

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



_____ (Овчинников О.В.)

14.06.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.08 Инфракрасная спектроскопия

1. Код и наименование направления подготовки / специальности:

03.03.02 – Физика

2. Профиль подготовки / специализация: Физика медицинских, лазерных технологий и наноматериалов

3. Квалификация (степень) выпускника: высшее образование (бакалавр)

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы: Кондратенко Тамара Сергеевна, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 13.06.2024

отметки о продлении

8. Учебный год: 2027/2028

Семестр(ы): 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: углубление профессиональной компетенции студентов физического факультета, обучающихся по профилю бакалавриата "Физика лазерных и спектральных технологий" в области оптической инфракрасной спектроскопии молекулярных систем.

Курс "Инфракрасная спектроскопия" имеет своей целью формирование профессиональной компетенции студентов в области оптической инфракрасной спектроскопии молекулярных систем и наноструктур на основе обобщения теоретического материала базовых курсов данного профиля для решения практических задач исследования и анализа структурных свойств материалов.

Задачи учебной дисциплины:

- освоение принципов и подходов к интерпретации ИК молекулярных спектров;
- изучение ряда квантово-механических моделей, позволяющих производить интерпретацию колебательных спектров двух- и многоатомных молекул;
- подробно рассмотреть основы теории характеристичности применительно к проблеме интерпретации ИК спектров многоатомных молекул.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: вариативная часть Блока 1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК - 4	Способен проводить экспериментальную проверку выбранных технологических решений производства приборов и исследование параметров наноструктурных материалов спектральными методами	ПК-4.1	Организует и контролирует экспериментальные проверки разработанных технологических процессов, разрабатывает программы проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки технологических процессов	Знать: Методики экспериментальной проверки разработанных технологических процессов, разработки программы проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки технологических процессов Уметь: Организовать и осуществлять экспериментальные проверки разработанных технологических процессов, разрабатывать программы проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки технологических процессов Владеть: Подходами экспериментального контроля разработанных технологических процессов, к разработке программ проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки технологических

			процессов
		ПК-4.2	<p>Составляет перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов, уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники</p> <p>Знать: Перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов, подходы к уточнению и корректировке требований к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники</p> <p>Уметь: Составлять перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов, уточнять и корректировать требования к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники</p> <p>Владеть: Перечнем параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов, методиками уточнения и корректировки требований к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники</p>
		ПК-4.3	<p>Согласовывает технические требования к параметрам разрабатываемых изделий, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации</p> <p>Знать: способы согласования технических требований к параметрам разрабатываемых изделий, сроки выполнения этапов разработки, перечень и объем документации</p> <p>Уметь: Согласовывать технические требования к параметрам разрабатываемых изделий, сроки выполнения этапов разработки, перечень и объем документации</p> <p>Владеть: Приёмами согласования технических требований к параметрам разрабатываемых изделий, сроков выполнения этапов разработки, перечня и объема документации</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3 / 108

Форма промежуточной аттестации зачёт с оценкой

13 Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		4	
Аудиторные занятия	72	72	
в том числе:	лекции	36	36
	практические	-	-
	лабораторные	36	36
Самостоятельная работа	36	36	
Форма промежуточной аттестации	<i>зачёт с оценкой</i>		
Итого:	108	108	

13.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.	Введение	Введение. Возможности ИК спектроскопии молекул. Краткое изложение общего подхода к интерпретации молекулярных спектров. Формулировка квантово-механической задачи для молекулы. Выделение колебательной задачи.
2.	Подход к интерпретации колебательных спектров двух- и многоатомных молекул	Интерпретация колебательных спектров двухатомных молекул с помощью квантово-механических моделей. Модели гармонического и ангармонического осцилляторов. Потенциал Морзе.
3.	Колебательные спектры многоатомных молекул	Физическая основа интерпретации ИК колебательных спектров многоатомных молекул. Классические представления в теории колебательных спектров поглощения многоатомных молекул. Задача для колебаний системы связанных маятников. Приближение нормальных колебаний. Кинетическая и потенциальная энергия в задаче о колебаниях молекул. Ангармоничность в колебательном спектре многоатомных молекул. Квантово-механическая задача для колебаний сложных молекул. Интенсивность в колебательном ИК спектре поглощения. Правила отбора для колебательных спектров поглощения и комбинационного рассеяния многоатомных молекул. Квантовомеханическое рассмотрение вероятностей переходов и интенсивностей в колебательном ИК спектре поглощения.
4.	Основы практической ИК спектроскопии	Классификация нормальных колебаний по форме. Валентные и деформационные колебания. Понятие характеристичности в колебательном ИК спектре многоатомных молекул. Индивидуальность ИК спектров многоатомных молекул. Две основных задачи, связанные с применением характеристичности частот колебательных ИК спектров. Таблицы характеристических частот. Общая классификация межмолекулярных сил. Проявление водородной связи и протонирования в колебательном спектре многоатомных молекул.
2. Лабораторные работы		
5.	Качественный анализ по ИК спектрам многоатомных молекул	Определение структуры многоатомной молекулы по ИК спектру.
6.	Исследованию внутри- и межмолекулярных взаимодействий групп атомов	Определение групп, участвующих во взаимодействии при пассивации квантовых точек сульфидов металлов органическими лигандами.

