

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)  
УНИВЕРСИТЕТ**

Составлен в соответствии с  
государственными требованиями к  
минимуму содержания и уровню  
подготовки выпускников по  
направлению **11.03.03**  
**Конструирование и технология**  
**электронных средств и**  
Положением «Об УМКД РАУ».

**УТВЕРЖДАЮ:**



**Инженерно-физический институт**

**Кафедра Технологии материалов и структур электронной техники**

**Автор:** Кандидат технических наук, Погосян Манук Араратович

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

**Дисциплина:** Б1.В.ДВ.06.01 «Материалы и компоненты электронных  
средств»

**Направление:** 11.03.03 «Конструирование и технология электронных  
средств»

**ЕРЕВАН 2023**

## Структура и содержание УМКД

### 1. Аннотация

- 1.1. Согласно ФГОС ВПО РФ дисциплина “Материаловедение и материалы электронных средств” должна обеспечивать знания о принципах классификации материалов электронных средств, об основах материаловедения, термической обработке материалов, о электрических, электрофизических, физико-химических, механических и технологических свойствах материалов, о конструкционных материалах, устойчивости материалов к воздействию внешней рабочей среды, о диэлектриках, проводниковых материалах, материалах высокой проводимости, сплавах высокого сопротивления, резистивных материалах, полупроводниках, о магнитных материалах, материалах с особыми свойствами, сверхпроводниках, аморфных металлических сплавах, лазерных и оптических материалах.
- 1.2. Данная дисциплина взаимосвязана с дисциплинами: физика, электромагнитные поля и волны, электроника, электропитание устройств и систем связи, схемотехника, оптические телекоммуникационные системы, физические основы техники СВЧ, оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства и др.
- 1.3. Для прохождения дисциплины студент должен
- **знать** основы по курсам общей химии, физики и математики.
  - **уметь** применять отмеченные знания при выборе и применении соответствующих химэлементов и материалов.
  - **владеть** навыками обращения с определенными химэлементами и материалами и навыками их хранения.
- 1.3. Дисциплины, изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины следующие – математика, физика I, II, III, IV.

### 2. Содержание

#### 2.1. Цели и задачи дисциплины.

**Цели дисциплины** - в доступной форме ознакомить студентов с принципами классификации материалов электронных средств, основами материаловедения, термической обработке материалов, с электрическими, электрофизическими, физико-химическими, механическими и технологическими свойствами материалов, с конструкционными материалами, устойчивостью материалов к воздействию внешней рабочей среды. Дать представления о химии основных материалов используемых в радиотехнике - проводников, полупроводников, диэлектриков, магнитных и органических материалов, материалов специального назначения, ознакомить со способами их получения, с их физико-химическими свойствами и с областями их применения.

**Задачи** – привить знания в технологических приемах получения вышеперечисленных материалов, навыки безопасного обращения с этими материалами и их применения в соответствующей области, дать представление об основных путях развития материаловедения для радиоэлектроники.

## **2.2. После изучения дисциплины студент должен:**

- **знать** об основных физико-химических и технологических свойствах материалов, применяемых в радиотехнике и электронике (о проводниках, полупроводниках, изоляторах, магнитных и других материалах), об основных способах получения наиболее важных представителей перечисленных классов материалов.
- **уметь** правильно выбирать необходимые материалы для применения в радиоэлектронной аппаратуре, использовать стандартную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения физических величин;
- **иметь** представление об основных путях развития материаловедения для радиоэлектроники;
- **владеть** основными знаниями о наиболее важных материалах и их назначении, компьютерными технологиями.

## **2.3. Трудоемкость дисциплины: в академических часах – 68, в кредитах – 3**

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

<b>Виды учебной работы</b>	<b>Всего, в акад. часах</b>
<b>1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:</b>	<b>108</b>
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	<b>68</b>
1.1.1. Лекции	<b>34</b>
1.1.2. Лабораторные работы	<b>34</b>
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	<b>40</b>
1.2.1. Подготовка к лабораторным работам и к зачету	<b>40</b>
Итоговый контроль	<b>зачет</b>

