

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
Хагуров Т.А.  
подпись  
« 14 » \_\_\_\_\_ 2018 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.04.02 «ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

|                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| Направление подготовки         | 03.03.02 «Физика»         |
| Направленность (профиль)       | Фундаментальная физика    |
| Программа подготовки           | Академический бакалавриат |
| Форма обучения                 | Очная                     |
| Квалификация (степень) выпуска | Бакалавр                  |

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавриата 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика»

Программу составил:

кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры  
физики и информационных систем

Супрунов В.В.



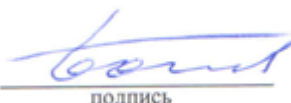
подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем

«06» апреля 2018 г, протокол № 15

Заведующий кафедрой (разработчика)

Богатов Н.М.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем

протокол № 15, «06» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Богатов Н.М.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 10 «12» апреля 2018 г.

Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Григорьян Л.Р., кандидат физ.-мат наук, директор ООО НПФ «Мезон»

Копытов Г.Ф., доктор физ.-мат. наук, заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

### **Цель дисциплины:**

Учебная дисциплина «Физическая электроника» ставит своей целью изучение физических основ электронных и электромагнитных процессов, понимание их роли в функционировании технических устройств промышленной и информационной электроники, ознакомление студентов с основными классами вакуумных приборов и устройств, их принципами действия, основными характеристиками и параметрами, методами их расчета и областями применения. Изучение приборов и устройств вакуумной электроники является важной составной частью подготовки «радиофизиков», так как именно эти приборы и устройства обеспечивают сегодня рекордные параметры по мощности на предельных частотах.

### **Задачи дисциплины**

сформировать у студентов современное представление об основных методах формирования активной среды в виде электронного пучка для мощных источников электромагнитного излучения, включая теорию эмиссии электронов из твердого тела.

### **Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физическая электроника» относится к базовой части Блока 1. Б «Дисциплины (модули)» вариативной части учебного плана.

Дисциплина «Физическая электроника» базируется на следующих дисциплинах образовательной программы бакалавра по направлению Радиофизика: модуля «Математический и естественнонаучный цикл»: «Математика», «Методы математической физики» и «Общая физика» базовой части цикла математических и естественнонаучных дисциплин.

### **Требования к уровню освоения дисциплины**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций (ОПК)

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                           | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                                                               |                                                                                      |                                                                                         |
|--------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                 | знать                                                                                                                                                                                     | уметь                                                                                | владеть                                                                                 |
| 1.     | ОПК-3              | Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач | основы классической электронной оптики; различные виды электронной эмиссии и методы их теоретического описания; устройство и основные характеристики различных электровакуумных приборов. | определять основные характеристики и устройство различных электровакуумных приборов. | приемами и навыками решения конкретных задач из разных областей физической электроники. |
| 2.     | ПК-2               | способностью проводить научные исследования в избранной области                                                                                 | необходимые последовательности измерений для                                                                                                                                              | планировать измерения параметров радиоэлектрон                                       | планированием использования радиоэлектронных приборов                                   |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                                                                         | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны |                  |                             |
|--------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                                                                               | знать                                                       | уметь            | владеть                     |
|        |                    | экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. | определения параметров радиоэлектронных устройств.          | ных компонентов. | в физических исследованиях. |

**Основные разделы дисциплины:**

| № раздела | Наименование разделов                                                                                                                                                                        | Количество часов |                   |    |     |                                        |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|-----|----------------------------------------|
|           |                                                                                                                                                                                              | Всего            | Аудиторная работа |    |     | Самостоятельная работа студентов (СРС) |
|           |                                                                                                                                                                                              |                  | Л                 | ЛЗ | КСР |                                        |
| 1         | 2                                                                                                                                                                                            | 3                | 4                 | 5  | 6   | 7                                      |
| 1.        | <b>Кристаллические решетки</b><br>геометрические свойства, узлы решетки, элементарная ячейка, электронная конфигурация атомов, типы химических связей, строение полупроводниковых кристаллов | 13               | 2                 | –  | 1   | 10                                     |
| 2.        | <b>Волновые функции электрона, Зоны Бриллюэна.</b><br>Энергетические зоны, метод силно связанных электронов, закон дисперсии, Изознергетические поверхности, металлы и полупроводники.       | 29               | 4                 | 4  | 1   | 20                                     |
| 3.        | <b>Электроны и дырки.</b><br>Энергетический спектр носителей в постоянном магнитном                                                                                                          | 19               | 6                 | –  | 1   | 12                                     |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |   |    |    |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|----|----|
|    | поле.мелкие<br>примесные уровни,<br>Сглаженная функция.                                                                                                                                                                                                               |    |   |    |    |    |
| 4. | <b>Статистика электронов и дырок в полупроводниках.</b><br>Распределение Ферми-Дирака.Невырожденн<br>ыеполупроводни<br>ки.Случай сильного<br>вырождения.Концентр<br>ация электронов и<br>дырок на локальных<br>уровнях. Простые<br>центры<br>Многозарядные<br>центры. | 35 | 8 | 16 | 1  | 10 |
| 5. | <b>Усиление электрических сигналов</b><br>дифференциальное<br>сопротивление,<br>транзисторные<br>усилители,<br>интегральные<br>операционные<br>усилители).                                                                                                            | 21 | 2 | 8  | 1  | 10 |
| 6. | <b>Генераторы электрических колебаний</b><br>(обратная связь в<br>усилителях, СВЧ<br>генераторы на<br>приборах с<br>отрицательным<br>дифференциальным<br>сопротивлением).                                                                                             | 24 | 2 | 10 | 2  | 10 |
| 7. | <b>Нелинейные цепи</b><br>(преобразователи и<br>умножители<br>частоты.амплитудная,<br>частотная и фазовая<br>модуляция сигналов,<br>детектирование).                                                                                                                  | 25 | 4 | 8  | 7  | 10 |
| 8. | <b>Цифровая схемотехника</b><br>дешифраторы,<br>триггеры, регистры,<br>цифровые счетчики<br>импульсов,<br>постоянные<br>запоминающие                                                                                                                                  | 25 | 4 | 12 | 14 | 10 |

