

**Г О У В П О Р О С С И Й С К О - А Р М Я Н С К И Й ( С Л А В Я Н С К И Й )  
У Н И В Е Р С И Т Е Т**

Составлен в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника и Положением «Об УМКД РАУ».

**УТВЕРЖДАЮ:**



**Инженерно-физический институт**

**Кафедра: Технологии материалов и структур электронной техники**

**Автор: Кандидат тех. наук, Погосян Манук Араратович**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

**Дисциплина: Б1.В.11 «Материалы электронной техники» -2**

**Направление: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**

**ЕРЕВАН 2023**

## Структура и содержание УМКД

### 1. Аннотация

#### 1.1. Выписка из ФГОС ВПО РФ по минимальным требованиям к дисциплине.

Согласно ФГОС ВПО РФ дисциплина «Материалы и элементы электронной техники» должна обеспечивать знания об общей классификации материалов по составу, свойствам и техническому назначению, о физической природе электропроводности металлов, сплавов, полупроводников, диэлектриков и композиционных материалах, о сверхпроводящих металлах и сплавах; о характеристиках проводящих и резистивных материалов во взаимосвязи с их применением в электронной технике, о характеристиках и основных физико-химических, электрических и оптических свойствах элементарных полупроводников, полупроводниковых соединений и твердых растворов на их основе. о примерах реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники, об основных физических процессах в диэлектриках (поляризация, пробой, диэлектрические потери) и способах их описания, об активных и пассивных диэлектрических материалах и элементах на их основе, о магнитных материалах и элементах общего назначения, о методах исследования материалов и элементов электронной техники.

#### 1.2. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления).

Дисциплина «Материалы и элементы электронной техники» связана с такими предметами учебного плана, как «Математика», «Информатика», «Физика», «Химия», «Электромагнитные поля и волны», «Физические основы электроники», «ФТТ» и др.

#### 1.3. Требования к исходным уровням знаний, умений и навыков студентов для прохождения дисциплины (что должен знать, уметь и владеть студент для прохождения данной дисциплины).

Студент должен знать и владеть вузовским курсом общей химии, физики и электротехники.

#### 1.4. Предварительное условие для прохождения предметов, изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины).

Успешное завершение первого курса обучения и знания по общей химии, физики и электротехники.

### 2. Содержание

## 2.1. Цели и задачи дисциплины.

Целью и задачей дисциплины является в доступной форме ознакомить студентов с характеристиками и параметрами материалов, с закономерностями, определяющими их свойства и поведение в различных условиях эксплуатации во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах, приборах и устройствах электронной техники.

## 2.2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины (какие компетенции, знания, умения и навыки) должны быть сформированы у студента после прохождения данной дисциплины).

После изучения дисциплины студент должен:

- иметь представление: о месте и роли новых материалов электронной техники в развитии науки, техники и технологий; о классификации материалов по составу, свойствам и техническому назначению; об основных эксплуатационных характеристиках материалов при использовании их в современной электронной аппаратуре; о классификации и номенклатуре серийно выпускаемых пассивных компонентов электронной техники.
- знать физическую сущность процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах при их применении в различных приборах и устройствах твердотельной электроники;
- уметь правильно ориентироваться среди широкой номенклатуры материалов электронной техники;
- владеть навыками исследований основных характеристик материалов; выбора их для электронной аппаратуры заданного назначения с учетом допустимых нагрузок, влияния внешних факторов и стоимости; выбора компонентов для использования в электронной аппаратуре с учетом условий ее эксплуатации, конструкции и технологии изготовления.

### 2.3. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и кредитах)

#### 2.3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах
<b>1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:</b>	
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	<b>90</b>
1.1.1. Лекции	<b>52</b>
1.1.2. Лабораторные работы	<b>34</b>
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	<b>72</b>
1.2.1. Подготовка к экзаменам	<b>54</b>
1.2.2. Подготовка к лабораторным работам	<b>18</b>
Итоговый контроль (экзамен, зачет, диф. зачет - указать)	<b>экзамен</b>

