ПрИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

 ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Микро- и наноэлектроника»

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

по дисциплине

**Б1.В.ДВ.06.02 «Интеллектуальные адаптивные материалы»**

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) подготовки

Микро- и наноэлектроника

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

ПК-1.1 - проводит моделирование и исследования функциональных, статических, ди-намических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

ПК-2.1 - анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях и самостоятельных работах. При оценивании результатов освоения практических занятий и самостоятельной работы применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество практических работ и их тематика определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой. Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленными для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением теоретического зачета. Форма проведения зачета – устный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. В процессе подготовки к устному ответу экзаменуемый должен составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки, схемы и т.п.

Паспорт оценочных материалов по дисциплине (модулю)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Контролируемые разделы (темы) дисциплины**  | **Код контролируемой компетенции** **(или её части)** | **Вид, метод, форма****оценочного****мероприятия** |
|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Классификация интеллектуальных адаптивных материалов | ПК-1.1, ПК-2.1 | практические занятия, зачет |
| 2 | Активные диэлектрики | ПК-1.1, ПК-2.1 | практические занятия, зачет |
| 3 | Магнитные материалы | ПК-1.1, ПК-2.1 | практические занятия, зачет |
| 4 | Жидкости | ПК-1.1, ПК-2.1 | практические занятия, зачет |
| 5 | Неупорядоченные материалы | ПК-1.1, ПК-2.1 | практические занятия, зачет |
| 6 | Биополимеры и живая материя | ПК-1.1, ПК-2.1 | практические занятия, зачет |
| 7 | Наноматериалы и нанотехнологии | ПК-1.1, ПК-2.1 | практические занятия, зачет |

**Формы текущего контроля**

Текущий контроль по дисциплине «Интеллектуальные адаптивные материалы» проводится в виде экспресс – опросов и заданий по отдельным темам дисциплины, проверки заданий, выполняемых самостоятельно и на практических занятиях. Учебные пособия по дисциплине «Интеллектуальные адаптивные материалы», рекомендуемые для самостоятельной работы обучающихся, содержат необходимый теоретический материал и вопросы по каждому из разделов дисциплины. Результаты ответов на вопросы экспресс – опросов контролируются преподавателем.

**Формы промежуточного контроля**

Формой промежуточного контроля по дисциплине является теоретический зачет. К зачету допускаются обучающиеся, полностью выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом и настоящей программой. Форма проведения зачета – устный ответ, по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины.

**Критерии оценки компетенций обучающихся и шкалы оценивания**

Формирование у обучающихся во время обучения в семестре указанных выше компетенций на этапах практических занятий, а также самостоятельной работы оценивается по критериям шкалы оценок: «зачтено» – «не зачтено». Освоение материала дисциплины и контролируемых компетенций обучающегося служит основанием для допуска обучающегося к этапу промежуточной аттестации – теоретическому зачету.

Целью проведения промежуточной аттестации (зачета) является проверка общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретенных студентом при изучении дисциплины «Интеллектуальные адаптивные материалы».

Уровень теоретической подготовки определяется составом приобретенных компетенций, усвоенных им теоретических знаний и методов, а также умением осознанно, эффективно использовать их при решении задач целенаправленного применения интеллектуальных адаптивных материалов для изделий современной электроники.

Теоретический зачет организуется и осуществляется, как правило, в форме собеседования. Средством, определяющим содержание собеседования студента с экзаменатором, являются экзаменационный билет, содержание которого определяется ОПОП и Рабочей программой. Экзаменационный билет включает в себя, как правило, два вопроса, один из которых относятся к указанным выше теоретическим разделам дисциплины и один – практическому применению неупорядоченных полупроводников в электронной технике.

Оценке на заключительной стадии теоретического зачета подвергаются устные ответы экзаменующегося на вопросы экзаменационного билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора по критериям шкалы оценок: «зачтено» – «не зачтено».