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

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекци и(ак. часов)	Лабор. (ак. часов)
1	2=3+4	3	4
<b>Введение. Глава 1. Основы материаловедения. Принципы классификации материалов электронных средств. Термическая обработка материалов. Электрические, электрофизические, физико-химические, механические и технологические свойства материалов. Конструкционные материалы. Устойчивость материалов к внешней рабочей среды. Гигроскопичность и влагопроницаемость материалов.</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Тема 1.1. Основы материаловедения Тема 1.2. Классификация материалов электронных средств.	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Тема 1.3. Термическая обработка материалов. Тема 1.4. Электрические, электрофизические, физико-химические, механические и технологические свойства материалов. Тема 1.5. Конструкционные материалы	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Тема 1.6. Устойчивость материалов к внешней рабочей среды. Тема 1.7. Гигроскопичность и влагопроницаемость материалов	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Глава 2. Проводниковые материалы. Общие сведения о проводниках. Материалы высокой проводимости. Сплавы высокого сопротивления. Резистивные материалы.</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Тема 2.1. Общие сведения о проводниках. Тема 2.2. Материалы высокой проводимости.	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Тема 2.3. Сплавы высокого сопротивления. Резистивные материалы.	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Глава 3. Полупроводниковые материалы и их свойства. Классификация полупроводниковых материалов. Германий. Кремний. Мышьяк. Бор Селен и теллур. Полупроводниковые соединения типа A<sup>III</sup>B<sup>V</sup>.</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Тема 3.1. Классификация полупроводниковых материалов. Тема 3.2. Германий.	<b>3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>
Тема 3.3. Кремний.	<b>3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>
Тема 3.4. Мышьяк. Тема 3.5. Бор. Тема 3.6. Селен и теллур.	<b>3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>

Тема 3.7. Полупроводниковые соединения типа $A^{III}B^V$ .	3	1,5	1,5
<b>Глава 4. Диэлектрические материалы и физические процессы в них. Общие сведения и классификация диэлектриков. Пассивные неорганические диэлектрики. Пассивные органические диэлектрики. Активные диэлектрики.</b>	12	6	6
Тема 4.1. Общие сведения и классификация диэлектриков. Тема 4.2. Пассивные неорганические диэлектрики. Тема 4.3. Пассивные органические диэлектрики.	6	3	3
Тема 4.4. Активные диэлектрики.	6	3	3
<b>Глава 5. Магнитные материалы. Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных магнитных полей. Магнитомягкие высокочастотные материалы. Магнитные материалы специализированного назначения Магнитотвердые материалы.</b>	12	6	6
Тема 5.1. Классификация магнитных материалов. Тема 5.2. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных магнитных полей. Тема 5.3. Магнитомягкие высокочастотные материалы.	6	3	3
Тема 5.4. Магнитные материалы специализированного назначения. Тема 5.5. Магнитотвердые материалы.	6	3	3
<b>Глава 6. Материалы с особыми свойствами. Сверхпроводящие металлы и сплавы. Аморфные металлические сплавы. Лазерные и оптические материалы.</b>	8	4	4
Тема 6.1. Сверхпроводящие металлы и сплавы. Тема 6.2. Аморфные металлические сплавы.	4	2	2
Тема 6.3. Лазерные и оптические материалы.	4	2	2
<b>ИТОГО</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

### 2.3.3. Содержание разделов и тем дисциплины

**Введение.** Предмет дисциплины и ее задачи. Роль материалов в развитии современной техники и радиоэлектронной аппаратуры ([1], с.5-6).

**Глава 1. Основы материаловедения. Принципы классификации материалов электронных средств. Термическая обработка материалов. Электрические, электрофизические, физико-химические, механические и технологические свойства материалов. Конструкционные материалы. Устойчивость материалов к внешней рабочей среды. Гигроскопичность и влагопроницаемость материалов.**

Тема 1.1. Основы материаловедения. Краткие сведения о предмете материаловедения, его основные задачи и этапы развития. ([2], с.3-6).

Тема 1.2. Классификация материалов электронных средств. ([1], §1.1.).

Тема 1.3. Термическая обработка материалов. Роль термической обработки для ускорения химических процессов синтеза материалов. Конструкционные особенности и нагревательные элементы лабораторных камерных печей. (Прайс лист фирмы Naberterm, [3], с. 6-9).

Тема 1.4. Электрические, электрофизические, физико-химические, механические и технологические свойства материалов. Электрические свойства материалов. Физические свойства материалов. Химические и механические свойства материалов. ([4], с. 5), (www.Pandia.ru, стр. 1, 2).

Тема 1. 5. Конструкционные материалы. ([4], с. 4).

