

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП



С.А. Тишкова

апреля 2024 г.

« 4 »

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой физики



С.А. Тишкова

« 4 » апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладная инфракрасная спектроскопия

Составители:

Алыкova Ольга Михайловна
к.п.н., доцент, доцент кафедры
общей физики

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) ОПОП

Инженерная физика

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приема (курс)

2023 год

Курс

3 (ФБ-31)

Семестр

6

Астрахань, 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. *Целью освоения* дисциплины (модуля) «Прикладная инфракрасная спектроскопия» является Освоение, обновление, систематизация и углубление знаний теоретических основ оптического спектрального анализа в области физики конденсированного состояния вещества; знакомство с основными тенденциями развития ИК спектроскопии; приобретение, закрепление и усовершенствование обучающимися практических навыков работы на современном спектральном оборудовании.

1.2. *Задачи освоения* дисциплины (модуля) «Прикладная инфракрасная спектроскопия» являются:

- сформировать базовые знания и представления о фундаментальных законах и основных методах исследования структуры веществ и физических свойств материалов и установить область и границы применимости различных методов;
- рассмотреть основные приемы и методы экспериментального и теоретического исследования физических свойств, использование этих методов в современных технологиях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) Ф.01 «Прикладная инфракрасная спектроскопия» относится к факультативам.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

Высшая математика, Общая физика.

Знания: современные методы теоретического и экспериментального исследования; стандартные законы и методы естественнонаучных дисциплин часто используемые для обработки результатов эксперимента в области профессиональной деятельности; источники научной информации по теме исследования.

Умения: использовать и понимать знания прикладных и фундаментальных разделов специальных дисциплин по направлению подготовки для научно-исследовательской деятельности; ориентироваться на прикладной (практико-ориентированный) вид профессиональной деятельности; анализировать специальную научную литературу с целью составления плана исследования и выбора метода исследования.

Навыки: теорией и практикой современных методов исследования базируясь на законах и закономерностях развития современной науки.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной.

Дисциплина «Прикладная инфракрасная спектроскопия» является основой для изучения дисциплины «Физика реального кристалла» базовой части, а также значительного количества дисциплин вариативной части и дисциплин и курсов по выбору. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Прикладная инфракрасная спектроскопия»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-5. Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ИПК-5.1.1 знать фундаментальные понятия, законы и теории, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ИПК-5.2.1 уметь применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ИПК-5.3.1 владеть фундаментальными понятиями и законами, полученными при освоении профильных физических дисциплин

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Структура дисциплины:

Дисциплина «Прикладная инфракрасная спектроскопия» изучается в течение 6 семестра общим объемом 72 часов (2 ЗЕ). Из них 34 часов практических занятий, 38 часов на самостоятельную работу, зачет).

Таблица 2.

**Структура и содержание дисциплины
Прикладная инфракрасная спектроскоп**

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Семестр	Контактная работа (в часах)						Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Л	ПЗ	ЛР	ГК	ИК	АИ			
1.	Введение. Оптические методы исследования.	6		4					2	Тест, практические задания коллоквиум	
2.	Колебательная ИК спектроскопия			6					4		
3.	Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия				6						8
4.	Структурные области ИК спектра.				8						8
5.	Основные характеристики нанообъектов. Инфракрасная спектроскопия наноструктурированных				10						16

	полупроводников и диэлектриков									
6.	Итоговое занятие			34					38	зачет
7.	Итого			34					38	

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, семинары, ЛР – лабораторные работы; ГК – групповые консультации; ИК – индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся; АИ – аттестационные испытания промежуточной аттестации обучающихся.

Таблица 3.

Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции		
		1		Σ общее количество компетенци й
Введение. Оптические методы исследования.	6		ПК-5	1
Колебательная ИК спектроскопия	10		ПК-5	1
Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия	14		ПК-5	1
Структурные области ИК спектра.	16		ПК-5	1
Основные характеристики нанобъектов. Инфракрасная спектроскопия наноструктурированных полупроводников и диэлектриков	26		ПК-5	1

4.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Оптические методы исследования.

Методы исследования веществ – физические, химические и физико-химические. Классификация методов исследования. Общая характеристика методов.

Атомная спектроскопия. Методы атомного спектрального анализа.

Тема 2. Колебательная ИК спектроскопия.

Физические основы метода: частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах двухатомных молекул, основные колебания многоатомных молекул.

Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул: валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний и ее физические причины, факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности.

Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений: C–C, C=C, C≡C, C_{аром}–C_{аром}, C_{sp³}–H, C_{sp²}–H, C_{sp}–H, C–O, C–N, O–H, N–H, S–H, C=O, CHO, COOH, COOR, COHal, NO₂, C≡N.

Тема 3. Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия.

Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. Частоты и формы нормальных колебаний молекул. Характеристичность нормальных колебаний. Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации веществ, структурно-группового, молекулярного и количественного анализов и другие применения. Специфичность колебательных спектров.

Техника и методики ИК-спектроскопии. Аппаратура для ИК спектроскопии, приготовление образцов. Сравнение методов ИК и КР, их преимущества и недостатки.

Тема 4. Структурные области ИК спектра.

Структурные области ИК спектра. Принципы отнесения полос поглощения. Последовательность проведения структурного анализа. Количественная ИК спектроскопия. Принцип работы ИК спектрофотометра. Условия измерения ИК спектров. Примеры структурного анализа органических соединений по ИК спектру (область 4000 – 650 см⁻¹).

Тема 5. Основные характеристики нанообъектов. Инфракрасная спектроскопия наноструктурированных полупроводников и диэлектриков.

Включение фурье-спектрометра Frontier, ознакомление с программой Spectrom и параметрами, задающими рабочий режим фурье-спектрометра. Регистрация фоновых спектров с разным пределом разрешения. Регистрация фоновых спектров с разной функцией аподизации. Регистрация ИК-спектра монокристаллического кремния. Измерение ИК-спектра наноструктурированного пористого кремния.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю).

При разработке учебных программ по ФГОС-3 поколения предполагается использование кроме традиционных форм проведения занятий также активные и интерактивные формы. При этом студенты глубже понимают учебный материал, память также акцентируется на проблемных ситуациях, что способствует запоминанию учебного материала.

В процессе обучения необходимо использовать в первую очередь методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются индивидуальная, парная и групповая работа, используется проектная работа, ролевые игры, осуществляется работа с документами и различными источниками информации. Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов – это основной метод самоподготовки по освоению учебных дисциплин и овладению навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности

Важной частью самостоятельной работы является умение выделить основополагающие, отправные точки в понимании материала. Особо важную роль в этом процессе необходимо уделить конспекту лекций, в котором преподаватель сформировал «скелет», структуру раздела дисциплины. Читением учебной и научной литературы обучающийся углубляет и расширяет знания о предмете изучения. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.

Для самостоятельной подготовки студентам предлагается доступ к сайту дистанционного обучения <http://moodle.asu.edu.ru/>, на котором выложены методические указания к каждому занятию, рекомендованная литература.

Традиционные (практические занятия), объяснительно-иллюстративный метод с элементами проблемного изложения, презентации, активные и интерактивные методы, дискуссии, индивидуальные занятия.

При обучении большое значение имеет внеаудиторная работа студента. Эта форма обучения включает широкий набор различных видов работы: изучение литературы, выполнение упражнений и домашних заданий, анализ конкретных ситуаций, подготовка письменных работ.

Таблица 4

Содержание самостоятельной работы обучающихся

<i>Номер радела (темы)</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>
1.	Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул	2
2.	Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния (рамановская)	4
3.	Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации веществ, структурно-группового, молекулярного и количественного анализов и другие применения.	8
4.	Примеры структурного анализа органических соединений по ИК спектру (область 4000 – 650 см ⁻¹)	8
5.	Измерение ИК-спектра изучаемого объекта	16
		38

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Программой не предусматривается выполнение курсовых или контрольных работ по дисциплине. Однако, по усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую вне аудиторно. Работа может носить характер теста, доклада, реферата и т.д.

Приведем требования к оформлению работы.

Общие требования оформления курсовой работы /доклада /реферата /контрольной работы

Доклад/реферат выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

левое – 25 мм;

правое – 10 мм;

нижнее – 20 мм;

верхнее – 20 мм

· Оформление таблиц:

· Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

· При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

· Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

· На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

· Оформление иллюстраций:

· Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

· Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

· На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

· Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

· Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

· Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

· Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.

· Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

· При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

· Приложения

· Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

- В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.

- Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.

- Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

- Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

- Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

- В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

- Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

- Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

- Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Письменная работа должна быть представлена в **двух видах**: печатном и электронном.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

При изложении курса преподавателю необходимо придерживаться основных принципов обучения: двигаться от простого к сложному, во взаимосвязи с другими курсами. Освоение теоретического курса должно сопровождаться решениями практических задач разного уровня сложности.

6.2. Информационные технологии

При изучении дисциплины «Прикладная инфракрасная спектроскопия» используется система управления обучением на платформе Moodle (<http://moodle.asu.edu.ru/>), созданная в Астраханском государственном университете (АГУ) с 2012 года. Она предоставляет возможность круглосуточного доступа к ресурсам (учебным материалам) курса, на которые подписан студент, его интерактивным действиям (независимо от местонахождения), а преподавателям – платформу для оперативного обнародования выставляемых оценок, важных событий и идей, для информирования студентов об изменениях в учебном процессе. По изучаемой дисциплине на выбранной платформе размещены задания для занятий, методические указания по их выполнению, дополнительные учебные пособия. Платформа позволяет реализовывать как обучающий, так и контрольный режим выполнения заданий. Для доступа на сайт логином и паролем является номер зачетной книжки.

Также как источник информации широко используются электронные учебники и различные сайты как на договорной основе (смотри п. 6.3), так и находящиеся в свободном доступе.

6.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>.

2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ»: <https://biblio.asu.edu.ru>.

3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.

4. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека (НЭБ)» – Федеральная государственная информационная система, обеспечивающая создание единого российского электронного пространства знаний: <http://нэб.рф>.

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Офисная программа
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

В качестве форм **текущей** аттестации используются такие формы, как проверка домашних заданий, контрольные работы, устные опросы, коллоквиумы.

Промежуточный контроль имеет форму контрольной работы, в которой оценивается уровень овладения обучающимися знаниями по предмету.

В соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки успеваемости студентов во время последней контрольной недели семестра преподаватель подводит итоги работы каждого студента и объявляет результаты студентам. Однако если студент желает улучшить свой рейтинг по дисциплине, ему предоставляется право набрать дополнительные баллы – переписать контрольные работы, коллоквиум, пересдать тесты, выполнить дополнительные задания, участвовать в проекте и т.п.

Поскольку дисциплина преподается в течение одного семестра, для выставления итоговой оценки на экзамене выводится средний балл по дисциплине. В случае если средний балл составляет не менее 61, и студент согласен с итоговой оценкой, ему выставляется оценка согласно шкале перевода:

- до 59 баллов – «неудовлетворительно»;
- от 60 до 69 баллов – «удовлетворительно»;
- от 70 до 89 баллов – «хорошо»;
- от 90 до 100 баллов – «отлично».

Таблица 5.

Соответствие изучаемых разделов, результатов обучения и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение. Оптические методы исследования.	ПК-5	1. Вопросы для собеседования 2. Индивидуальные задания

2	Колебательная ИК спектроскопия	ПК-5	1. Вопросы для собеседования 2. Индивидуальные задания
3	Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия	ПК-5	1. Вопросы для собеседования 2. Индивидуальные задания
4	Структурные области ИК спектра.	ПК-5	1. Вопросы для собеседования 2. Индивидуальные задания
5	Основные характеристики нанообъектов. Инфракрасная спектроскопия наноструктурированных полупроводников и диэлектриков	ПК-5	1. Вопросы для собеседования 2. Индивидуальные задания

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

В случае несогласия студента с итоговой оценкой, ему предоставляется право сдавать экзамен, и оценка выставляется непосредственно по результатам экзамена.

Итоговый контроль (экзамен) проводится в устно-письменной форме. Экзамен включает письменную часть – ответ по экзаменационному билету. Устная часть экзамена оценивает полученные знания по дисциплине путем собеседования с преподавателем.

Средства ФОС – база индивидуальных заданий по всем темам дисциплины размещена на сайте <http://moodle.asu.edu.ru/>.

Таблица 6

Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументировано отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 7

Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, неспособен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Средства ФОС – база индивидуальных заданий по всем темам дисциплины размещена на сайте <http://moodle.asu.edu.ru/>, логином и паролем для доступа является номер зачетной книжки.

Приведем пример решения задачи:

Пример 1. Какую структуру имеет соединение C_3H_6O , ИК-спектр которого показан на рис. 1.8.