Количество промежут. контролей - 1

Количество модулей – 2

#### 2.3.2. Распределение объема дисциплины по темам и видам учебной работы

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции( ак. часов)	Практ. занятия (ак. часов)	Семина -ры (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)	Другие виды заняти й (ак. часов)
1	2=3+4+5+ 6+7	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1. Основные сведения о диэлектриках. Электрические свойства диэлектриков. Физико-механические и химические свойства диэлектриков. Пассивные неорганические и органические диэлектрики. Основные характеристики и типы конденсаторов.</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	-	-	<b>18</b>	-
<b>Раздел 1. (название раздела). Электрические свойства диэлектриков.</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	-	-	<b>9</b>	-
Тема 1. (название темы). Токи смещения и электропроводность диэлектриков.	<b>5</b>	<b>2</b>	-	-	<b>3</b>	-
Тема 2. (название темы). Поляризация диэлектриков.	<b>4</b>	<b>2</b>	-	-	<b>2</b>	-
Тема 3. (название темы). Пробой диэлектриков.	<b>4</b>	<b>2</b>	-	-	<b>2</b>	-
Тема 4. (название темы). Потери в диэлектриках.	<b>4</b>	<b>2</b>	-	-	<b>2</b>	-
<b>Раздел 2. (название раздела). Физико-механические и химические свойства диэлектриков.</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	-	-	-	-
Тема 5. (название темы) Гигроскопичность и	<b>4</b>	<b>4</b>	-	-	-	-

влагопроницаемость диэлектриков.						
Тема 6. (название темы) Тепловые свойства диэлектриков.	4	4	-	-	-	-
<b>Раздел 3. (название раздела). Пассивные неорганические и органические диэлектрики.</b>	7	7	-	-	-	-
Тема 7. (название темы). Стекло и керамика.	3	3	-	-	-	-
Тема 8. (название темы). Органические диэлектрики.	4	4	-	-		-
<b>Раздел 4. (название раздела). Основные характеристики и типы конденсаторов.</b>	13	4	-	-	9	-
Тема 9. (название темы). Основные параметры конденсаторов.	6	2	-	-	4	-
Тема 10. (название темы). Конструктивно-технологические особенности конденсаторов.	7	2	-	-	5	-
<b>Модуль 2. Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники. Магнитные материалы и компоненты. Рост кристаллов. Тонкие пленки. Нанотехнология.</b>	45	27	-	-	18	-
<b>Раздел 5. (название раздела). Основные характеристики и классификация активных диэлектриков.</b>	7	7	-	-		-
Тема 11. (название темы). Сегнетоэлектрики.	1	1	-	-		-
Тема 12. (название темы) Пьезоэлектрики .	6	2	-	-	4	-
Тема 13. (название темы) Пироэлектрики и электреты.	2	2	-	-		-
Тема 14. (название темы) Твердые диэлектрики для лазеров. Жидкие кристаллы.	2	2	-	-		-
<b>Раздел 6. (название раздела). Магнитные материалы и компоненты.</b>	8	4	-	-	4	-
Тема 15. (название темы) Общие сведения о магнитных свойствах материалов.	1	1	-	-	-	-
Тема 16. (название темы) Процессы намагничивания ферромагнитных материалов	5	1	-	-	4	-
Тема 17. (название темы) Магнитомягкие материалы.	1	1	-	-	-	-
Тема 18. (название темы) Магнитотвердые материалы.	1	1	-	-	-	-
<b>Раздел 7. (название раздела). Рост кристаллов.</b>	6	6	-	-	-	-
Тема 19. (название темы) Основные методы роста кристаллов. Зарождение кристаллов.	2	2	-	-	-	-
Тема 20. (название темы) Представления о росте кристаллов.	2	2	-	-	-	-

Тема 21. (название темы) Сведения о методах выращивания кристаллов.	2	2	-	-	-	-
<b>Раздел 8. (название раздела). Получение тонких пленок.</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	-	-	<b>4</b>	-
Тема 22. (название темы) Требования, предъявляемые к диэлектрическим пленкам.	4	2	-	-	2	-
Тема 23. (название темы) Получение диэлектрических пленок.	4	2	-	-	2	-
Тема 24. (название темы) Технологии получения металлооксидных пленок.	2	2	-	-	-	-
<b>Раздел 9. (название раздела) Нанотехнология.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	-	-	-
Тема 25. (название темы) Введение в нанотехнологию. Развитие нанотехнологии.	2	2	-	-	-	-
<b>ИТОГО</b>	<b>86</b>	<b>52</b>	-	-	<b>34</b>	-

### 2.3.3 Содержание разделов и тем дисциплины

#### Модуль 1

**Основные сведения о диэлектриках. Электрические свойства диэлектриков. Физико-механические и химические свойства диэлектриков. Пассивные неорганические и органические диэлектрики. Основные характеристики и типы конденсаторов.**

#### *Раздел 1. (название раздела)*

##### **Электрические свойства диэлектриков.**

##### **Тема 1. (название темы). Токи смещения и электропроводность диэлектриков.**

Поляризационные токи в диэлектриках. Токи утечки. Удельное объемное сопротивление. Удельное поверхностное сопротивление. Электропроводность диэлектриков. ([1] гл. 1).