Тема 1. 6. Устойчивость материалов к внешней рабочей среды. ([5], гл. 2).

Тема 1. 7. Гигроскопичность и влагопроницаемость материалов. Влажность материалов. Влагопроницаемость. Тропикостойкость. ([5], гл. 2).

## **Глава 2. Проводниковые материалы. Общие сведения о проводниках. Материалы высокой проводимости. Сплавы высокого сопротивления. Резистивные материалы.**

Тема 2.1. Общие сведения о проводниках. Твердые проводники. Жидкие проводники. Газообразные проводники. ([2] гл.1, [3] гл.5).

Тема 2.2. Материалы высокой проводимости. Медь. Алюминий. Благородные металлы. ([2], §1.1.; §2.1.; §3.1.;§3.2.).

Тема 2.3. Сплавы высокого сопротивления. Резистивные материалы. Характеристика сплавов высокого сопротивления. Манганин. Константан. Нагревостойкие сплавы. Нихромы. ([6] гл.5).

## **Глава 3. Полупроводниковые материалы и их свойства. Классификация полупроводниковых материалов. Германий. Кремний. Мышьяк. Бор Селен и теллур. Полупроводниковые соединения типа $A^{III}B^V$ .**

Тема 3.1. Классификация полупроводниковых материалов. ([2] гл.1, [3] гл.5).

Тема 3.2. Германий. Получение германия. Физико-химические и электрические свойства. Очистка и выращивание монокристаллов. Применение германия. ([6] гл.5).

Тема 3.3. Кремний. Получение кремния. Физико-химические и электрические свойства. Выращивание монокристаллов. Эпитаксия кремния. Поверхность кремния. Применение кремния. ([6] гл.5).

Тема 3.4. Мышьяк. ([7], гл.XIV,§149).

Тема 3.5. Бор. ([8],§9.2.3.).

Тема 3.6. Селен и теллур. ([9], гл. III,§11.;§12.).

Тема 3.7. Полупроводниковые соединения типа  $A^{III}B^V$ . Общая характеристика. Антимонит алюминия. Антимонит галлия. Арсенид алюминия. Арсенид галлия. ([9],гл.IV, §1.;§2.;§3.;§5.;§6.).

**Глава 4. Диэлектрические материалы и физические процессы в них. Общие сведения и классификация диэлектриков. Пассивные неорганические диэлектрики. Пассивные органические диэлектрики. Активные диэлектрики.**

Тема 4.1. Общие сведения и классификация диэлектриков. Поляризация. Диэлектрическая проницаемость. Угол диэлектрических потерь. Ток сквозной проводимости. Электрическая прочность. ([2], §7.1.; §7.6.).

Тема 4.2. Пассивные неорганические диэлектрики. Неорганические стекла. Ситаллы. Керамика. ([2], §7.7.; §7.8.).

Тема 4.3. Пассивные органические диэлектрики. Материалы с малыми диэлектрическими потерями (неполярные). Полиэтилен. Полистирол. Политетрафторэтилен (ПТФЭ). Материалы с повышенными диэлектрическими потерями (полярные). Поливинилхлорид (ПВХ). Полиэтилентерефталат (лавсан). Композиционные порошковые пластмассы и слоистые пластики. Фенолоформальдегидные смолы. Крезолоформальдегидные смолы. Анилиноформальдегидные смолы. Гетинакс. Текстолит. ([2], §7.3.; §7.4.; §8.1.; §8.2.).

Тема 4.4. Активные диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Электрооптические кристаллы. Пьезоэлектрики. Пирозэлектрики. Электреты. Жидкие кристаллы. ([2], §8.3.; §8.4.).

**Глава 5. Магнитные материалы. Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных магнитных полей. Магнитомягкие высокочастотные материалы. Магнитные материалы специализированного назначения. Магнитотвердые материалы.**

Тема 5.1. Классификация магнитных материалов. Слабомагнитные и сильномагнитные материалы. Механизм технического намагничивания и магнитный гистерезис. ([2], §8.5.), ([6] гл. 4).

Тема 5.2. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных магнитных полей. Основные требования к материалам. Железо и низкоуглеродные стали. Кремнистая электротехническая сталь. Низкокоэрцитивные сплавы. ([2], §8.6.).

Тема 5.3. Магнитомягкие высокочастотные материалы. Ферриты. Высокопроницаемые ферриты. Применение магнитомягких ферритов. Магнитодиэлектрики. ([2], §10.1.; §10.2.; §10.3.; [8], §15.1.2.).