13.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Наименование раздела	Виды занятий (часов)
---	----------------------	----------------------

п/п	дисциплины	Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1.	Введение	6	-	-	2	-	8
2.	Подход к интерпретации колебательных спектров двух- и многоатомных молекул	10	-	-	3	-	13
3.	Колебательные спектры многоатомных молекул	10	-	-	5	-	15
4.	Основы практической ИК спектроскопии	10	-	-	6	-	16
5.	Качественный анализ по ИК спектрам многоатомных молекул	-	-	16	10	-	26
6.	Исследованию внутри- и межмолекулярных взаимодействий групп атомов	-	-	20	10	-	30
	Итого	36	-	36	36	-	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- 1) Лекции. В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
- 2) Лабораторные занятия. При подготовке к лабораторным занятиям студентам рекомендуется: внимательно ознакомиться с тематикой лабораторной работы, прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект, в котором указать цель работы, оборудование, описание установки и методики измерения; проверить свои знания, отвечая на вопросы для самопроверки; если встретятся незнакомые термины, обязательно обратиться к словарю и зафиксировать их в тетради; при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.
- 3) Самостоятельная работа студента. Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- 4) Подготовка к аттестации. В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения практических работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

15. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Идентификация органических соединений физическими методами : учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Д.Ю. Вандышев и др.]. Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2020. 125, [1] с. : ил., табл.
2	Дятлов, В. А. Фурье ИК-спектроскопия многокомпонентных систем [Электронный ресурс] / Дятлов В. А., Серегина Т. С., Семикин В. В. Москва : РТУ МИРЭА, 2022. 79 с.
3	Физико-химические методы исследования материалов : учебно-методическое пособие : [16+] / В.В. Виноградов, А.В. Виноградов, М.И. Морозов и др. ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 74 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=566779

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Овчинников О. В. Теория, техника и практика инфракрасной спектроскопии органических молекул : учебное пособие / О.В. Овчинников, Т.С. Кондратенко, М.С. Смирнов ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. — 173 с. : ил., табл. — Библиограф.: с. 162-167. — ISBN 978-5-9273-2263-3. https://lib.vsu.ru/cgi-bin/zgate?present+14187+default+15+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus
5	Спектроскопия / Ю. Бёккер ; пер. с нем. Л.Н. Казанцевой под ред. А.А. Пупышева, М.В. Поляковой.— Москва : Техносфера, 2009. — 527 с.
6	Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия / М. А. Ельяшевич ; предисл. Л. А. Грибова. — Изд. 4-е, стер. — М. : URSS : КомКнига, 2007. — 415 с
7	Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия: в 5 т. / Т.Н. Плиев. - Владикавказ: Иростон, 2001. - Т. 1. - 2001. - 543 с.
8	Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия: в 5 т. / Т.Н. Плиев. - Владикавказ: Иростон, 2001. - Т. 2. - 2001. - 534 с.
9	Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия: в 5 т. / Т.Н. Плиев.— Владикавказ: Иростон, 2001. - Т. 3. — 2002. - 605 с.
10	Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия: в 5 т. / Т.Н. Плиев.— Владикавказ: Иростон, 2001. - Т. 4. - 2002. - 758 с.
11	Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия: в 5 т. / Т.Н. Плиев.— Владикавказ: Иростон, 2001. - Т. 5. - 2002. — 594 с.
12	Купцов, Альберт Харисович. Фурье-КР и Фурье- ИК спектры полимеров / А.Х. Купцов, Г.Н. Жижин. — М. : Физматлит, 2001. — 581 с.
13	Методы УВИ и ИК спектроскопии нанослоев / В.П. Толстой ; С.-Петербур. гос. ун-т. — СПб. : Изд - во С.-Петербур. ун-та, 1998. — 222 с.
14	Колебательная спектроскопия: Современные воззрения. Тенденции развития / Под ред. А. Барна, У. Орвилл-Томаса; Пер. с англ. М.Р. Алиева, А.В. Боброва, Я.М. Кимельфельда; Под ред. В.Т. Алексаняна. — М. : Мир, 1981. — 480 с.
15	Сайдов Г.В. Практическое руководство по молекулярной спектроскопии: учеб. пособие / отв. ред. Н. Г. Бахмишев; С.-Петербур. гос. ун-т. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1995. - 233 с.
16	Герцберг Г. Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул / Г. Герцберг. — М. : Мир, 1949. — 647 с.
17	Колебания молекул / М.В. Волькенштейн [и др.]. — М. : Наука, 1972. — 700 с.
18	Бахшиев Н.Г. Введение в молекулярную спектроскопию / Н.Г. Бахшиев. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1987. — 215 с.
19	Грибов Л.А. Введение в молекулярную спектроскопию / Л.А. Грибов - М. : Наука, 1976. — 399 с.
20	Бенуэлл К. Основы молекулярной спектроскопии / К.Бенуэлл. - М. : Мир, 1985. - 384 с.
21	Бахшиев Н.Г. Спектроскопия межмолекулярных взаимодействий / Н.Г. Бахшиев. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1987. — 215 с.
22	Рао Ч.Н.Р. Электронные спектры в химии / Ч.Н.Р. Рао - М. : Мир, 1964. - 264 с.
23	Смит А. Прикладная ИК спектроскопия / А. Смит. — М. : Изд-во иностр. лит., 1988. - 327 с.
24	Кросс А. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию / А. Кросс. - М. : Наука, 1961. — 110 с.
25	Сильверстейн Р. Спектроскопическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Г. Басслер, Т. Моррил. — М. : Изд-во иностр. лит., 1977. - 590 с.
26	Физико-химические методы исследования в органической и биологической химии / Т.Я. Паперно