##### **Тема 2. (название темы). Поляризация диэлектриков.**

Определение поляризации. Диэлектрическая проницаемость. Виды поляризации. Домены. Деление диэлектриков на группы по особенностям поляризации. ([1] гл.1, [2] гл.5).

##### **Тема 3. (название темы). Пробой диэлектриков.**

Пробивное напряжение. Виды пробоя в различных диэлектриках. Электрический пробой. Электрохимический пробой. Электротепловой пробой. ([1] гл.1, [2] гл.5).

##### **Тема 4. (название темы). Потери в диэлектриках.**

Диэлектрические потери в диэлектриках. Угол диэлектрических потерь. Виды диэлектрических потерь. ([1] гл.1, [2] гл.5).

**Раздел 2. (название раздела)**

**Физико-механические и химические свойства диэлектриков.**

**Тема 5. (название темы). Гигроскопичность и влагопроницаемость диэлектриков.**

Абсолютная влажность воздуха. Относительная влажность воздуха. Смачиваемость диэлектриков. Влажность материалов. ([1] гл. 2).

**Тема 6. (название темы). Тепловые свойства диэлектриков.**

Теплостойкость. Вязкость. Теплопроводность. ([1] гл. 2).

**Раздел 3. (название раздела). Пассивные неорганические и органические диэлектрики.**

**Тема 7. (название темы). Стекло и керамика.**

Оксидные стекла. Галогенидные стекла. Халькогенидные стекла. Электротехническая керамика. ([2] гл.5).

**Тема 8. (название темы). Органические диэлектрики.**

Полимеры. Термопласты. Термореактивные полимеры. Линейные неполярные полимеры. Линейные полярные полимеры. ([1] гл. 3, [2] гл.5).

**Раздел 4. (название раздела). Основные характеристики и типы конденсаторов.**

**Тема 9. (название темы). Основные параметры конденсаторов.**

Характеристики конденсаторов. Классификация конденсаторов по назначению и виду диэлектрика. ([11] гл.1-3).

**Тема 10. (название темы). Конструктивно-технологические особенности конденсаторов.**

Конденсаторы на основе стекла. Бумажные и пленочные конденсаторы. Основные виды оксидных конденсаторов. ([11] гл. 1-3).

**Модуль 2.**

**Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники. Магнитные материалы и компоненты. Рост кристаллов. Тонкие пленки. Нанотехнология.**

**Раздел 5. (название раздела). Основные характеристики и классификация активных диэлектриков.**

**Тема 11. (название темы). Сегнетоэлектрики.**

Температура Кюри. Диэлектрическая петля гистерезиса. Ионные кристаллы. Дипольные кристаллы. Вариконды. ([2] гл.5).

**Тема 12. (название темы). Пьезоэлектрики.**

Пьезоэлектрический эффект. Кварц. Применение пьезоэлектриков в электротехнических устройствах. ([2] гл.5).

**Тема 13. (название темы). Пирозлектрики и электреты.**

Пирозлектрический эффект. Способы получения электретов. Гетерозаряды. ([2] гл. 5).

**Тема 14. (название темы). Твердые диэлектрики для лазеров. Жидкие кристаллы.**

Матрицы в твердотельных лазерах. Активаторы. Жидкие кристаллы ([2] гл. 5).

**Раздел 6. (название раздела). Магнитные материалы и компоненты.**

**Тема 15. (название темы). Общие сведения о магнитных свойствах материалов.**

Магнитная индукция. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость. Диамагнетики. Парамагнетики. Ферромагнетики. Домены. ([2] гл.4).

**Тема 16. (название темы). Процессы намагничивания ферромагнитных материалов.**

Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Магнитострикция. ([2] гл. 4).