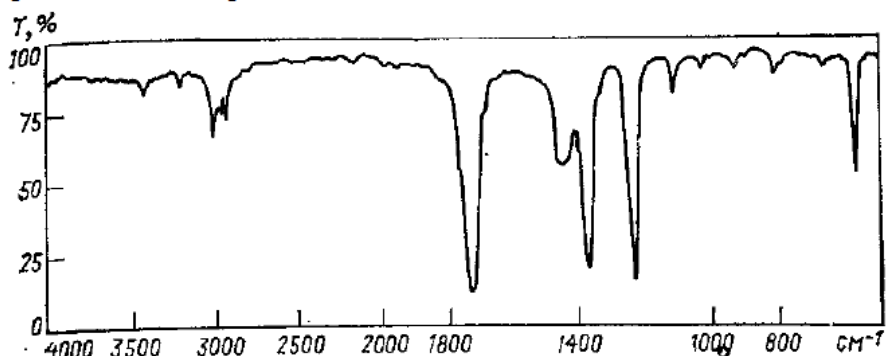


Рис. 1.8. ИК-спектр ацетона

Решение. Из приведенного спектра следует, что в соединении отсутствует гидроксильная группа и присутствует карбонильная группа, следовательно, соединение может иметь строение CH_3COCH_3 (ацетон) или CH_3CH_2CHO (пропиловый альдегид). Выбор между двумя этими структурами в пользу первой может быть произведен по следующим вспомогательным признакам: частота $\nu_{C=O}$ 1715 cm^{-1} соответствует ациклическому кетону; полоса $\nu_{C(O)H}$ альдегидов в области $2695 - 2830\text{ cm}^{-1}$ отсутствует.

Пример задач для самостоятельной работы

Задача 1.

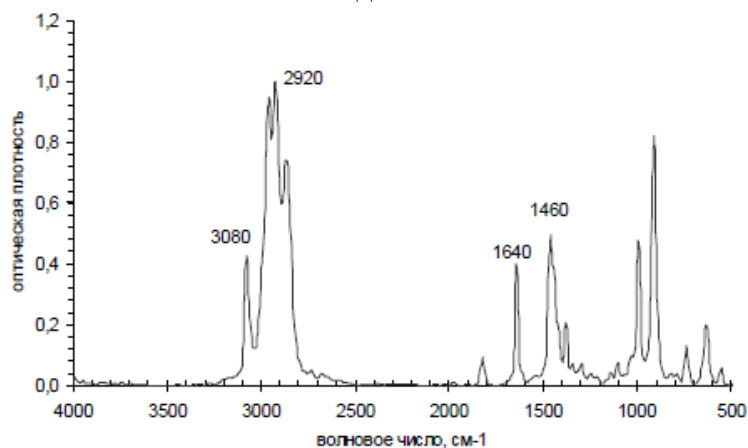
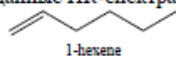


Рис. 1.14. Сопоставьте данные ИК-спектра со структурой 1-гексена



Задача 2.

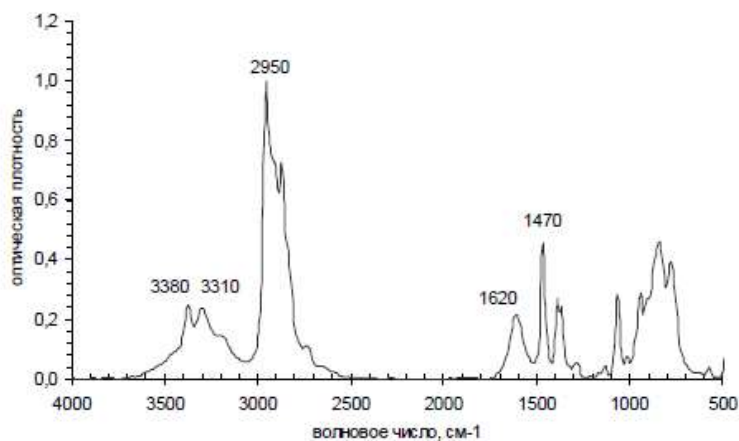
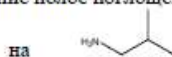


Рис. 1. 17. Произведите отнесение полос поглощения в ИК-спектре изобутиламина



Вопросы к зачету

1. Элементы симметрии и операции симметрии. Плоскость симметрии. Центр симметрии.
2. Ось симметрии (вращения) i -го порядка. Поворотно-зеркальная ось i -го порядка.
3. Колебания в двухатомных молекулах.
4. Колебания в многоатомных молекулах.
5. Характеристические частоты групп.
6. Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул: валентные и деформационные колебания,
7. характеристичность колебаний и ее физические причины,
8. факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности.
9. Аппаратура.
10. Приготовление образцов.
11. Колебания двухатомных молекул. Колебания многоатомных молекул. Характеристичность. Изотопный сдвиг. Симметрия колебаний.
12. Функциональный анализ, идентификация координационных соединений. Количественный анализ, установление состава, нахождение константы устойчивости комплексов.