	[и др.]. - М. : Наука, 1977. – 176 с.
27	Прикладная спектроскопия / под ред. Д. Кендалла – М. : Наука, 1970. – 376 с.
28	Бранд Дж. Применение спектроскопии в органической химии / Дж. Бранд, Г. Эглинтон. - М. : Наука, 1967. – 279 с.
29	Александров А.Н. О выборе нормалей и методах градуировки призмных инфракрасных спектров / А.Н. Александров, В.А. Никитин // Успехи физ. наук. - 1955.- Т.LVI, № 1. – С. 214-240.
30	Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений / К. Наканиси. - М.:Мир, 1965. – 215 с.
31	Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул / Л. Беллами. - М. : Изд-во иностр. лит., 1963. – 344 с.
32	Казицина Л.А. Применение УФ-, ИК- и ЯМР спектроскопии в органической химии / Л.А. Казицина, Н.Б. Куплетская. - М. : Наука, 1971. – 264 с.
33	Хигаси К. Квантовая органическая химия / К. Хигаси, Х. Баба, А. Рембаум. - М. : Изд-во иностр. лит., 1967. – 379 с.
34	Гурьянова Е.Н. Донорно-акцепторная связь / Е.Н. Гурьянова, И.П. Гольдштейн, И.П. Ромм. - М.: Химия, 1973. - 397с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
35	Поисковая система e-library.ru
36	Поисковая система google.ru
37	Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/
38	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека http://window.edu.ru/
39	Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/
40	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mexmat.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Овчинников О. В. Теория, техника и практика инфракрасной спектроскопии органических молекул : учебное пособие / О.В. Овчинников, Т.С. Кондратенко, М.С. Смирнов ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— 173 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 162-167 .— ISBN 978-5-9273-2263-3. https://lib.vsu.ru/cgi-bin/zgate?present+14187+default+15+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и лабораторные занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия:

1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса.
2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы.
3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах.
4. Заключение, формулировка выводов.
5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Организационная структура лабораторного занятия:

1. Формулировка темы и теоретическое изучение материала лабораторной работы.
2. Проверка готовности студентов к занятию - их теоретическая готовность к выполнению работы.
3. Основная часть занятия, где студенты выполняют лабораторную работу, а контроль их исполнения (полнота и качество) и помощь осуществляет преподаватель.
4. Заключительная часть - подведение преподавателем итогов занятия, получение студентами заданий на самостоятельную работу.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде самостоятельных и контрольных работ, докладов и рефератов).

