

Белорусский государственный университет

**СПЕКТРОСКОПИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ
И КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР.
ОПТОЭЛЕКТРОНИКА.
СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей
1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий**

Минск 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. **Введение в спектроскопию молекулярных и кристаллических структур.** Вопросы, решаемые молекулярной спектроскопией. Виды спектральных молекул. Обоснование видов спектров. Спектры вращательные, колебательные и электронные их области применение. Вероятности оптических переходов. Ширина линий. Соотношение неопределенности. Вероятностный метод расчета интенсивности линий

2. **Вращательные спектры изолированных молекул.** Вращение двухатомной и многоатомной молекулы. Переходы между вращательными уровнями для молекулы как жесткого волчка ИК и КР спектра вращений молекулы. Применение спектров. Вращение многоатомной молекулы как симметричного волчка. Вращательные ИК и спектры КР

3. **Колебательные спектры изолированных молекул и их комплексов.** Колебания двухатомной молекулы. Спектр молекулы. Гармоническое и ангармоническое приближение. Энергия диссоциации молекул.

4. **Многоатомная молекула и ее элементы симметрии.** Теоретико-групповое рассмотрение. Характеристические колебания молекул и их использование для характеристики комплексов. Изменение колебаний при объединении молекул в комплекс (нанокластер). Использование характеристических частот для характеристики кластеров

5. **Электронно-колебательные спектры изолированных молекул и их нанокластеров.** Электронно-колебательные спектры двухатомной молекулы. Принцип Франка-Кондона для двухатомной молекулы. Обозначения электронных состояний.

6. **Химические связи в многоатомной молекуле.** Систематика электронных состояний многоатомной молекулы. Спектры сплошные, полосатые и дискретные. Типы и систематика электронных переходов в многоатомных молекулах. Электронные спектры красителей

7. **Получение нанокластеров при j - спектроскопии.** Электронно-колебательные спектры изолированных молекул и их нанокластеров. Влияние температуры на структуру спектров.

8. **Электронные спектры молекулярных кристаллов.** Объединение молекул в кристалл и появление кристаллических полос поглощения. Экситонные состояния в кристаллах. Экситоны Френкеля. Экситонные спектры поглощения. Влияние температуры на спектры поглощения. Поляризация полос поглощения. Эффект Давыдова. Анализ спектров электронного поглощения молекулярных кристаллов при различных температурах. Электронные спектры нанокластеров на основе полупроводниковых кристаллов. Электронные спектры поглощения полупроводников. Возникновение экситонных состояний. Экситон Ванье-Мотта. Спектры люминесценции полупроводниковых кристаллов. Квантовые состояния носителей заряда в полупроводниковых наночастицах на примере Cd/ZnS.

9. **Введение. Классификация оптоэлектронных приборов. Физические эффекты в оптоэлектронике.** Классификация оптоэлектронных приборов. Основные достоинства и недостатки оптоэлектронных приборов. Физические эффекты, лежащие в основе оптоэлектронных устройств: электрооптический, акустопотический, пироэлектрический, магнитооптический, нелинейные оптические эффекты, спонтанное и вынужденное рамановское рассеяние, внутренний фотоэффект, фотоЭДС, фотодиффузионный эффект, хромизм, барьерный фотовольтаический эффект.

10. **Излучатели. Светодиоды и лазеры.** Требования к излучателям в оптоэлектронике. Основные характеристики излучателей. Переходы в различных гомо- и гетероструктурах. Светодиоды. Полупроводниковые инжекционные лазеры. Неинжекционные лазеры. Тенденции развития излучателей.

11. **Фотоприемники.** Общая характеристика фотоприемников. Кремниевые p-i-n-фотодиоды, лавинные фотодиоды. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью. КМОП. Сравнение ПЗС и КМОП. Разновидности фотоприемников. Фотодиод с p-n-переходом и барьером Шотки. Гетерофотодиоды. МДП-фотодиоды. Фототранзистор. Фототиристор. Фоторезистор.

12. **Многоэлементные фотоприемники.** Тепловидение. Микроболометры и ферроэлектрики. Фотоприемники ИК-диапазона. Сканистор. Мишень кремникона. Солнечные батареи.

13. **ФЭУ.** Назначение, основные параметры и характеристики ФЭУ. Конструкция ФЭУ: катодные камеры, оптические методы усиления чувствительности. Классификация умножительных систем. Пороговая чувствительность и шумы. Временные параметры и характеристики. Температурные характеристики. Амплитудное разрешение. Стабильность работы и долговечность.

14. **Оптоэлектронные приборы.** Оптопары. Интегральная оптика. Оптоэлектронные датчики. Оптические связи в мощных электронных приборах. Оптоэлектронные средства отображения информации.

15. **Оптоэлектронные системы.** Волоконно-оптические линии связи. Распространение оптического сигнала по волноводу. Техническая реализация и общая характеристика ВОЛС. Оптическая вычислительная техника. Управляемые оптические транспаранты. Оптическая память. Оптические процессоры.

16. **Оптоэлектронные средства отображения информации.** Экраны – ЖК со светодиодной подсветкой, плазма, электронные чернила. Знакосинтезирующие индикаторы.