|  |                                                                                        |     |    |    |    |    |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|----|
|  | устройства и программируемые логические матрицы, оперативные запоминающие устройства). |     |    |    |    |    |
|  | <i>Всего:</i>                                                                          | 252 | 32 | 64 | 54 | 92 |

**Курсовые работы:** не предусмотрены.

**Форма проведения аттестации по дисциплине:** экзамен.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. (252 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице:

| Вид учебной работы                                                          | Всего часов                          | Семестры (часы) |            |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|---|---|
|                                                                             |                                      | 6               | —          | — | — |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                                      |                                      |                 |            |   |   |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                                          | <b>96</b>                            | <b>96</b>       |            |   |   |
| Занятия лекционного типа                                                    | 32                                   | 32              | -          | - | - |
| Лабораторные занятия                                                        | 64                                   | 64              | -          | - | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)                  | -                                    | -               | -          | - | - |
|                                                                             | -                                    | -               | -          | - | - |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                              |                                      |                 |            |   |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                       | 4                                    | 4               |            |   |   |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                              | 0,2                                  | 0,2             |            |   |   |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                                 |                                      |                 |            |   |   |
| <i>Курсовая работа</i>                                                      | -                                    | -               | -          | - | - |
| <i>Проработка теоретического (лекционного материала)</i>                    | 70                                   | 70              | -          | - | - |
| <i>Выполнение индивидуальных заданий(подготовка сообщений, презентаций)</i> | 21                                   | 21              | -          | - | - |
| <i>Реферат</i>                                                              | -                                    | -               | -          | - | - |
|                                                                             |                                      |                 |            |   |   |
| Подготовка к текущему контролю                                              | 28                                   | 28              | -          | - | - |
| <b>Контроль:</b>                                                            |                                      |                 |            |   |   |
| Подготовка к экзамену                                                       | 26,7                                 | 26,7            |            |   |   |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                                   | <b>час.</b>                          | <b>252</b>      | <b>252</b> | - | - |
|                                                                             | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>119</b>      | <b>119</b> |   |   |
|                                                                             | <b>зач. ед.</b>                      | <b>7</b>        | <b>7</b>   |   |   |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в \_\_\_ семестре (для студентов ОФО)

| № раздела | Наименование разделов                            | Количество часов                                                                                                                                                             |                   |    |     |     |
|-----------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----|-----|-----|
|           |                                                  | Всего                                                                                                                                                                        | Аудиторная работа |    |     | СРС |
|           |                                                  |                                                                                                                                                                              | Л                 | ЛЗ | КСР |     |
| 1         | Кристаллические решетки                          | геометрические свойства, узлы решетки, элементарная ячейка, электронная конфигурация атомов, типы химических связей, строение полупроводниковых кристаллов                   | 2                 | —  | —   |     |
| 2         | Волновые функции электрона,                      | Энергетические зоны, метод силно связанных электронов, закон дисперсии, Изоэнергетические поверхности,, металлы и полупроводники.                                            | 4                 | 4  |     |     |
| 3         | Электроны и дырки                                | Энергетический спектр носителей в постоянном магнитном поле.мелкие примесные уровни, Сглаженная функция                                                                      | 6                 | —  |     |     |
| 4         | Статистика электронов и дырок в полупроводниках. | Распределение Ферми-Дирака.Невырожденныеполупроводники.Случай сильного вырождения.Концентрация электронов и дырок на локальных уровнях. Простые центры Многозарядные центры. | 8                 | 16 |     |     |
| 5         | Усиление электрических сигналов                  | дифференциальное сопротивление, транзисторные усилители, интегральные операционные усилители).                                                                               | 2                 | 8  |     |     |
| 6         | Генераторы электрических колебаний               | (обратная связь в усилителях, СВЧ генераторы на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением).                                                                   | 2                 | 10 |     |     |
| 7         | Нелинейные цепи                                  | (преобразователи и умножители частоты.амплитудная, частотная и фазовая модуляция сигналов, детектирование).                                                                  | 4                 | 8  |     |     |