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

1	Поисковая система e-library.ru
2	Поисковая система google.ru
3	Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека http://window.edu.ru/
5	Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/
6	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mexmat.ru

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (ауд. 428): специализированная мебель, ноутбук, мультимедиа-проектор, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ», 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, этаж – 4, пом. 126

Учебная аудитория (ауд. 130): специализированная мебель, спектрометр Tensor 37, стационарный компьютер с программным обеспечением спектрометра OPUS 7.0, малахитовая ступка с венчиком, специализированные растворители, 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, этаж – 3, пом. 136

Учебная аудитория (ауд. 129): специализированная мебель 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, этаж – 1, пом. 141

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

19. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение.	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Домашние (самостоятельные) задания для контроля освоения дисциплины
2.	Подход к интерпретации колебательных спектров двух- и многоатомных молекул.	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Домашние (самостоятельные) задания для контроля освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
3.	Колебательные спектры многоатомных молекул.	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Домашние (самостоятельные) задания для контроля освоения дисциплины
4.	Основы практической ИК спектроскопии	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Домашние (самостоятельные) задания для контроля освоения дисциплины
5.	Качественный анализ по ИК спектрам многоатомных молекул	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Домашние (самостоятельные) задания для контроля освоения дисциплины Отчет по лабораторной работе
6.	Исследованию внутри- и межмолекулярных взаимодействий групп атомов	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Домашние (самостоятельные) задания для контроля освоения дисциплины Отчет по лабораторной работе
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Комплект КИМ (М (Тест + практические задания))

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос). Критерии оценивания приведены ниже. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

Для оценивания результатов обучения на зачете учитываются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами волновых явлений;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными современных научных исследований в оптике;
- 4) умение применять основные законы и анализировать результаты наблюдений и экспериментов
- 5) владение понятийным аппаратом и умение применять теоретические знания для решения практических задач .

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Посещаемость лекционных занятий. Проверка преподавателем конспектов по пройденному материалу. Домашние (самостоятельные) задания для контроля освоения дисциплины.

2. Выполнение лабораторной работы (выполнение и оформление лабораторной работы). Отчет по лабораторной работе (устный опрос по контрольным вопросам к лабораторной работе).

Домашние (самостоятельные) задания формулируются преподавателем по окончании занятия для закрепления обучающимся пройденного материала (содержит перечень задач для выполнения / вопросов) или подготовке к последующим занятиям. На дальнейшем соответствующем занятии преподаватель осуществляет полную/выборочную проверку выполнения обучающимися домашних (самостоятельных) заданий. Полная проверка проводится в форме тестирования с ограничением по времени. Выборочная проверка осуществляется по средствам устного опроса выборочного количества студентов. В случае невыполнения обучающимся домашнего (самостоятельного) задания преподаватель не оценивает работу обучающегося на текущем занятии выше 2 баллов (положительная оценка (3/4/5) может быть выставлена по результатам выполнения индивидуального задания). Типовые задания теста и вопросы для проведения опроса представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

Лабораторные работы включают в себя выполнение и представление отчета по лабораторной работе. Ее выполнение оценивается в два этапа:

- 1) выполнение и оформление лабораторной работы;
- 2) защита лабораторной работы (обсуждение практических заданий и полученных результатов, устный опрос по контрольным вопросам к лабораторной работе).

Критерии оценивания лабораторной работы:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Все пункты лабораторной работы выполнены верно, оформлены в соответствии с требованиями, указанными преподавателем, сделаны выводы. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области современной физики.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Все пункты лабораторной работы выполнены верно, оформлены с незначительными нарушениями требований, указанных преподавателем, сделаны выводы. Недостаточно продемонстрировано теоретических основ дисциплины.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Пункты лабораторной работы выполнены частично верно, оформлены с нарушением требований, указанных преподавателем, сделаны выводы. Имеет не полное представление о теоретических основах, допускает существенные ошибки.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Пункты лабораторной работы не выполнены или выполнены неверно, оформлены с нарушением требований, указанных преподавателем, выводы не сделаны или не полные по содержанию. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

20.2. Промежуточная аттестация

Для оценивания результатов обучения на зачёте используются следующие показатели:

1. знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины;
2. умение связывать теорию с практикой;
3. умение описывать основные характеристики, методики контроля и параметры фотоприёмников;
4. владение знаниями о технологическом процессе проектирования устройств фотоники, включая основные термины и определения жизненного цикла изделия, представления о разработке технологического маршрута и операционной карты;
5. умение читать чертежи и анализировать технические условия, составлять маршрутные и операционные карты технологического процесса конструирования изделия фотоники, используя соответствующую конструкторскую документацию и навыки работы с ГОСТами.