Таблица 9.

Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-5. Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин				
1.	Задание закрытого типа	Чем сопровождается поглощение веществом ИК излучения? а) происходят изменения колебательных состояний, т. е. молекулы переходят на другие уровни энергии; б) сопровождается изменением энергии электронных оболочек атомов и молекул; в) сопровождается свечением вещества, возникающим при переходе молекул из	а	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		возбужденного состояния в основное; г) сопровождается ионизацией вещества.		
2.		Чем обусловлены проявления колебаний в ИК-спектрах? а) ионизацией вещества; б) изменением поляризуемости молекул (α); в) изменением дипольного момента (μ); в) изменением абсорбции.	в	1
3.		Укажите единицы измерения длины волны, частоты и волнового числа: а) ν [Гц]; λ [м]; $\bar{\nu}$ [см ⁻¹]; б) ν [Гц]; λ [см ⁻¹]; $\bar{\nu}$ [м]; в) ν [м]; λ [см ⁻¹]; $\bar{\nu}$ [Гц]; г) ν [см]; λ [Гц]; $\bar{\nu}$ [см ⁻¹].	а	1
4.		Какие растворители используются в ИК-спектроскопии? а) растворители, имеющие поглощение в исследуемой области спектра; б) любые растворители, в которых растворяется исследуемое вещество; в) используются вещества, не имеющие поглощения в исследуемой области спектра и не взаимодействующие с материалом кювет; г) ацетон, бензол, толуол.	в	1
5.		ИК – спектроскопия... а) основана на поглощении молекулами ИК – излучения; б) предполагает исследования молекулярных колебаний; в) позволяет исследовать O ₂ , N ₂ , H ₂ ; г) использует электромагнитные излучения видимого диапазона.	а, б	1
6.	Задание	Запишите математическое	б	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
	открытого типа	выражение закона Бера: а) $\Delta E = h \cdot \nu = h \cdot c / \lambda = h \cdot c \cdot \bar{\nu}$; б) $A = \epsilon \cdot C \cdot l$; в) $k = \epsilon \cdot C$; г) $T = I / I_0$.		
7.		Укажите единицы измерения абсорбции вещества: а) л/моль·см; б) безразмерная величина; в) %; г) моль/л.	б	1
8.		Какие типы переходов осуществляются в видимой и ультрафиолетовой области и почему? а) $\sigma \rightarrow \sigma^*$, т. к. для возбуждения электронов наиболее прочной σ -связи необходимы кванты света максимальной длины; б) практическое значение имеют переходы $\pi \rightarrow \pi^*$ и $n \rightarrow \pi^*$, поскольку только им соответствуют длины волн, попадающие в рабочий диапазон прибора; в) $n \rightarrow \sigma^*$ и $\pi \rightarrow \pi^*$; энергия переходов $n \rightarrow \sigma^*$ и $\pi \rightarrow \pi^*$ меньше, и, следовательно, длина волны света, возбуждающего такой переход, соответственно меньше; г) $\sigma \rightarrow \sigma^*$ и $n \rightarrow \sigma^*$, поскольку только им соответствуют длины волн, попадающие в рабочий диапазон прибора.	б	1
9.		Что называется спектром поглощения вещества? а) оптические характеристики веществ: абсорбция вещества, коэффициент ослабления и светопропускание, вычерченные в зависимости от длины волны, частоты или волнового числа; б) зависимость только коэффициента ослабления от	а	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		длины волны; в) зависимость абсорбции вещества (A) от концентрации (C); г) зависимость только светопропускания от волнового числа.		
10.		Какие агрегатные состояния исследуются методами колебательной спектроскопии? а) твердые вещества, растворы; б) газы, растворы, твердые вещества; в) твердые вещества, растворы, газы, аморфная фаза; г) твердые вещества, аморфная фаза.	а	1

Примерная тематика рефератов

1. Физические основы инфракрасной спектроскопии

- Рассмотрение принципов возникновения инфракрасных спектров, взаимосвязь спектров с внутримолекулярными движениями, квантовомеханическое обоснование.

