

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Твердотельная микро- и нанoeлектроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>   | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                 |
| <b>Часть образовательной программы:</b>                        | <b>Обязательная</b>                                 |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>                         | <b>Б1.О.02</b>                                      |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                       | <b>1 семестр - 3;</b>                               |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>                        | <b>108 часов</b>                                    |
| <b>Лекции</b>  | <b>1 семестр - 16 часов;</b>                        |
| <b>Практические занятия</b>                                    | <b>1 семестр - 16 часов;</b>                        |
| <b>Лабораторные работы</b>                                     | <b>не предусмотрено учебным планом</b>              |
| <b>Консультации</b>  | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                  | <b>1 семестр - 75,7 часа;</b>                       |
| <b>в том числе на КП/КР</b>                                    | <b>не предусмотрено учебным планом</b>              |
| <b>Иная контактная работа</b>                                  | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b> |
| <b>включая:</b><br><b>Контрольная работа</b><br><b>Реферат</b> |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>                               |   |
| <b>Зачет с оценкой</b>   | <b>1 семестр - 0,3 часа;</b>                        |

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

|   |  |                                  |
|---|--|----------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                  |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                  |
|   | Владелец   | Мирошникова И.Н.                 |
|   | Идентификатор                                      | Rd1db27a5-MiroshnikovaIN-70caf8f |

(подпись)

И.Н.  
Мирошникова

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|   |  |                              |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|   | Владелец   | Баринов А.Д.                 |
|   | Идентификатор                                      | Ra98e1318-BarinovAD-f138ec4f |

(подпись)

А.Д. Баринов

(расшифровка подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|   |  |                                  |
|---|--|----------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                  |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                  |
|   | Владелец   | Мирошникова И.Н.                 |
|   | Идентификатор                                      | Rd1db27a5-MiroshnikovaIN-70caf8f |

(подпись)

И.Н.  
Мирошникова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение научной основы для осознанного и целенаправленного использования полученных знаний при создании элементов, приборов и устройств микроэлектроники и нанoeлектроники

### Задачи дисциплины

- расширение научного кругозора и эрудиции студентов на базе изучения законов физики низкоразмерных полупроводниковых структур для последующего использования их при создании приборов нанoeлектроники, твердотельной электроники и в технологии микро- и нанoeлектроники;

- подготовка к проведению НИР (НИОТКР), в частности ВКР магистра.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения  |
|--|--|--|
| ОПК-1 способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники             | знать:<br>- историю развития электроники (ламповой, дискретной и интегральной полупроводниковой, нанoeлектроники);<br>- перспективы развития электроники и нанoeлектроники;<br>- принципы использования методологии в научных исследованиях; |
| ОПК-1 способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора | ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности                         | уметь:<br>- использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в собственных исследованиях..   |
| ОПК-2 способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы  | ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Знает методы синтеза и исследования моделей  | знать:<br>- Знает методы синтеза и исследования моделей интегральных микросхем.  |
| ОПК-2 способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы  | ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования | уметь:<br>- адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования.  |

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Твёрдотельная микро- и нанoeлектроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации            | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания   |
|-------|---|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|
|       |   |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |  |
|       |   |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |  |
| КПР   | ГК  | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |  |
| 1     | 2   | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15   |
| 1     | Методология научной деятельности                                  | 14                    | 1       | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 | <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материала лекции и рекомендованной литературы, поиск материала в интернете</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Поиск литературы и патентов в интернете</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала лекции и рекомендованной литературы</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], стр. 5 - 46</p> |
| 1.1   | Методология научной деятельности                                  | 14                    |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 |  |
| 2     | Истоки и основы методологии науки и техники в области электроники | 14                    |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 |  |
| 2.1   | Истоки и основы методологии науки и техники в области электроники | 14                    |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 |  |
| 3     | Ламповая электроника  | 13.7                  |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 9.7               | -                                 |  |
| 3.1   | Методология техники в области ламповой электроники                | 13.7                  |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 9.7               | -                                 |  |
| 4     | Дискретная  | 12                    |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 8                 | -                                 |  |
|       |   |                       |         |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |  |