17. **Системы дистанционного зондирования Земли видимого и ИК диапазонов.** Лидары. Принципы работы систем ДЗЗ, Структура систем. Фотоприемники для систем ДЗЗ. Лазеры для лидаров. Общая структура спутников ДЗЗ.

18. **Современные спектрометры для атомного и молекулярного анализа.** Структура спектрометров. Выбор фотоприемников. Источники возбуждения спектров. Применение мощных оптоэлектронных приборов в источниках возбуждения спектров. Спектрометры вакуумного УФ диапазона.

19. **Системы регистрации быстропротекающих процессов на вакуумных и полупроводниковых фотоприемниках.** Старт-стоповый метод регистрации. Стробоскопический метод регистрации. Прямая регистрация сигналов быстродействующих фотоприемников.

20.

Перечень основной литературы

1. К. Бенуэлл. Основы молекулярной спектроскопии. Изд. "Мир". М, 1985

2. М.А. Ельяшевич. Атомная и молекулярная спектроскопия. ИФМЛ, 1962

3. М.В. Волькенштейн, Л.А. Грибов, М.А. Ельяшевич, Б.И. Степанов. Колебания молекул. Изд. "Наука", М, 1972

4. Н.Б. Барковский, А.И. Комяк, Д.С. Умрейко. Симметричные представления в спектроскопии молекул. Минск, Изд. "Университетское", 1986

5. А.И. Комяк. Молекулярная спектроскопия. Мн., Изд. БГУ, 2005

6. Ю.Р. Носов. Оптоэлектроника. М.: Радио и связь, 1989. – 360 с.

7. О.Н. Ермаков. Прикладная оптоэлектроника. М.: Техносфера, 2004. – 416 с.

8. Э. Розенштер, Б. Винтер. Оптоэлектроника. М.: Техносфера, 2004. – 592 с.

9. Т. Тамир. Волноводная оптоэлектроника. М.: Мир, 1991, - 575 с.

10. С. Гондо, Д.Сэко. Оптоэлектроника в вопросах и ответах. Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 184 с.

Перечень дополнительной литературы

1. А.А.Мальцев. Молекулярная спектроскопия. М. Изд. МГУ, 1980

2. Г.Герцберг. Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул. М. Изд.-во Иностранная литература", 1949

3. К.Накамото. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. Изд -во "Мир". М., 1966

4. А.Г. Берковский, В.А. Гаванин, И.Н. Зайдель. Вакуумные фотоэлектронные приборы. М.: Радио и связь, 1988. – 272 с.

5. Дж.М. Мартинес-Дуарт, Р.Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники. М.: Техносфера, 2009. – 368 с.
6. Ф. Капасо и др. Техника оптической связи: Фотоприемники. М.: Мир, 1989. – 526 с.
7. Р. Фриман. Волоконно-оптические системы связи. М.: Техносфера, 2003. – 315 с.
8. Л.С. Шарупич, Н.М. Тугов. Оптоэлектроника. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 256 с.

**Перечень используемых средств диагностики результатов
Перечень используемых средств диагностики
результатов учебной деятельности**

1. Реферативные работы.
2. Контрольные работы.
3. Устные опросы.

Примерный перечень заданий УСР

1. Характеристические колебания молекул и их использование для характеристики комплексов.
2. Электронные спектры нанокластеров на основе полупроводниковых кристаллов.
3. Оптоэлектронные средства отображения информации.
4. Оптоэлектронные системы.
5. Системы дистанционного зондирования Земли.
6. Системы регистрации быстропротекающих процессов.

Мероприятия для контроля управляемой самостоятельной работой

Для контроля УСР используются контрольные работы и проверки рефератов.

Примерный перечень тем контрольных работ

1. Виды движения в свободной молекуле. Формирование спектра молекулы.
2. Вращательные спектры свободной молекулы. Правила отбора в спектре.
3. Колебание свободной двухатомной молекулы.
4. Колебания многоатомной молекулы в классической механике. Симметрия колебаний.
5. Правила отбора по симметрии на примере молекулы бензола.
6. Точечные группы симметрии для многоатомных молекул.

7. Характеристические колебания в многоатомных молекулах.
8. Электронно-колебательные спектры двухатомных молекул. Принцип Франка-Кондона.
9. Электронно-колебательные спектры многоатомных молекул. Правила отбора в электронно-колебательных спектрах.
10. Ассоциация молекул. Образование кластеров. Электронные спектры кластеров.
11. Электронные спектры молекулярных кристаллов. Образование экситонов.
12. Экситон-фотонные взаимодействия в молекулярных кристаллах.
13. Электронные спектры полупроводниковых кристаллов. Экситон Ванье-Мотта.
14. Полупроводниковые наночастицы. Получение и их электронные спектры.

Перечень тем реферативных работ

1. Нобелевская премия Ж. Алферава.
2. Нобелевская премия за создание синих светодиодов.
3. Тепловизоры.
4. Солнечные батареи: материалы, принцип работы, основные параметры, перспективы развития.
5. Современные оптоэлектронные датчики.
6. Различные виды экранов.
7. Оптоэлектронные интегральные схемы.
8. Спутники дистанционного зондирования Земли.