2. Классификация инфракрасных спектрометров и принципы их работы

- Описание конструкции классических и современных ИК-спектрометров, сравнение способов регистрации спектра.

3. Исследование качественных характеристик веществ методом ИК-спектроскопии

- Идентификация неизвестных соединений, диагностика примесей и загрязнений, качественное распознавание функциональных групп.

4. Анализ количественного состава смеси с использованием ИК-спектроскопии

- Методы калибровки, расчета концентраций, ограничения и возможности количественного анализа.

5. Использование ИК-спектроскопии в медицине и биотехнологиях

- Возможности и перспективы применения метода для изучения биологических объектов, выявления патогенов, контроля качества препаратов.

6. ИК-спектроскопия в контроле качества продуктов питания и сельского хозяйства

- Использование метода для оценки свежести продукции, проверки подлинности пищевых добавок и напитков.

7. Исследования полимеров и композитов методом ИК-спектроскопии

- Анализ структуры, степени деструкции и старения полимеров, оптимизация рецептуры композитных материалов.

8. Определение структуры поверхностных слоев твердых тел с помощью ИК-спектроскопии

- Оценка адсорбционно-десорбционной активности поверхностей, мониторинг каталитических процессов.

9. Современные тенденции и проблемы развития ИК-спектроскопии

- Технологические новшества, развитие Фурье-спектроскопии, перспективные направления исследований.

10. Инфракрасная спектроскопия в судебной экспертизе и криминалистике

- Практическое применение метода для идентификации наркотиков, взрывчатых веществ, следов преступлений.

11. Особенности проведения исследований при низких температурах и в экстремальных условиях

- Специфические подходы и требования к проведению экспериментов в криогенных и агрессивных средах.

Реферат – это обзор и анализ литературы на выбранную тему. Недопустимо брать рефераты из Интернета. Необходимо, чтобы в реферате были освещены как теоретические положения выбранной Вами темы, так и приведены и проанализированы конкретные примеры. Структура реферата включает титульный лист; оглавление с указанием разделов и подразделов; введение, где необходимо указать актуальность проблемы, практическую значимость работы; литературный обзор по разделам и подразделам с анализом рассматриваемой проблемы; заключение с выводами; список используемой литературы. Желательное использование наглядного материала - таблицы, графики, рисунки и т.д.

1. ИК-спектроскопия в анализе органических и неорганических соединений.

2. Оптические методы анализа, их применение в аналитической практике.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Оценка достижений студентов строится на основе системы БАРС (Приказ ректора от 13.01.2014 г. № 08-01-01/08).

Максимальное количество баллов за работу

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий/баллы	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Основной блок				
1.	Коллоквиум	2/20	40	
2.	Тетрадь с лекциями	1/4	4	
3.	Контрольная работа	2/20	40	
4.	Тетрадь по практике	1/6	6	
	Всего		60	
Блок бонусов				

5.	Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий)		4	
6.	Активная работа на занятиях		4	
7.	Своевременное выполнение заданий		2	
	Всего		10	
Дополнительный блок				
8.	Экзамен			
Итого			100	

Система штрафов

Показатель	Баллы
Опоздание (два и более)	-2
Не готов к практическому занятию	-2
Нарушение дисциплины	-2
Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-2
Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-2
Не своевременное выполнение задания	-2
Нарушение техники безопасности	-1

При передаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:

- первая передача – 5 баллов
- вторая передача – 10 баллов

Формирование итоговой оценки по дисциплине с использованием балльно-рейтинговой системы основывается на следующих критериях.

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
Ниже 60		

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

На первом занятии студенты (в лице старосты группы) получают от преподавателя методические рекомендации по изучению курса, которые включают темы и содержания занятий, вопросы к двум запланированным коллоквиумам и список необходимой литературы.