**Тема 17. (название темы). Магнитомягкие материалы.**

Материалы с высокой индукцией насыщения. Материалы с высокой магнитной проницаемостью. Магнитные материалы с особыми свойствами. Аморфные магнитные материалы. Магнитодиэлектрики. Ферриты. ([2] гл. 4).

**Тема 18. (название темы). Магнитотвердые материалы.**

Свойства магнитотвердых материалов. Литые высококоэрцитивные сплавы. Металлокерамические и металлопластические магниты. Магнитотвердые ферриты. ([2] гл. 4).

**Раздел 7. (название раздела). Рост кристаллов.**

**Тема 19. (название темы). Основные методы роста кристаллов. Зарождение кристаллов.**

Гомогенное и гетерогенное условия зарождения зародышей. ([4] гл. 6).

**Тема 20. (название темы). Представления о росте кристаллов.**

Равновесная форма кристаллов. Реальные формы роста кристаллов. Закономерные сростки и двойники. ([4] гл. 6).

**Тема 21. (название темы). Сведения о методах выращивания кристаллов.**

Выращивание кристаллов из растворов. Выращивание кристаллов из расплавов. Метод Чохральского. Метод Бриджмена-Стокбаргера. ([4] гл. 6).

**Раздел 8. (название раздела). Получение тонких пленок.**

**Тема 22. (название темы). Требования, предъявляемые к диэлектрическим пленкам.**

Прозрачность. Относительная плотность. Твердость. Адгезия. Химическая стабильность. ([9] гл. 1).

**Тема 23. (название темы). Получение диэлектрических пленок.**

Приготовление исходного материала. Методы испарения. Катодное распыление. ([9] гл. 2).

**Тема 24. (название темы). Технологии получения металлооксидных пленок.**



Пиролиз. Золь-Гель технология. Газофазные методы эпитаксии. ([9] гл. 3).

**Раздел 9. (название раздела). Нанотехнология.**

**Тема 25. (название темы). Введение в нанотехнологию. Развитие нанотехнологии.**

Естественные границы развития существующей микроэлектроники. Развитие нанотехнологии.

Роль нанотехнологии для различных областей науки и техники. ([14] гл. 1).

**2.3.4 Краткое содержание семинарских/практических занятий и лабораторного практикума**

Лабораторный практикум охватывает основные темы учебного плана и состоит из девяти работ.

Студенты определяют электропроводность, диэлектрическую проницаемость и диэлектрические потери диэлектриков. Исследуется зависимость электропроводности, диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь от температуры. Изучаются конструктивные особенности и рабочие характеристики конденсаторов. Отдельная работа посвящена изучению сегнетоэлектриков, получению диэлектрической петли гистерезиса. Изучаются также пьезоэлектрики и магнитные материалы. Определяется гистерезисная кривая магнитной индукции и соответствующие параметры, вытекающие от кривой гистерезиса. Заключительная работа посвящена получению тонких пленок методом вакуумного напыления.

**2.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Компьютерная техника. Курс лекций в электронном и печатном варианте.

Лабораторные установки физического практикума Кафедры технологии материалов и структур электронной техники. Учебные методические пособия к лабораторным работам.



### 3. Теоретический блок

#### 3.1. Материалы по теоретической части курса

##### 3.1.1. Учебник(и)

1. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В. Материалы в радиотехнике – М., Госэнергоиздат, 1981.
2. Плотянская М.А., Киршина И.А., Филонов О.М. Материаловедение и материалы электронной техники, текст лекций.- СПбГУАП. СПб., 2004.

##### 2.1.2. Учебное(ые) пособие(я).

3. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков». – М., «Металлургия», 1988.
4. Шаскольская М.П. Кристаллография - М., Высшая школа, 1978.
5. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники – М., Высшая школа, 1986.
6. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы – Л., Энергоатомиздат, 1985.
7. Материалы микроэлектронной техники, Под ред. В.М.Андреева - Радио и связь, 1989.
8. Справочник по электротехническим материалам, Под ред. Ю.В.Корицкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тареева - Л., Энергоатомиздат, т.1, 1986, т.2, 1987, т.3, 1988.
9. Физика тонких пленок, Под ред. Г. Хасса и Р.Э. Туна - М.: МИР, т.3, 1968.
10. Неменов Л.Л., Соминский М.С. Основы физики и техники полупроводников. – Л., Наука, 1974.
11. Конденсаторы: Справочник, Под ред. П.П. Четвертакова и М.Н. Дьяконова – М., Радио и связь, 1993.
12. Бублик В.Т., Дубровина А.Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов – М., Metallurgia, 1978.
13. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия., Я.С. Уманский, Ю.А. Соколов, А.И. Иванов, Л.Н. Расторгуев – М., Metallurgia, 1982.
14. Лазовский В., Константинов Г., Лазовский С., Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Серия «Учебники для вузов. Специальная литература». Изд-во «Лань», 2008, с. 336.