Тема 5.4. Магнитные материалы специализированного назначения. Ферриты и металлические сплавы с ППГ. Ферриты для устройств СВЧ. Магнотриксционные материалы. ([2], §10.4.).

Тема 5.5. Магнитотвердые материалы. Классификация и свойства. Литые высококоэрцитивные сплавы. Магниты из порошков. Магнитотвердые ферриты. Сплавы на основе редкоземельных элементов. Металлические и неметаллические материалы для магнитной записи информации. ([2], §10.5.).

**Глава 6. Материалы с особыми свойствами. Сверхпроводящие металлы и сплавы. Аморфные металлические сплавы. Лазерные и оптические материалы.**

Тема 6.1. Сверхпроводящие металлы и сплавы. Явление сверхпроводимости. Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП). Криопроводники. ([6] гл.5).

Тема 6.2. Аморфные металлические сплавы. Классификация. Методы получения аморфных металлических сплавов. Структура аморфных сплавов. Свойства и применение. ([10] гл.1-2).

Тема 6.3. Лазерные и оптические материалы. Лазер. Основные элементы лазеров. Требования к лазерным материалам. Оптические материалы. Структура и свойства. Оптические стекла. Диаграмма Аббе. Методы получения. Области применения. ([6] гл. 5, [11] гл.1-2).

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

Лабораторные занятия охватывают все основные главы лекционных тем и имеют целью помогать лучшему освоению теоретических вопросов. Они состоят из девяти лабораторных работ посвященных микроскопическому анализу металлов и сплавов, электрическим свойствам проводниковых и резистивных материалов. Полупроводниковым материалам посвящены работы по определению типа их проводимости по определению знака термо-ЭДС. Остальные работы относятся к определению электропроводности, диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь диэлектриков. Исследуются также зависимость электропроводности, диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь от температуры. 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.

#### ***2.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины***

Компьютерная техника. Курс лекций в электронном или печатном варианте. Литература библиотечного фонда института и города. 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. Аваев Н.А., Наумов Ю.Ф., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники. – М.: Радиосвязь, 1991.
2. Пасынков В.В. Материалы электронной техники, М.: Высшая школа, 2005. 404 с.
3. Марюшин Л.А. «Высокотемпературные теплотехнические процессы и установки», М., 2011, стр. 69-71.
4. Ковалевская Ж.Г., Безбородов В.П. Основы материаловедения. Конструкционные материалы: учебное пособие, Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 110 с.
5. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В. Материалы в радиотехнике – М.: Госэнергоиздат, 1981.
6. Плотянская М.А., Киршина И.А., Филонов О.М. Материаловедение и материалы электронной техники: текст лекций.- СПбГУАП. СПб., 2004.
7. Глинка Н.Л. Общая химия. Изд-во «Химия», Ленинградское отделение, 1977., 720с.
8. Колесов Н.С., Колесов И.С., Материаловедение и технология конструкционных материалов., Высшая школа, М., 2004г.
9. Угай Я.А. Введение в химию полупроводников., Учеб. пособие для вузов., Высшая школа., М.,1975., 302с.
10. Золотухин И.В., Бармин Ю.В., Стабильность и процессы релаксации в металлических стеклах., М., «Металлургия», 1991, с. 158.
11. Бужинский И. М., Дёмкина Л. И., Евстропьев К. С. и др. Физико-химические основы производства оптического стекла Под ред. Л. И. Дёмкиной., Л., «Химия», 1976, 456 с
12. Шаскольская М.П. Кристаллография - М.: Высшая школа, 1978.
13. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники – М.: Высшая школа,1986.

### **3.1.2. Учебные пособия**

14. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы Л.: Энергоатомиздат, 1985.
15. Материалы микроэлектронной техники / Под ред. В.М.Андреева - М.: Радио и связь, 1989.
16. 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.
17. Физика полупроводниковых приборов. Т 1,2. – М.: Мир, 1984.
18. Неменов Л.Л., Соминский М.С. Основы физики и техники полупроводников. – Л.: Наука, 1974.
19. Резисторы: Справочник / Под ред. П.П. Четвертакова и В.М. Терехова – М.: Радио и связь, 1991.
20. Бублик В.Т., Дубровина А.Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов – М.: Metallurgia, 1978.
21. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия / Я.С. Уманский, Ю.А. Соколов, А.И. Иванов, Л.Н. Расторгуев – М.: Metallurgia, 1982.