а) Основная литература:

Основная литература

1. Аббасов, М. Г., Применение инфракрасной спектроскопии к органическим и неорганическим соединениям : учебник / М. Г. Аббасов. — Москва : Русайнс, 2022. — 465 с. — ISBN 978-5-4365-0630-2. — URL: <https://book.ru/book/942879> (дата обращения: 20.01.2023). — Текст : электронный.
2. Фадейкина, И. Н. ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье : учебное пособие / И. Н. Фадейкина, Н. А. Полотнянко. — Дубна : Государственный университет «Дубна»,

2021. — 66 с. — ISBN 978-5-89847-626-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/196911> (дата обращения: 20.01.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. [Ефимова А.И., Головань Л.А., Кашкаров П.К., Сенявин В.М.](https://e.lanbook.com/catalog/fizika/infkrasnaya-spektroskopiya-tverdotelnyh-sistem-ponizhennoj-razmernosti-72893537) Инфракрасная спектроскопия твердотельных систем пониженной размерности. <https://e.lanbook.com/catalog/fizika/infkrasnaya-spektroskopiya-tverdotelnyh-sistem-ponizhennoj-razmernosti-72893537>
4. Ефимова А.И., Зайцев В.Б., Болдырев Н.Ю., Кашкаров П.К. Оптика: инфракрасная фурье-спектрометрия. Серия "Авторский учебник". *ЮРАИТ Москва*, ISBN 978-5-534-11555-0, 2020, 143 с.
5. Ефимова А.И., Головань Л.А., Кашкаров П.К., Сенявин В.М., Тимошенко В.Ю. Инфракрасная спектроскопия твердотельных систем пониженной размерности. *Лань Санкт-Петербург*, ISBN 978-5-8114-2378-1, 2020, 246 с.

Дополнительная литература

6. Карпасюк В.К. Современные физические методы исследования материалов. - Астрахань: Издательство Астраханского педагогического института, 1994.
7. Кашкаров П.К., Тимошенко В.Ю.. Оптика твердого тела и низкоразмерных структур. М.: Пульс, 2008, 292 с.
8. Ефимова А.И., Зайцев В.Б., Болдырев Н.Ю., Кашкаров П.К. Инфракрасная фурье-спектрометрия: Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ, 2008, 133 с.
1. Накамото К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. М.: Мир. 1995. 510 с.
2. Стюард И.Г. Введение в фурье-оптику. М., Мир, 1985, 182 с.
3. Белл Р. Дж. Введение в фурье-спектроскопию. М., Мир, 1975, 380 с.
4. Малышев В.И. Введение в экспериментальную спектроскопию, М., Наука, 1979, 478 с.
5. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. М.: Высшая школа. 1989.
6. Козелкин В.В., Усольцев И.Ф. Основы инфракрасной техники: Учебник для техникумов. М., Машиностроение, 1985, 264 с.

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

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем».

<https://library.asu.edu.ru>

2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ».

<https://biblio.asu.edu.ru>

Учетная запись образовательного портала АГУ

(Регистрация в 905 аудитории. Пристрой)

Доступ с компьютеров сети АГУ

3. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований.

www.studentlibrary.ru

Регистрация с компьютеров АГУ

4. Электронная библиотечная система (ЭБС) издательства «Лань». Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Соглашение 15/2020 о сотрудничестве от 01.02.2020 г. (действует – с 01.02.2020г. – по 31.08.2020 г.).

www.e.lanbook.com.

Регистрация с компьютеров АГУ

5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru ООО «РУНЭБ» - крупнейший российский информационный портал. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии журналов. Доступ организован к 66 наименованиям журналов.

<http://elibrary.ru>

Регистрация с компьютеров АГУ

6. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС».

<http://dlib.eastview.com/>

Имя пользователя: AstrGU

Пароль: AstrGU

7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU Информационно - аналитическая система SCIENCE INDEX [организация]. Позволяет проводить анализ публикационного потока и цитируемости публикаций как на уровне всей организации в целом, так и на уровне ее отдельных подразделений (лабораторий, факультетов и т.д.) или сотрудников.

<http://elibrary.ru>

Регистрация с компьютеров АГУ

<http://mars.arbicon.ru>

9. ZNANIUM.COM <http://znanium.com/>. Одновременный и неограниченный доступ ко всем книгам, входящим в пакеты, в любое время, из любого места посредством сети Интернет

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Подготовлены мультимедийные презентации по каждой теме для лекционных занятий. В презентациях демонстрируются видеозаписи физических экспериментов, модели опытов, видео-задачи и компьютерные анимации для более глубокого осмысления теоретического материала курса.

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).