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в 2 последовательных этапа:

- 1) тест;
- 2) устный опрос, с применением контрольно-измерительных материалов в форме билетов, содержащих по два вопроса к зачету из следующего перечня:
 1. Возможности ИК спектроскопии молекул. Краткое изложение общего подхода к интерпретации молекулярных спектров.
 2. Интерпретация колебательных спектров двухатомных молекул с помощью квантово-механических моделей.
 3. Две основных задачи, связанные с применением характеристичности частот колебательных ИК спектров.
 4. Модели гармонического и ангармонического осцилляторов. Потенциал Морзе.
 5. Понятие характеристичности в колебательном ИК спектре многоатомных молекул. Индивидуальность ИК спектров многоатомных молекул.
 6. Физическая основа интерпретации ИК колебательных спектров многоатомных молекул.
 7. Классификация нормальных колебаний по форме. Валентные и деформационные колебания.
 8. Классические представления в теории колебательных спектров поглощения многоатомных молекул. Задача для колебаний системы связанных маятников.
 9. Квантовомеханическое рассмотрение вероятностей переходов и интенсивностей в колебательном ИК спектре поглощения.
 10. Приближение нормальных колебаний. Кинетическая и потенциальная энергия в задаче о колебаниях молекул.
 11. Правила отбора для колебательных спектров поглощения и комбинационного рассеяния многоатомных молекул.
 12. Ангармоничность в колебательном спектре многоатомных молекул.
 13. Проявление водородной связи и протонирования в колебательном спектре многоатомных молекул.
 14. Квантово-механическая задача для колебаний сложных молекул.
 15. Таблицы характеристических частот. Общая классификация межмолекулярных сил.
 16. Интенсивность в колебательном ИК спектре поглощения. Правила отбора для колебательных спектров поглощения и комбинационного рассеяния многоатомных молекул.
 17. Две основных задачи, связанные с применением характеристичности частот колебательных ИК спектров.
 18. Проявление водородной связи и протонирования в колебательном спектре многоатомных молекул.
 19. Формулировка квантово-механической задачи для молекулы. Выделение колебательной задачи.
 20. Таблицы характеристических частот. Общая классификация межмолекулярных сил.

Верно выполнив тест, обучающийся получает КИМ, готовит ответы на вопросы КИМа и отвечает преподавателю.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p><i>Посещение лекционных и практических занятий.</i></p> <p><i>Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время экзамена. Ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области современной физики.</i></p>	Повышенный уровень	Отлично
<p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано теоретических основ дисциплины.</i></p>	Базовый уровень	Хорошо
<p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Имеет не полное представление о теоретических основах, допускает существенные ошибки.</i></p>	Пороговый уровень	Удовлетворительно
<p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует выше перечисленным показателям. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i></p>	–	Неудовлетворительно

Приложение 1
Типовые тестовые задания

Вопрос 1. 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?

Вопрос 2. Число нормальных колебаний для линейных молекул определяется формулой

- а) $2I+1$;
- б) $2I-1$;
- в) $3N-6$;
- г) $2\Sigma I + 1$;
- д) $3N-5$?

Вопрос 3. Число нормальных колебаний для нелинейных молекул определяется формулой

- а) $2I+ 1$;
- б) $2I-1$;
- в) $3N-6$;
- г) $2\Sigma I+1$;
- д) $3N-5$

Вопрос 4. Сколько колебательных степеней свободы у молекулы O_2 ?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

Вопрос 5. Сколько колебательных степеней свободы у молекулы H_2O ?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

Вопрос 6. Сколько колебательных степеней свободы у молекулы CO_2 ?

- 1. 2,
- 2. 4,

3. 6.

Вопрос 7. Валентные колебания – это

- а) колебания с изменением угла связи;
- б) колебания с одинаковой энергией;
- в) растяжение или сжатие атомов вдоль связи;
- г) колебания ОН-группы?

Вопрос 8. Деформационные колебания – это

- а) колебания с изменением угла связи;
- б) колебания с одинаковой энергией;
- в) растяжение или сжатие атомов вдоль связи;
- г) колебания ОН-группы?

Вопрос 9. Что такое область «отпечатка пальцев»?

- а) область выше 3000 см^{-1} , в которой расположены преимущественно частоты колебаний гидроксигрупп;
- б) область ниже 1300 см^{-1} , поглощение в которой является индивидуальной характеристикой каждого соединения;
- в) область $2400 - 1500\text{ см}^{-1}$, «бедная» на сигнал.

Вопрос 10. Какой диапазон частот соответствует «водородной области»?

- а) область выше 3000 см^{-1} ;
- б) область ниже 1300 см^{-1} ;
- в) область $2400 - 1500\text{ см}^{-1}$;
- г) область ниже 700 см^{-1} .

Вопрос 11. Положение полосы поглощения в ИК спектре характеризует

- а) вероятность перехода;
- б) энергию перехода;
- в) концентрацию магнитно-эквивалентных ядер;
- г) концентрацию неспаренных электронов?