Применяются следующие критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень усвоения материала, предусмотренного программой;

- умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи;

- полнота, аргументированность, убежденность ответов на вопросы;

- качество ответа (общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция);

- использование дополнительной литературы при подготовке к этапу промежуточной аттестации.

К оценке уровня знаний и практических умений и навыков рекомендуется предъявлять следующие общие требования.

Оценка **«Зачтено»** выставляется обучающемуся, который показывает полные или достаточно полные и твёрдые знания программного материала дисциплины, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов); правильно, аргументировано отвечает на все вопросы, с приведением примеров; владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данной дисциплины, других изучаемых предметов; делает несущественные ошибки в ответах на дополнительные вопросы.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной работы, систематическая активная работа на практических занятиях.

Оценка **«Не зачтено»** выставляется обучающемуся, который демонстрирует отсутствие знаний значительной части программного материала дисциплины (не справился с 50% вопросов и заданий при ответе на вопросы билета), в ответах на дополнительные вопросы допускает существенные и грубые ошибки. Целостного представления о взаимосвязях элементов дисциплины «Интеллектуальные адаптивные материалы» и использования предметной терминологии у обучающегося нет.

**Типовые контрольные темы практических занятий и вопросы по дисциплине «Интеллектуальные адаптивные материалы»**

**Примерные темы практических занятий**

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | **Наименование темы** |
| 1 | Классификация интеллектуальных адаптивных материалов |
| 2 | Активные диэлектрики. Пьезоэлекетрики |
| 3 | Активные диэлектрики. Пироэлектрики. Электреты |
| 4 | Магнитные материалы |
| 5 | Неупорядоченные материалы |
| 6 | Биополимеры и живая материя |
| 7 | Наноматериалы и нанотехнологии. Квантовые эффекты. Наночастицы и нанопорошки. Фуллерены и их производные, нанотрубки. Нанокомпозиционные, нанопористые и функциональные материалы. Материалы со специальными механическими свойствами |
| 8 | Наноматериалы и нанотехнологии. Зондовые нанотехнологии. Нанолитография, наноимпритинг. Перспективы и тенденции разработки современных технологий и материалов |

***Примеры типовых тестовых заданий к практическим занятиям по дисциплине и для самостоятельной работы***

*Тема: Поляризация диэлектриков*

1. Поляризацией называют состояние диэлектрика, характеризующееся:

- наличием электрического момента у любого элемента его объема;

- наличием электрического момента у некоторых элементов его объема;

- наличием магнитного момента у любого элемента его объема;

- наличием магнитного момента у некоторых элементов его объема.

2. Поляризация – это:

- ограниченное смещение свободных зарядов или ориентация дипольных моментов под действием внешнего электрического поля;

- ограниченное смещение связанных зарядов или ориентация дипольных моментов под действием внешнего электрического поля;

- хаотическое тепловое движение свободных зарядов под действием внешнего электрического поля;

- хаотическое тепловое движение связанных зарядов под действием внешнего электрического поля.

3. Диполь – это:

- система одноименных подвижных зарядов;

- система разноименных подвижных зарядов;

- система одноименных связанных зарядов;

- система разноименных связанных зарядов.

4. Дипольный момент – это:

- векторная физическая величина, равная частному заряда диполя на его плечо [Кл/м];

- скалярная физическая величина, равная частному заряда диполя на его плечо [Кл/м];

- векторная физическая величина, равная произведению заряда диполя на его плечо [Кл·м];

- скалярная физическая величина, равная произведению заряда диполя на его плечо  [Кл·м].

5. Поляризованностью Р диэлектрика называется:

- скалярная физическая величина, равная отношению электрического момента dp элемента диэлектрика к объему dV этого элемента  [Кл/м2];

- векторная физическая величина, равная отношению электрического момента dp элемента диэлектрика к объему dV этого элемента  [Кл/м2];

- скалярная физическая величина, равная произведению электрического момента dp элемента диэлектрика на объем dV этого элемента  [Кл·м4];

- векторная физическая величина, равная произведению электрического момента dp элемента диэлектрика на объем dV этого элемента  [Кл·м4].

