК 2.1, ИОПК 2.2., ИОПК 2.3., ИПК 1.2.

1. Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам - абсолютной калибровки
2. Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам - внутренней нормализацией
3. Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам-внутреннего стандарта
4. Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам-стандартной добавки
5. Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам – постоянной дозы
6. Основы работы в ПО «Хроматэк – Аналитик 3.5»
7. Основы работы в ПО «Хроматэк – Аналитик 2.5»
8. Основы работы в ПО «Хроматэк Газ»
9. Основы работы в ПО «Дистиляция»
10. Основы работы в ПО «Хроматэк – Газолин»

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«отлично» – студент демонстрирует знание теоретических основ хроматографии, даны полные и правильные ответы на все вопросы, выполнена практическая часть билета

«хорошо» – ответ содержит несущественные фактические ошибки, практическая часть билета выполнена правильно

«удовлетворительно» – отсутствует ответ на первый вопрос дан не развернуто, в выполнении практической части допущены ошибки

«неудовлетворительно» – нет ответа на первый вопрос, практическая часть не выполнена.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=21490>

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Конюхов В. Ю. Хроматография / В. Ю. Конюхов, Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 224 с.

URL: <https://e.lanbook.com/book/168444>.

URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/168444.jpg>

– Яшин Я. И., Яшин Е. Я., Яшин А. Я. Газовая хроматография. – М. : 2009. – 528 с.

– Беккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика. Методы хроматографии и капиллярного электрофореза. – М. : Техносфера, 2009. – 472 с.

б) дополнительная литература:

– Practical Gas Chromatography electronic resource : A Comprehensive Reference / edited by Katja Dettmer-Wilde, Werner Engewald. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg : Imprint: Springer, 2014.

в) ресурсы сети Интернет:

– Библиотека ЗАО СКБ «Хроматэк» [Электронный ресурс]: интерактив. справочник – URL: <http://chromatec.ru/library/articles/>

– Хроматография [Электронный ресурс]: интерактив. справочник. – URL: <http://chromatography.narod.ru/links/index.html>

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 OneNote, 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/>

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.

– лаборатория (№ 110, 6-го учебного корпуса ТГУ)

– Программно – аппаратный комплекс на базе хроматографа «Хроматэк – Кристалл – 5000.1».

– Программно – аппаратный комплекс на базе хроматографа «Хроматэк – Кристалл – 5000.2».

– Программное обеспечение: «Хроматэк – Аналитик 2.5/3.5», «Хроматэк – Газолин», «Дистилляция», «Хроматэк Газ», обучающие программы СКБ Хроматэк.

– ПЭВМ для работы с хроматографами: ноутбук ASUS X58Cseries, нетбук ACER ASPIRE D 255, адаптер беспроводной связи D – Link DWL – 2100AP для организации локальной сети, принтер Xerox Phaser 3125.

15. Информация о разработчиках

Галанов Сергей Иванович, канд. хим. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.