|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
|     | полупроводниковая электроника  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | Изучение материала лекции и рекомендованной литературы   |
| 4.1 | Дискретная полупроводниковая электроника.  | 12 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 8  | - | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], стр. 240 - 280<br>[5], стр. 19 - 88   |
| 5   | Интегральная полупроводниковая электроника   | 12 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 8  | - | <b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b><br>Изучение материала лекции и рекомендованной литературы, поиск материала в интернете  |
| 5.1 | Интегральная полупроводниковая электроника   | 12 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 8  | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала лекции и рекомендованной литературы<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[4], стр. 13 - 28, 177 - 197<br>[5], стр. 89 - 113            |
| 6   | Методология науки и техники в области наноэлектроники  | 14 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Подготовка реферата:</u></b> Изучение материала лекции и рекомендованной литературы, поиск материала в интернете   |
| 6.1 | История и методология науки и техники в области кремниевой наноэлектроники   | 14 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала лекции и рекомендованной литературы<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], стр. 198 - 318<br>[4], стр. 212 - 249<br>[6], стр. 13-21 |
| 7   | Методология науки и техники в области молеотроники   | 14 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала лекции и рекомендованной литературы, поиск материала в интернете   |
| 7.1 | История и методология науки и техники в области новых направлений наноэлектроники: молекулярная электроника (молеотроника) | 14 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[4], стр. 152 - 160, 172 - 176, 270 - 302  |

|     |                        |       |  |    |   |    |   |   |   |   |   |     |      |   |
|-----|------------------------|-------|--|----|---|----|---|---|---|---|---|-----|------|---|
| 8   | Углеродная электроника | 14    |  | 2  | - | 2  | - | - | - | - | - | 10  | -    | <b><u>Подготовка реферата:</u></b> Изучение материала лекции и рекомендованной литературы, поиск материала в интернете<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала лекции и рекомендованной литературы, поиск материала в интернете<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[4], стр. 105 - 108, 120 - 144, 148 - 152, 198 - 204 |
| 8.1 | Углеродная электроника | 14    |  | 2  | - | 2  | - | - | - | - | - | 10  | -    |   |
|     | Зачет с оценкой        | 0.3   |  | -  | - | -  | - | - | - | - | - | 0.3 | -    |   |
|     | Всего за семестр       | 108.0 |  | 16 | - | 16 | - | - | - | - | - | 0.3 | 75.7 |   |
|     | Итого за семестр       | 108.0 |  | 16 | - | 16 | - | - | - | - | - | 0.3 | 75.7 |   |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Методология научной деятельности

#### 1.1. Методология научной деятельности

Введение. Наука как форма деятельности человека. Методология – это учение об организации деятельности. Наука в период античности. XX век от ОБЪЯСНЕНИЯ к ПРЕДСКАЗАНИЮ. Возрастающая роль фундаментальной науки. Научное исследование как форма организации деятельности. Цель научного исследования. Структура организации научных исследований. Методы (уровни) научного познания. Виды деятельности. Нормы научной деятельности. Специфика научного познания. Структура научного познания. Анализ и синтез как методы построения моделей. Классификация моделей. Этапы моделирования. Имитационное моделирование. Компьютерное моделирование. Техническая и инженерная деятельность. Процесс выполнения исследовательской работы. Этапы проведения НИР. Отчет по НИР. Роль литературного обзора и патентного поиска. Научная новизна..

### 2. Истоки и основы методологии науки и техники в области электроники

#### 2.1. Истоки и основы методологии науки и техники в области электроники

Истоки и основы методологии науки и техники в области электроники. Роль определения направления деятельности. Наша задача – обсудить истоки и основы методологии науки техники в области электроники. В. К. Гейзенберг о теории информации. Принцип дополненности Н. Бора как принцип методологии. Методология в электронике. Методы синтеза и исследования моделей, применяемых в микроэлектронике. История развития электроники. Методология и темпы развития науки и научно-технического прогресса. Луи де Бройль и волновая функция. Уравнение Э. Шрёдингера. Наукоёмкость микроэлектроники. Физические модели приборов и технологических операций..

### 3. Ламповая электроника

#### 3.1. Методология техники в области ламповой электроники

Работы Б. Франклина, Дж. Флеминга, Л. Де Фореста и Р. Либена, Т.А. Эдисона, О.В. Ричардсона, В. Шоттки. Особенности ламповой электроники. Термоэлектронная эмиссия..

### 4. Дискретная полупроводниковая электроника

#### 4.1. Дискретная полупроводниковая электроника.

Особенности перехода от ламповой к дискретной полупроводниковой электронике. Эмпирический этап. Первые полупроводниковые приборы, вклад советских ученых. Полевые и биполярные транзисторы. Особенности методологии науки в области дискретной полупроводниковой электроники. Туннельные диоды. Технология получения рп-перехода. Современный транзистор..