6. К мгновенным видам поляризации относится:

- ионная;

- ионно-релаксационная;

- спонтанная;

- структурная.

7. К видам поляризации, происходящих без потерь энергии, относится:

- дипольно-релаксационная;

- электронно-релаксационная;

- резонансная;

- электронная.

8. Относительная диэлектрическая проницаемость ε характеризует способность различных материалов поляризоваться в электрическом поле, и связана с зарядом Q0, который присутствовал бы на электродах конденсатора, если бы их разделял вакуум, и зарядом Qд, который обусловлен поляризацией диэлектрика, следующим соотношением:

- ;

- ;

- ;

- .

9. Электронная поляризация представляет собой:

- упругое смещение и деформацию электронных оболочек атомов и ионов, сопровождаемое потерями энергии;

- упругое смещение и деформацию электронных оболочек атомов и ионов без потери энергии;

- необратимое смещение избыточных электронов, возникающих за счет теплового возбуждения, под действием электрического поля;

- обратимое смещение избыточных электронов, возникающих за счет теплового возбуждения, под действием электрического поля.

10. Относительная диэлектрическая проницаемость ε диэлектриков с чисто электронной поляризацией связана с их коэффициентом преломления света n следующим соотношением:

- ;

- ;

- ;

- .

11. Время установления электронной поляризации составляет:

- 10 -6 - 10 -10 с

- 10 -8 - 10 -11 с;

- 10 -13 с;

- 10 -15 с.

12. Относительная диэлектрическая проницаемость ε диэлектриков с чисто электронной поляризацией с ростом температуры в пределах одного агрегатного состояния вещества:

- монотонно возрастает;

- монотонно убывает;

- изменяется скачкообразно;

- имеет максимумы и минимумы.

13. Ионная поляризация представляет собой:

- упругое смещение связанных ионов на расстояния, меньше периода кристаллической решетки, происходящие без потери энергии;

- упругое смещение связанных ионов на расстояния, меньше периода кристаллической решетки, сопровождаемое потерями энергии;

- упругое смещение связанных ионов на расстояния, равное нескольким периодам кристаллической решетки, сопровождаемое потерями энергии;

- упругое смещение связанных ионов на расстояния, равное нескольким периодам кристаллической решетки, происходящие без потери энергии.

14. Время установления ионной поляризации составляет:

- 10 -6 - 10 -10 с

- 10 -8 - 10 -11 с;

- 10 -13 с;

- 10 -15 с.

15. Относительная диэлектрическая проницаемость ε диэлектриков с чисто ионной поляризацией с ростом температуры в большинстве случаев:

- монотонно возрастает;

- монотонно убывает;

**-** изменяется скачкообразно;

- имеет максимумы и минимумы.

16. Дипольно-релаксационная поляризация представляет собой:

- полную ориентацию дипольных молекул под действием внутренних процессов в диэлектрике без внешних воздействий;

- частичную ориентацию дипольных молекул под действием внутренних процессов в диэлектрике без внешних воздействий;

- полную ориентацию дипольных молекул под действием электрического поля;

- частичную ориентацию дипольных молекул под действием электрического поля.

17. Время установления дипольно-релаксационной поляризации составляет:

- 10 -6 - 10 -10 с;

- 10 -8 - 10 -11 с;

- 10 -13 с;

- 10 -15 с.

18. Дипольно-релаксационная поляризация наблюдается в:

- газообразных диэлектриках;

- жидких неполярных диэлектриках;

- жидких полярных диэлектриках;

- твердых неполярных диэлектриках.

19. Дипольно-релаксационная поляризация наблюдается в твердых диэлектриках:

- полиэтилен (C2H4)n;

- поливинилхлорид (C2H3Cl)n;

- политетрафторэтилен (C2F4)n;

- полистирол (C8H8)n.