3.1.3. Кратки конспект лекций (краткие аннотации по каждой теме)

3.1.4. Электронные материалы (электронные учебники, учебные пособия, краткие конспекты лекций, презентации PPT и т.п.).

[http://window.edu.ru/window\\_catalog/redirect?id=44842&file=Plotyanskaya.pdf](http://window.edu.ru/window_catalog/redirect?id=44842&file=Plotyanskaya.pdf)

[http://window.edu.ru/window\\_catalog/files/r29852/ispu008.pdf](http://window.edu.ru/window_catalog/files/r29852/ispu008.pdf)

3.2. Глоссарий/терминологический словарь

#### **4. Практический блок**

4.1. Планы практических и семинарских занятий

Не предусмотрены

4.2. Планы лабораторных работ и практикумов.

Предусмотрено проведение следующих лабораторных работ:

1. Электропроводность твердых диэлектриков
2. Определение диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь электроизоляционных материалов на радиочастотах
3. Зависимость электропроводности диэлектриков от температуры
4. Диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь диэлектриков в зависимости от температуры
5. Конденсаторы. Измерение емкости конденсаторов
6. Сегнетоэлектрики
7. Изучение пьезоэлектрического эффекта
8. Изучение магнитных свойств материалов
9. Получение тонких пленок методом нанесения в вакууме

4.3. Материалы по практической части курса

4.3.1. Учебно-методические пособия.

Составлено учебно-методическое пособие по проведению лабораторных работ.

4.3.2. Учебные справочники.

1. Справочник по электротехническим материалам, Под ред. Ю.В. Корицкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тареева - Л., Энергоатомиздат, т.1, 1986, т.2, 1987, т.3, 1988.
2. Резисторы., Справочник Под ред. П.П. Четвертакова и В.М. Терехова – М. 1981г., 352стр.

4.3.3. Задачники (практикумы).

Не предусмотрены.

#### 4.3.4. Хрестоматии.

Не предусмотрены.

#### 4.3.5. Наглядно-иллюстративные материалы.

По ходу лекционного курса предусмотрен показ тех материалов и элементов о которых

идет речь в данной лекции.

#### 4.3.6. Др.

### **5. Материалы по оценке и контролю знаний**

#### 5.1. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

1. Какие виды электропроводности наблюдаются в твердых диэлектриках?
2. Какие факторы влияют на объемную удельную проводимость?
3. Что такое поляризация и диэлектрическая проницаемость? Какие виды поляризации сопровождаются потерями энергии?
4. Как изменяются  $\epsilon$  и  $\operatorname{tg}\delta$  полярных и неполярных диэлектриков в зависимости от частоты?
5. Какова зависимость удельной электропроводности диэлектрических материалов от температуры?
6. Что собой представляет конденсатор? Как формулируется понятие емкости конденсатора?
7. Укажите основные отличия сегнетоэлектриков от линейных диэлектриков. Объясните явление диэлектрического гистерезиса и влияние на него температуры.
8. Какие явления называют пьезоэффектом и обратным пьезоэффектом? Поясните механизм образования пьезоэффекта.
9. В каких материалах может иметь место пьезоэффект? Что собой представляет пьезомодуль?
10. Как классифицируются материалы по их поведению в магнитном поле?
11. Какие механизмы перемагничивания обуславливают гистерезисные свойства ферромагнетиков?
12. Что характеризует площадь ПГ? Какие параметры можно определить по кривой ПГ?
13. Для каких целей используются тонкие пленки материалов в микроэлектронике?
14. Какие преимущества имеет нанесение тонких пленок в вакууме?

#### 5.2. Тематика курсовых работ, рефератов, эссе и других форм самостоятельных работ

Не предусмотрены.