### 5. Интегральная полупроводниковая электроника

#### 5.1. Интегральная полупроводниковая электроника

Основные особенности интегральной полупроводниковой электроники. Первые ИМС. Методология массового производства полупроводниковых ИМС. Технология. Закон Мура. Противоречия развития микроэлектроники. Скейлинг. Масштабирование МОПТ. Проблема межсоединений..

## 6. Методология науки и техники в области нанoeлектроники

### 6.1. История и методология науки и техники в области кремниевой нанoeлектроники

История и методология науки и техники в области кремниевой нанoeлектроники. Развитие технологии производства ИС. Особенности технологии и конструкции современных транзисторов. История и методология науки и техники в области новых направлений нанoeлектроники. Одноэлектроника. Кулоновская блокада. Резонансное туннелирование. РТД, РТТ. Спинтроника. Работа А. Ферта и П. Грюнберга, Дж. Уленбека и С. Гаудсмита. Приборное воплощение..

## 7. Методология науки и техники в области молеэлектроники

### 7.1. История и методология науки и техники в области новых направлений нанoeлектроники: молекулярная электроника (молеэлектроника)

Микромолекулярная и макромолекулярная электроника. Молекулярные материалы. Работы Де Жена, Г. Крото, Р. Карл и Р. Смелли, А. Хигера, А. Макдиармиду и Х. Ширакава, Пайерлса, Л. Ландау, С. И. Пекара. Приборы на основе органических полупроводников.

## 8. Углеродная электроника

### 8.1. Углеродная электроника

Графен, графан. Приборы на основе графена и графана. Фуллерены и нанотрубки. Приборы на основе фуллеренов и нанотрубок..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Методология научной деятельности. Научный метод и методы исследования. Выбор направления научного исследования, методическая система научных исследований, системы имитационного моделирования.;
2. Прикладные программные пакеты для расчета и моделирования интегральных микросхем;
3. Подготовка отчета по патентным исследованиям;
4. Патентный поиск в базах Patenscope и Espacenet;
5. Патентные исследования, международный патентный классификатор, поиск в базах данных ФИПС и USPTO;
6. Методология науки и техники в области дискретной полупроводниковой электроники. Физические модели полупроводниковых приборов: основные уравнения, модели подвижности, генерации и рекомбинации. Физические модели технологических операций: диффузии, окисления, ионной имплантации.;
7. Методы решения проблемы на примере зонной теории. Теория сильной и слабой связи. Адиабатическое приближение или приближение Борна–Оппенгеймера. Одноэлектронное приближение или метод Хартри – Фока. Зонная теория полупроводников. Квантовой теории полупроводников – одна из методологических составляющих перспективных проектных разработок, связанных с техникой в области полупроводниковой электроники.;
8. Прикладные программные пакеты для расчета и моделирования интегральных микросхем.

## **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)                                   | Коды индикаторов      | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   |   |   |   | Оценочное средство<br>(тип и наименование) |  |
|--|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
|  |                       | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |  |
| <b>Знать:</b>  |                       |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| принципы использования методологии в научных исследованиях;  | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> |   | + |   |   |   |   |   |   |  | Реферат/Реферат по разделу "Методология научной деятельности"  |
| перспективы развития электроники и нанoeлектроники;  | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> |   |   |   |   |   | + | + | + |  | Контрольная работа/Контрольная работа на знание лекционного материала по разделу "Методология науки и техники в области нанoeлектроники" |
| историю развития электроники (ламповой, дискретной и интегральной полупроводниковой, нанoeлектроники);               | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> | +   |   | + | + |   |   |   |   |  | Контрольная работа/Контрольная работа на знание лекционного материала по разделу "Ламповая и дискретная полупроводниковая электроника"   |
| Знает методы синтеза и исследования моделей интегральных микросхем   | ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> | +   |   |   |   |   |   |   |   |  | Реферат/Реферат по разделу "Методология научной деятельности"  |
| <b>Уметь:</b>  |                       |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в собственных исследованиях.                                  | ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> |   |   |   |   | + |   |   |   |  | Контрольная работа/Контрольная работа на знание лекционного материала по разделу "Интегральная полупроводниковая электроника"            |
| адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования | ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> | +   |   |   |   |   |   |   |   |  | Контрольная работа/Контрольная работа на знание лекционного материала по разделу "Интегральная полупроводниковая электроника"            |

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа на знание лекционного материала по разделу "Интегральная полупроводниковая электроника" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа на знание лекционного материала по разделу "Ламповая и дискретная полупроводниковая электроника" (Контрольная работа)
3. Контрольная работа на знание лекционного материала по разделу "Методология науки и техники в области нанoeлектроники" (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка качества оформления задания