20. Относительная диэлектрическая проницаемость ε диэлектриков с дипольно-релаксационной поляризацией с ростом температуры имеет следующий характер:

- монотонно возрастает;

- монотонно убывает;

- имеет максимум;

- имеет минимум.

21. Относительная диэлектрическая проницаемость ε диэлектриков с дипольно-релаксационной поляризацией зависит от параметров окружающей среды:

- освещенность;

- влажность;

- давление;

- температура.

1. Потери энергии, сопровождающие дипольно-релаксационную поляризацию, обусловлены:

- кулоновским взаимодействием полярных молекул;

- хаотическим тепловым движением полярных молекул;

- силами молекулярного сопротивления повороту полярных молекул;

- взаимодействием магнитных моментов полярных молекул.

23. При дипольно-релаксационной поляризации при снятии электрического поля ориентация полярных молекул со временем ослабевает. Зависимость поляризованности диэлектрика описывается следующей формулой:

- ;

- ;

- ;

- ;

где t – время, прошедшее после снятия электрического поля; τ – время релаксации.

24. Электронно-релаксационная поляризация представляет собой:

- упругое смещение и деформацию электронных оболочек атомов и ионов, сопровождаемое потерями энергии;

- упругое смещение и деформацию электронных оболочек атомов и ионов без потери энергии;

- необратимое смещение избыточных электронов, возникающих за счет теплового возбуждения, под действием электрического поля без потери энергии;

- обратимое смещение избыточных электронов, возникающих за счет теплового возбуждения, под действием электрического поля, сопровождаемое потерями энергии.

25. Время установления электронно-релаксационной поляризации составляет:

- 10 -6 - 10 -10 с

- 10 -8 - 10 -11 с;

- 10 -13 с;

- 10 -15 с.

26. Относительная диэлектрическая проницаемость ε диэлектриков с электронно-релаксационным механизмом поляризацией при увеличении температуры:

- монотонно возрастает;

- монотонно убывает;

- имеет максимум;

- имеет минимум.

27. Ионно-релаксационная поляризация представляет собой:

- упругое смещение связанных ионов на расстояния, меньше периода кристаллической решетки, происходящие без потери энергии;

- упругое смещение связанных ионов на расстояния, меньше периода кристаллической решетки, сопровождаемое потерями энергии;

- обратимое смещение слабосвязанных ионов на расстояния, равное нескольким периодам кристаллической решетки, сопровождаемое потерями энергии;

- обратимое смещение слабосвязанных ионов на расстояния, равное нескольким периодам кристаллической решетки, происходящие без потери энергии.

28. Время установления ионно-релаксационной поляризации составляет:

- 10 -6 - 10 -10 с

- 10 -8 - 10 -11 с;

- 10 -13 с;

- 10 -15 с.

29. Ионно-релаксационная поляризация наблюдается в:

- жидких неполярных диэлектриках;

- жидких полярных диэлектриках;

- твердых ионных диэлектриках с неплотной упаковкой;

- твердых линейных полимерах.

30. Относительная диэлектрическая проницаемость ε диэлектриков с ионно-релаксационным механизмом поляризацией при увеличении температуры:

- монотонно возрастает;

- монотонно убывает;

- имеет максимум;

- имеет минимум.

31. Возникновение внутреннего электрического поля под действием внешнего у диэлектриков с миграционным механизмом поляризация обусловлено:

- упругим смещением связанных зарядов;

- упругим смещением свободных зарядов;

- наличием проводящих включений, а также наличием слоев с различной проводимостью;

- ориентацией электрических моментов дипольных молекул под действием внешнего электрического поля.

32. Спонтанная (самопроизвольная) поляризация представляет собой:

- ориентацию электрических моментов доменов из-за хаотического теплового движения;

- ориентацию электрических моментов доменов под действием внутренних процессов в диэлектрике без внешних воздействий;

- ориентацию электрических моментов дипольных молекул под действием внешнего электрического поля;

- ориентацию электрических моментов дипольных молекул под действием внешнего магнитного поля.