5.3. Образцы вариантов контрольных работ, тестов и/или других форм текущих и промежуточных контролей.

Образец теста:

5.4. Перечень экзаменационных вопросов.

1. Характеристика основных фаз в сплавах.
2. Процессы диффузии в металлах и сплавах.
3. Энергетические условия кристаллизации
4. Гомогенные и гетерогенные системы. Фаза. Компоненты. Фазовые равновесия.
5. Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с неограниченной растворимостью.
6. Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с ограниченной растворимостью.
7. Т-Х диаграммы фазовых равновесий тройных систем.
8. Механизм образования энергетических зон. Заполнение энергетических зон.
9. Металлы, полупроводники и диэлектрики.
10. Контактные материалы
11. Сплавы высокого сопротивления
12. Собственный полупроводник. Примесные состояния в полупроводниках.
13. Удельная проводимость полупроводника.
14. Температурная зависимость удельной проводимости полупроводника.
15. Магнитосопротивление полупроводников.
16. Термоэлектрические эффекты в полупроводниках.
17. Теплопроводность полупроводников.
18. Компенсированные полупроводники.
19. Германий. Кремний. Полупроводниковые соединения  $A_3B_5$ .
20. Токи смещения и электропроводность диэлектриков
21. Поляризация диэлектриков
22. Пробой диэлектриков
23. Потери в диэлектриках
24. Тепловые свойства диэлектриков
25. Сегнетоэлектрики. Диэлектрическая петля гистерезиса.
26. Пьезоэлектрический эффект. Кварц.
27. Пироэлектрический эффект. Способы получения электретов.

28. Общие сведения о магнитных свойствах материалов.
29. Процессы намагничивания ферромагнитных материалов
30. Материалы с высокой индукцией насыщения и высокой магнитной проницаемостью.
31. Свойства магнитотвердых материалов
32. Зарождение кристаллов. Равновесная форма кристаллов.
33. Выращивание кристаллов из растворов.
34. Выращивание кристаллов (метод Чохральского).
35. Выращивание кристаллов (метод Бриджмена-Стокбаргера).
36. Технологии получения металлооксидных пленок (пиролиз, золь-гель технология)
37. Газофазные методы эпитаксии.

#### 5.5. Образцы экзаменационных билетов

Образец:

##### Билет № 1

1. Характеристика основных фаз в сплавах.
2. Выращивание кристаллов (метод Чохральского).

#### 5.6. Образцы экзаменационных практических заданий\*

#### 5.7. Банк тестовых заданий для самоконтроля\*

#### 5.8. Методики решения и ответы к образцам тестовых заданий\*

### 6. Методический блок

#### 6.1. Методика преподавания, обоснование выбора данной методики.

В процессе преподавания дисциплины «Материалы и элементы электронной техники» используются классические формы и методы обучения (лекции и лабораторные работы) а также формы промежуточного контроля в виде проверки знаний с помощью тестов (предусмотрено проведение одного модуля). Лекционная форма обеспечивает непосредственный контакт преподавателя со студентами. Студентам нет необходимости записывать лекции, поскольку в конце лекции им передается напечатанный текст прочтенной лекции. Это позволяет им более внимательно слушать преподавателя. Во время чтения лекции используются также демонстрационные материалы в виде конкретных материалов и элементов электроники, о которых идет речь .

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированных лабораториях кафедры «Технологии материалов и систем электронной техники», укомплектованных необходимым оборудованием.

В процессе выполнения лабораторных работ студенты находят решение практических задач. Исходные данные для решения практических задач выдаются преподавателем группам студентов в начале лабораторных занятий.

## 6.2. Методические рекомендации для студентов

### 6.2.1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов при изучении конкретной дисциплины.

В ходе самостоятельной работы по освоению дисциплины студенты имеют возможность использовать активные элементы электронных методических материалов, размещенных на сайтах интернета, приведенных в п. 3.1.4, а также литературой, имеющейся в библиотечном фонде института.

### 6.2.2. Методические указания по подготовке к семинарским, практическим или лабораторным занятиям.

Составлено учебно-методическое пособие по проведению лабораторных работ и инструкции к ним выдаются студентам за неделю до начала лабораторного занятия.

### 6.2.3. Методические рекомендации по написанию самостоятельных работ, в том числе курсовых работ, рефератов, эссе и др.

Не предусмотрены.