Вопрос 12. Интенсивность полосы поглощения в ИК спектре характеризует

- а) концентрацию магнитно-эквивалентных ядер;
- б) дипольный момент молекулы;
- в) энергию перехода;
- г) вероятность перехода;

д) магнитный момент ядра?

Вопрос 13. Для записи ИК спектров растворов в области 400-4000 см⁻¹ обычно используют кюветы из

- а) кварца;
- б) стекла;
- в) бромида калия?
- г) полиэтилена?

Вопрос 14. ИК спектр поглощения вещества обычно записывается в координатах

- а) оптическая плотность - длина волны;
- б) пропускание - волновое число;
- в) концентрация - волновое число;
- г) оптическая плотность – частота?

Вопрос 15. Область валентных колебаний ОН групп, свободных от взаимодействия?

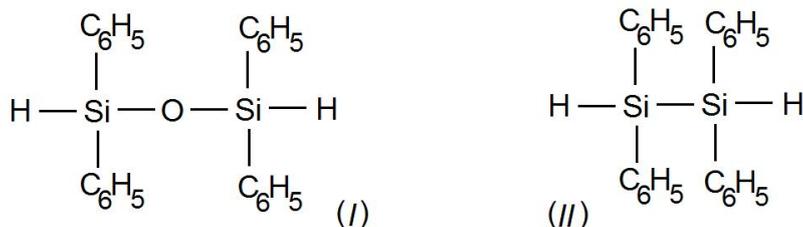
- а) 2200-2400 см⁻¹;
- б) 3400-3600см⁻¹;
- в) 3200-3400 см⁻¹;
- г) 2700-2900 см⁻¹.

Задания с ответом

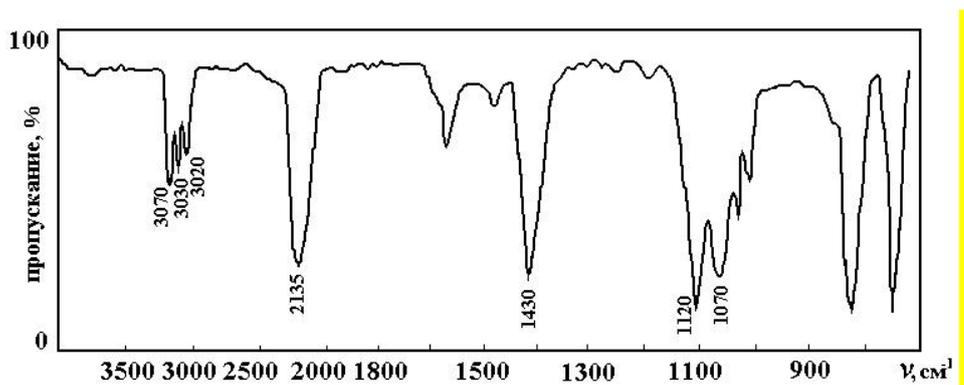
Вопрос 1. Используя таблицы характеристических частот, установить, какой формуле отвечает соединение, если в ИК спектре найдена частота 1280 см⁻¹ и отсутствует поглощение в области 600-800 см⁻¹:



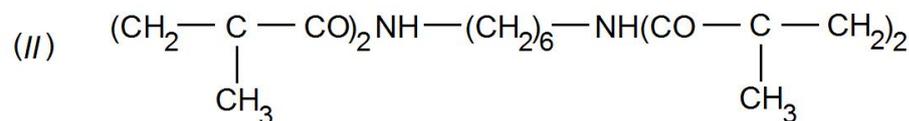
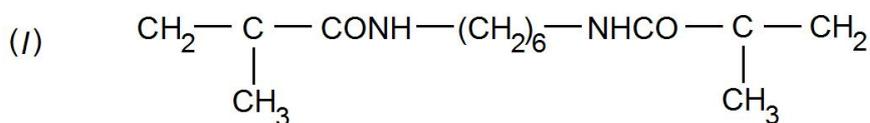
Вопрос 2. Используя таблицы характеристических частот, найти, какое строение имеет кремний-органическое соединение