33. Относительная диэлектрическая проницаемость ε диэлектриков со спонтанным (самопроизвольным) механизмом поляризацией может достигать значений:

- 10 - 50;

- 100 - 200;

- 500 - 9000;

- 10000 - 30000.

34. Относительная диэлектрическая проницаемость ε диэлектриков со спонтанным (самопроизвольным) механизмом поляризацией при увеличении температуры:

- монотонно возрастает;

- монотонно убывает;

- имеет минимумы и максимумы;

- изменяется скачкообразно.

*Тема: Пьезоэлектрики*

1. К пьезоэлектрикам относят:

- диэлектрики, которые обладают сильно выраженным пьезоэлектрическим эффектом;

- диэлектрики, которые обладают слабо выраженным пьезоэлектрическим эффектом;

- диэлектрики, у которых изменяется спонтанная поляризация;

- диэлектрики, у которых изменяется спонтанная поляризация при большой наряженности электрического поля.

2. Прямым пьезоэлектрическим эффектом называют:

- явление поляризации диэлектрика под действием электрического поля;

- явление поляризации диэлектрика под действием низкой температуры;

- явление поляризации диэлектрика под действием механических напряжений;

- изменение линейных размеров диэлектрика под действием напряженности электрического поля.

3. Обратным пьезоэлектрическим эффектом называют:

- необратимое смещение зарядов под действием напряженности электрического поля;

- смещение электронной орбиты под действием напряженности электрического поля;

- изменение линейных размеров под действием температуры;

- изменение линейных размеров под действием напряженности электрического поля.

4.Зависимость обратного пьезоэлектрического эффекта описывается формулой:

- *Δl/l = δ = Ed;*

*- Δl/l = ln(δ) = E/d;*

*- Δl/l = δ = exp(E/d);*

*- Δl·l = δ = Ed.*

5. Продольным пьезоэлектрическим эффектом называют:

- такой эффект, когда возникновение диполей на противоположных гранях пластинки определяют в противоположном направлении, в котором были приложены механические усилия, а при обратном пьезоэлектрическом эффекте деформацию измеряют в направлении приложенного электрического поля;

- такой эффект, когда возникновение зарядов на противоположных гранях пластинки определяют в том же направлении, в котором были приложены механические усилия, а при обратном пьезоэлектрическом эффекте деформацию измеряют в направлении приложенного электрического поля;

- эффект, в котором возникающие диполи или деформации измеряют в направлении, перпендикулярном направлении механических усилий;

- такой эффект, когда возникновение заряда на гранях пластинки определяют в одном направлении, в котором были приложены механические усилия, а при обратном пьезоэлектрическом эффекте деформацию измеряют в противоположном направлении приложенного электрического поля.

6. Уравнения прямого и обратного пьезоэффектов в тензорной форме имеют следующий вид:

- *Pi = dij ·σj, δj = dij /Ei;*

- *Pj = dij ·σj, δi = dij ·Ei;*

*- Pi = dij /σj, δj = dij ·Ei;*

*Pi = dij ·σj, δj = dij ·Ei.*

7. Поперечным пьезоэлектрическим эффектом называют:

- возникающие деформации, при нагревании пьезоэлемента выше точки Кюри;

- возникающие заряды или деформации измеряют в направлении, перпендикулярном направлению механических усилий или электрического поля;

- возникающие заряды, при нагревании пьезоэлемента чуть ниже точки Кюри;

- возникновение большой напряженности электрического поля при воздействии механических напряжений.

8. Пьезоэффект наблюдается лишь в веществах с:

- гомеополярной химической связью;

- молекулярной связью;

- гетерополярной связью;

- ковалентной связью.