1. Реферат по разделу "Методология научной деятельности" (Реферат)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе (БАРС) для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих. Успешная сдача материалов реферата и презентации добавляет к текущей оценке 1 балл

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Домнина, В. В. Формирование умений научно-исследовательской деятельности у студентов : учебное пособие по курсу "Практика инновационных разработок" по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / В. В. Домнина, Г. Ч. Чо, М. А. Козина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 60 с. - ISBN 978-5-7046-2116-4 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10821](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10821);
2. Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника : учебное пособие для вузов по специальностям "Микро- и нанoeлектронные технологии и системы" и "Квантовые информационные системы" / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009 . – 223 с. – (Нанотехнологии) . - ISBN 978-5-947749-14-4 .;
3. Шалимова, К. В. Физика полупроводников : учебник / К. В. Шалимова . – 4-е изд., стер . – М. : Лань-Пресс, 2010 . – 400 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0922-8 .;
4. Щука, А. А. Нанoeлектроника : учебник для бакалавриата и магистратуры вузов по инженерно-техническим направлениям / А. А. Щука ; общ. ред. А. С. Сигов . – М. : Юрайт, 2017 . – 297 с. – (Бакалавр и магистр. Академический курс) . - ISBN 978-5-9916-8280-0 .;

5. Воробьев, М. Д. Полупроводниковая и вакуумная электроника : учебное пособие по курсам "Электроника", "Твердотельная электроника", "Вакуумная и плазменная электроника" по направлениям "Электроника и микроэлектроника", "Радиотехника" / М. Д. Воробьев, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 168 с. - ISBN 978-5-383-00518-7 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1861](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1861);

6. Щука А. А.- "Нанoeлектроника", (5-е изд.), Издательство: "Лаборатория знаний", Москва, 2020 - (345 с.)

<https://e.lanbook.com/book/135510>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
12. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
13. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
14. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование | Оснащение   |
|---|-------------------------------|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | К-102, Учебная аудитория      | парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор                           |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | К-102а, Учебная аудитория     | парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор                           |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | К-102а, Учебная аудитория     | парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор                           |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | НТБ-302, Читальный зал отдела | стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | обслуживания учебной литературой        |   |
|  | НТБ-303, Компьютерный читальный зал     | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер  |
| Помещения для консультирования                           | К-109/1, Кабинет сотрудников каф. "ЭиН" | кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, стол для совещаний, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, оборудование для экспериментов, компьютер персональный, документы, книги, учебники, пособия |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | К-115, Склад каф. "ЭиН"                 | стеллаж, инвентарь учебный  |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Методология научной деятельности

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Контрольная работа на знание лекционного материала по разделу "Ламповая и дискретная полупроводниковая электроника" (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа на знание лекционного материала по разделу "Интегральная полупроводниковая электроника" (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа на знание лекционного материала по разделу "Методология науки и техники в области наноэлектроники" (Контрольная работа)
- КМ-4 Реферат по разделу "Методология научной деятельности" (Реферат)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 15   |
| 1             | Методология научной деятельности   |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Методология научной деятельности   |            | +    | +    |      | +    |
| 2             | Истоки и основы методологии науки и техники в области электроники          |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Истоки и основы методологии науки и техники в области электроники          |            |      |      |      | +    |
| 3             | Ламповая электроника   |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Методология техники в области ламповой электроники                         |            | +    |      |      |      |
| 4             | Дискретная полупроводниковая электроника                                   |            |      |      |      |      |
| 4.1           | Дискретная полупроводниковая электроника.                                  |            | +    |      |      |      |
| 5             | Интегральная полупроводниковая электроника                                 |            |      |      |      |      |
| 5.1           | Интегральная полупроводниковая электроника                                 |            |      | +    |      |      |
| 6             | Методология науки и техники в области наноэлектроники                      |            |      |      |      |      |
| 6.1           | История и методология науки и техники в области кремниевой наноэлектроники |            |      |      | +    |      |
| 7             | Методология науки и техники в области молетроники                          |            |      |      |      |      |

|            |   |    |    |    |    |
|------------|---|----|----|----|----|
| 7.1        | История и методология науки и техники в области новых направлений наноэлектроники: молекулярная электроника (молетроника) |    |    | +  |    |
| 8          | Углеродная электроника  |    |    |    |    |
| 8.1        | Углеродная электроника  |    |    | +  |    |
| Вес КМ, %: |   | 25 | 25 | 25 | 25 |