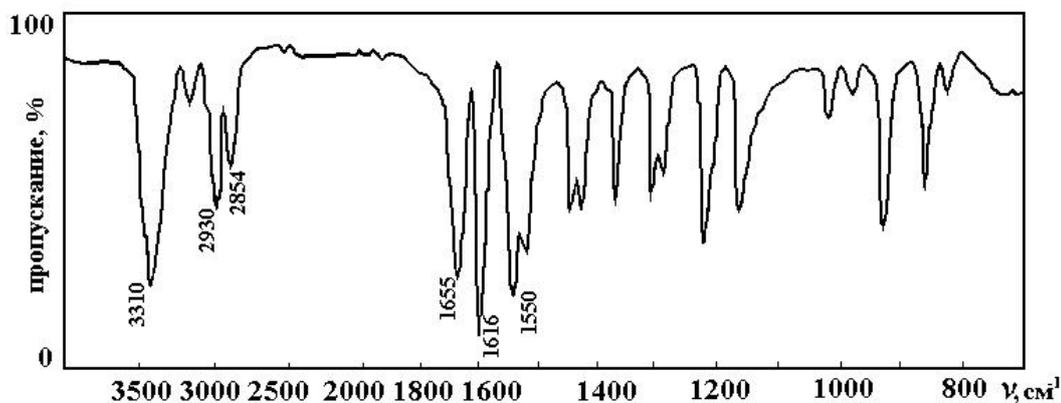
если ему соответствует спектр, приведенный на рисунке



Вопрос 3. При реакции гексаметилендиамина с метакриловой кислотой выделены продукты:

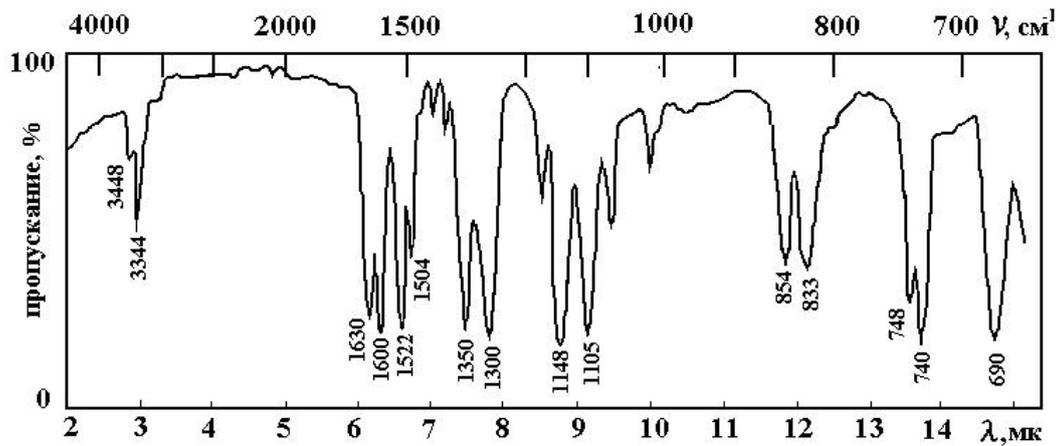
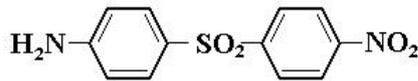


Используя таблицы характеристических частот, установить какому из этих продуктов соответствует приведенный на рисунке спектр:



Вопрос 4. В ИК спектре вещества найдены широкая полоса в области 3000 см⁻¹ и полосы при 2970, 2930, 2895, 2870, 1705 см⁻¹. Используя таблицы характеристических частот, установить какому соединению отвечает спектр: CH₃CH(OH)CH₂COCH₃ или CH₃CH₂COOCH₃?

Вопрос 5. Сопоставьте полосы поглощения (рисунок) соединения в пластинке из KBr, имеющего структуру, используя таблицы характеристических частот.



Вопрос 6. Используя таблицы характеристических частот, установить какие кислород-, азотсодержащие группы имеются в соединении $C_3H_7O_2N$, ИК спектра жидкой пленки которого приведен на рисунке:

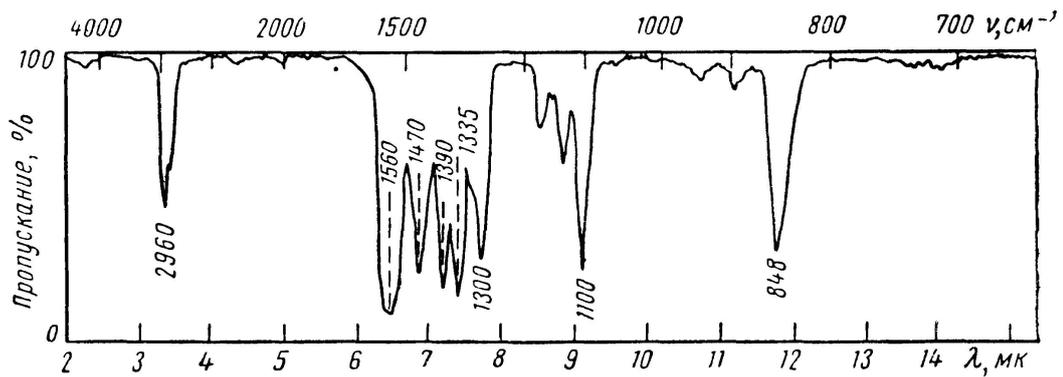
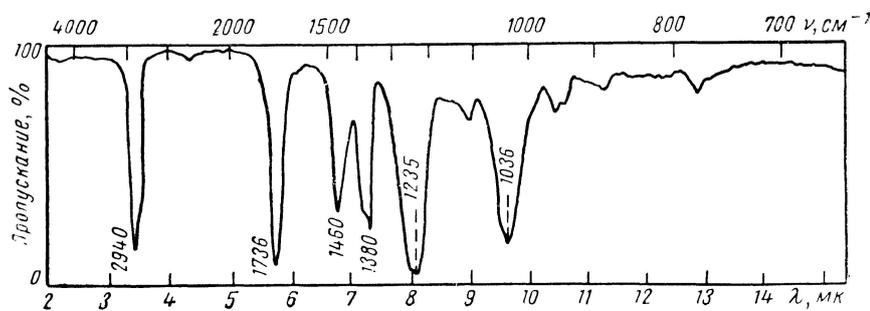


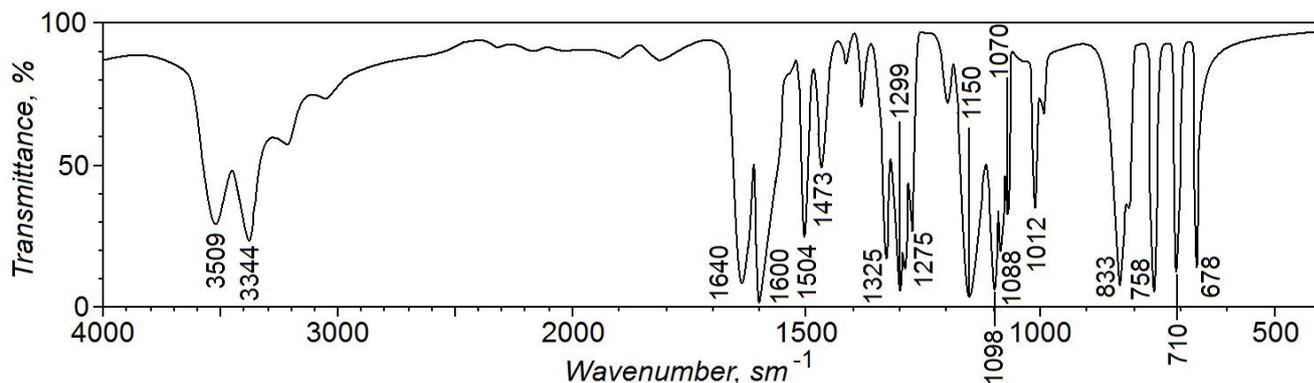
Рис. II.6

Вопрос 7. Используя таблицы характеристических частот, установить в какие функциональные группы входят атомы кислорода в соединении с брутто-формулой $C_8H_{16}O_2$?

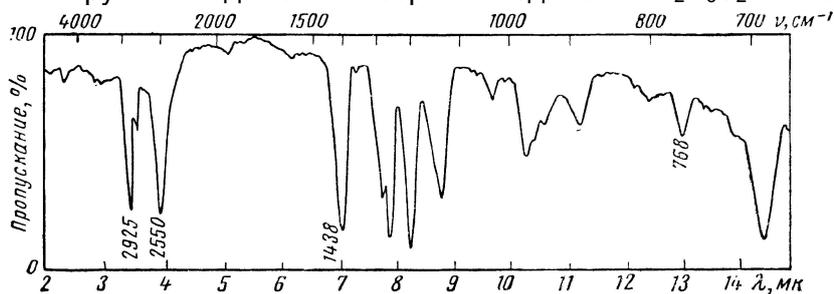


Вопрос 8. Используя таблицы характеристических частот, установить какие кислород-, азот и серосодержащие группы имеются в соединении $C_{12}H_{10}ClNO_2S$, ИК спектра жидкой

пленки которого приведен на рисунке:



Вопрос 9. Используя таблицы характеристических частот, установить в какие функциональные группы входят атомы серы в соединении $\text{C}_2\text{H}_6\text{S}_2$? ИК спектры представлены



на рисунке.

Вопрос 10. Используя таблицы характеристических частот, установить в какие функциональные группы входят атомы азота в соединении $\text{C}_6\text{H}_9\text{N}_3$, спектр которого представлен на рисунке?