9. Пьезоэлектриками могут быть только вещества с:

- низким удельным сопротивлением;

- в промежуточным сопротивлением между проводником и полупроводником;

- в промежуточным сопротивлением между полупроводником и диэлектриком;

- высоким удельным сопротивлением.

10. При какой температуре пропадают пьезоэлектрические свойства β-кварца:

- 550 ºС;

- 680 ºС;

- 573 ºС;

- 236 ºС.

11. Пластинки монокристаллического кварца, вырезанные вдоль какой оси не обладают пьезоэлектрическим эффектом:

- вырезанные перпендикулярно оптической оси Z;

- вырезанные перпендикулярно механической оси Y;

- вырезанные параллельно механической оси Y;

- вырезанные параллельно электрической оси X.

12. Преимуществами кварцевых резонаторов являются:

- высокая температурная стабильность;

- малый tgδ и высокая механическая добротность;

- высокий tgδ и малая механическая добротность;

- большое пробивное напряжение.

13. Основным материалом для изготовления пьезокерамических элементов являются твердые растворы:

- *(C2F4)n* (политетрафторэтилен);

- *PbZrO3 – PbTiO3*$PbZrO\_{3}-PbTiO\_{3}$ (цирконат-титанат свинца);

*- SrxBa1-xNb2O2* (ниобад бария-стронция));

- *(C2H4)n* полиэтилен.

14.В лучших кристаллах кварца механическая добротность может достигать:

- 109 – 1012;

- 107 – 109;

- 106 – 107;

- 104 – 105.

15. Пластинка монокристаллического кварца, вырезанные вдоль какой оси создает наибольший заряд:

- вырезанные параллельно электрической оси X;

- вырезанные перпендикулярно механической оси Y;

- вырезанные перпендикулярно электрической оси X;