### **3.1.3. Краткий конспект лекций (краткие аннотации по каждой теме)**

#### **3.1.4. Электронные материалы**

1. [http://window.edu.ru/window\\_catalog/redirect?id=44842&file=Plotyanskaya.pdf](http://window.edu.ru/window_catalog/redirect?id=44842&file=Plotyanskaya.pdf)
2. [http://window.edu.ru/window\\_catalog/files/r29852/ispu008.pdf](http://window.edu.ru/window_catalog/files/r29852/ispu008.pdf)
3. <http://www.elektrolibrary.info>

## **4. Практический блок**

### **4.1. Планы практических и семинарских занятий**

Практические и семинарские занятия не предусмотрены

### **4.2. Планы лабораторных работ и практикумов.**

Предусмотрено проведение следующих лабораторных работ:

1. Термообработка и высокотемпературный синтез электронных материалов
2. Электрические свойства проводниковых материалов
3. Резистивные материалы и резисторы

4. Определение типа проводимости полупроводников по знаку термо-ЭДС
5. Электропроводность твердых диэлектриков.
6. Зависимость электропроводности диэлектриков от температуры
7. Сегнетоэлектрики
8. Изучение пьезоэлектрического эффекта
9. Изучение магнитных свойств материалов

### **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.:

#### **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.

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

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

1. Основы материаловедения. Принципы классификации материалов электронных средств.
2. Термическая обработка материалов и ее роль в получении материалов для электроники.

3. Электрические, электрофизические, физико-химические, механические и технологические свойства материалов.
4. Конструкционные материалы, их роль в электронике и радиотехнике.
5. Устойчивость материалов к внешней рабочей среды.
6. Проводниковые материалы. Общие сведения о проводниках.
7. Материалы высокой проводимости. Медь. Алюминий.
8. Благородные металлы.
9. Сплавы высокого сопротивления. Резистивные материалы.
10. Полупроводниковые материалы и их свойства. Германий. Кремний. Мышьяк. Бор. Селен и теллур.
11. Полупроводниковые соединения типа  $A^{III}B^V$ .
12. Диэлектрические материалы и физические процессы в них. Общие сведения и классификация диэлектриков.
13. Пассивные неорганические диэлектрики.
14. Пассивные органические диэлектрики.
15. Активные диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Электрооптические кристаллы.
16. Пьезоэлектрики.
17. Пироэлектрики.
18. Электреты и жидкие кристаллы.
19. Магнитные материалы. Классификация магнитных материалов.
20. Механизм технического намагничивания и магнитный гистерезис.
21. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных магнитных полей.
22. Магнитомягкие высокочастотные материалы.
23. Магнитные материалы специализированного назначения.
24. Ферриты для устройств СВЧ.
25. Магнитотвердые материалы. Классификация и свойства.
26. Металлические и неметаллические материалы для магнитной записи информации.
27. Материалы с особыми свойствами. Сверхпроводящие металлы и сплавы.
28. Аморфные металлические сплавы.
29. Лазерные и оптические материалы.

## ***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.***

Для текущих контролей выбрана форма проверки и оценки лабораторных работ, которые проводятся в течение всего курса обучения. В качестве окончательной оценки предусмотрена проведение одного модуля в конце семестра в виде тестирования. В качестве образца ниже приводится примерный вариант теста:

### ***Тест 1. В чем суть эффекта Мейсснера-Оксенфельда?***

- 1 – в изменении линейных размеров сверхпроводника под действием магнитного поля,
- 2 – в изменении направления тока сверхпроводника помещенного в магнитное поле,
- 3 – в том, что магнитное поле проникает во весь объем сверхпроводника,
- 4 – в том, что магнитное поле не проникает в объем сверхпроводника, а выталкивается из него.

## ***5.4. Перечень экзаменационных вопросов***

Экзамен не предусмотрен

## **6. Методический блок**

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

В процессе преподавания дисциплины «Материаловедение и материалы электронных средств» используются классические формы и методы обучения (лекции и лабораторные работы) а также формы промежуточного контроля в виде проверки знаний с помощью опроса и оценки знаний по проведенным лабораторным работам. В конце семестра предусмотрен окончательный контроль знаний в форме тестового 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, которые выдаются студентам за неделю до начала лабораторного занятия.