- вырезанные перпендикулярно оптической оси Z/

**Вопросы к теоретическому зачету**

|  |
| --- |
| **Тема 1 «Введение** |
| 1.1  | Классификация материалов электроники по агрегатному состоянию и структуре |
| **Тема 2 «Классификация интеллектуальных адаптивных материалов»** |
| 2.1  | Основные типы химических связей в материалах электроники |
| 2.2  | Классификация интеллектуальных материалов электроники по электрическим и оптическим свойствам |
| **Тема 3 «Активные диэлектрики»** |
| 3.1 | Интеллектуальные материалы. Диэлектрики. Виды активных диэлектриков |
| 3.2 | Поляризация. Спонтанная поляризация. Сегнетоэлектрики.  |
| 3.3 | Доменная структура сегнетоэлектриков. Диэлектрический гистерезис. |
| 3.4 | Виды диэлектрической проницаемости сегнетоэлектриков |
| 3.5 | Классификация сегнетоэлектриков. Механизм спонтанной поляризации |
| 3.6 | Доменная структура сегнетоэлектриков. Антисегнетоэлектрики |
| 3.7 | Применение сегнетоэлектриков. Виды сегнетокерамики |
| 3.8 | Применение сегнетоэлектриков. Вариконды. Диэлектрические усилители |
| 3.9 | Применение сегнетоэлектриков в качестве элементов памяти. Структура КМОП КНИ с сегнетоэлектрическим конденсатором. Структура FRAM ячейки с сегнетоэлектрическим конденсатором |
| 3.10 | Применение сегнето- и антисегнетоэлектриков для модуляции и преобразования ла-зерного излучения. Электрооптический эффект |
|   | Пьезоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэффект. Продольный и поперечный пье-зоэффект |
| 3.12 | Применение пьезоэлектриков. Пьезотрансформаторы. Пьезоэлектрические материалы |
| 3.13 | Пироэлектрики. Первичный и вторичный пироэффект. Применение пироэлектриков |
| 3.14 | Электреты. Термоэлектреты. Фотоэлектреты |
| 3.15 | Применение электретов. Способы получения электретов |
| **Тема 4 «Магнитные материалы»** |
| 4.1 | Магнитные материалы. Виды магнитных материалов. Намагниченность. Магнитная восприимчивость. Спин электрона. Обменное взаимодействие. |
| 4.2 | Классификация веществ по магнитным свойствам. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики |
| 4.3 | Природа ферромагнетизма. Энергия обменного взаимодействия.  |
| 4.4 | Доменные структуры ферромагнетиков. Магнитная анизотропия |
| 4.5 | Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры.  |
| 4.6 | Ферромагнетики в переменных магнитных полях. Виды потерь |
| 4.7 | Комплексная магнитная проницаемость. Высокочастотные потери в ферромагнетиках |
| 4.8 | Поверхностный эффект в ферромагнетиках. Доменные структуры в тонких магнитных пленках |
| 4.9 | Магнитомягкие материалы. НЧ магнитомягкие материалы. Низкокоэрцитивные магнитомягкие сплавы. Аморфные магнитные сплавы |
| 4.10 | Высокочастотные магнитомягкие материалы. Ферриты. Ферриты. Виды ферритов. Механизм косвенного обменного взаимодействия |
| 4.11  | Магнитодиэлектрики. Требования к магнитодиэлектрикам. |
| 4.12 | Магнитотвердые материалы. Параметры магнитотвёрдых материалов |
| 4.13 | Природа намагниченного состояния. Классификация магнитотвёрдых материалов |
| 4.14 | Магнитные материалы специального назначения. |
| **Тема 5 «Жидкости»** |
| 5.1 | Классификация жидкостей и типов межмолекулярных взаимодействий. |
| 5.2 | Тепловое движение частиц в жидкостях |
| 5.3 | Полимерные жидкости |
| 5.4 | Квантовые жидкости |
| 5.5 | Жидкие кристаллы. Нематики, смектики, холестерики. Термохромный эффект. |
| 5.6 | Электрооптические эффекты в нематических жидких кристаллах. Гомогенная и го-меотропная ориентация молекул. Характеристики нематических жидких кристаллов |
| 5.7 | Конструкция электрооптической ячейки на жидких кристаллах. Динамическое рассе-яние света в жидких кристаллах |
| 5.8 | Полевой электрооптический эффект в ЖК. «Твист»-эффект. Цветные изображения, получаемые с помощью ЖК. TFT LCD панели. |
| **Тема 6 «Неупорядоченные материалы»** |
| 6.1 | Особенности атомной структуры неупорядоченных систем |
| 6.2 | Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных полупроводниках |
| 6.3 | Особенности управления свойствами неупорядоченных полупроводников |
| 6.4 | Технологические методы получения объемных и пленочных неупорядоченных полупроводников |
| 6.5 | Электронные приборы и устройства на основе неупорядоченных полупроводников |
| **Тема 7 «Биополимеры и живая материя»** |
| 7.1 | Особое место биополимеров и живой материи среди непериодических систем |
| 7.2 | Основная особенность структурной и функциональной организации живой материи |
| 7.3 | Три основных энергетических состояния активной среды |
| **Тема 8 «Наноматериалы и нанотехнологии»** |
| 8.1 | Роль свободных и внутренних поверхностей. Квантовые эффекты. |
| 8.2 | Наночастицы и нанопорошки. |
| 8.3 | Фуллерены и их производные, нанотрубки |
| 8.4 | Нанокомпозиционные, нанопористые и функциональные материалы |
| 8.5 | Материалы со специальными механическими свойствами |
| 8.6 | Текстильные наноматериалы |
| 8.7 | Зондовые нанотехнологии |
| 8.8 | Нанолитография, наноимпритинг |
| **Тема 9 «Заключение»** |
| 9.1 | Современные достижения и проблемы в области интеллектуальных адаптивных материалов в электронике |

Составил

к.т.н., доцент кафедры микро- и наноэлектроники Вишняков Н.В.

Зав. кафедрой микро- и наноэлектроники

д.ф.-м.н., доцент Литвинов В.Г.