|   |                       |                                                                                                                                                                 |           |           |  |  |
|---|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--|--|
| 8 | Цифровая схемотехника | триггеры, регистры, цифровые устройства и программируемые логические матрицы, оперативные запоминающие устройства). счетчики импульсов, постоянные запоминающие | 4         | 12        |  |  |
|   | <i>Итого:</i>         |                                                                                                                                                                 | <b>32</b> | <b>64</b> |  |  |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела                             | Содержание раздела                                                                                                                                                           | Форма текущего контроля |
|----|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                                | 3                                                                                                                                                                            | 4                       |
| 1. | Кристаллические решетки                          | геометрические свойства, узлы решетки, элементарная ячейка, электронная конфигурация атомов, типы химических связей, строение полупроводниковых кристаллов                   | Т                       |
| 2. | Волновые функции электрона,                      | Энергетические зоны, метод силносвязанных электронов, закон дисперсии, Изоэнергетические поверхности,, металлы и полупроводники.                                             |                         |
| 3. | Электроны и дырки                                | Энергетический спектр носителей в постоянном магнитном поле.мелкие примесные уровни, Сглаженная функция                                                                      | Р                       |
| 4. | Статистика электронов и дырок в полупроводниках. | Распределение Ферми-Дирака.Невырожденныеполупроводники.Случай сильного вырождения.Концентрация электронов и дырок на локальных уровнях. Простые центры Многозарядные центры. |                         |
| 5. | Усиление электрических сигналов                  | дифференциальное сопротивление. Транзисторные усилители. Интегральные операционные усилители.                                                                                | Т                       |

|    |                                     |                                                                                                                                                                                                                                  |   |
|----|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 6. | Генераторы электрических колебаний. | Обратная связь в усилителях. СВЧ генераторы на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением.                                                                                                                         | Т |
| 7. | Нелинейные цепи.                    | Преобразователи и умножители частоты. Амплитудная, частотная и фазовая модуляция сигналов. Детектирование.                                                                                                                       |   |
| 8. | Цифровая схемотехника               | Булева алгебра. Логические элементы, мультиплексоры, дешифраторы. Триггеры, регистры, цифровые счетчики импульсов. Постоянные запоминающие устройства и программируемые логические матрицы. Оперативные запоминающие устройства. | Р |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия

| № | Вид СРС                                 | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Проработка теоретического материала     | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, ФГБОУ ВО «КубГУ», 2012. - 33 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2 | Реферат                                 | 1. Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/93331">https://e.lanbook.com/book/93331</a> .<br>2. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/93303">https://e.lanbook.com/book/93303</a> . |
| 3 | Подготовка презентации по теме реферата | Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с.<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660</a> .                                                                                                                                                                                                                                                  |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов) не предусмотрены

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| №  | Наименование раздела                            | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|----|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                               | 3                                                                                         |
| 1. | Кристаллические решетки                         | контрольные вопросы по разделам учебной программы                                         |
| 2. | . Волновые функции электрона,                   | контрольные вопросы по разделам учебной программы                                         |
| 3. | Электроны и дырки                               | контрольные вопросы по разделам учебной программы                                         |
| 4. | Статистика электронов и дырок в полупроводниках | контрольные вопросы по разделам учебной программы                                         |
| 5. | Усиление электрических сигналов                 | контрольные вопросы по разделам учебной программы                                         |
| 6. | Генераторы электрических колебаний.             | контрольные вопросы по разделам учебной программы                                         |
| 7. | Нелинейные цепи.                                | контрольные вопросы по разделам учебной программы                                         |
| 8. | Цифровая схемотехника                           | контрольные вопросы по разделам учебной программы                                         |

### 3. Образовательные технологии

При реализации учебной работы по дисциплине с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся и в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра реализуется компетентный подход и предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: деловые игры, разбор конкретных ситуаций, психологические и научные тренинги, встречи с ведущими учеными физиками, организация публичных лекций, внеаудиторная работа в научной библиотеке, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме по дисциплине составляет 30%. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов составляют 50% аудиторных занятий.

Промежуточный контроль усвоения материала осуществляется через выполнение лабораторных работ, тестирование, блицопрос, окончательный контроль – экзамен. Требования к уровню освоения содержания курса заключается в строгом выполнении часовой нагрузки по темам путем

выполнения лекционных, лабораторных занятий, написании по предложенным темам рефератов, самостоятельных работ и сдаче экзамена.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

Перечень контрольных вопросов

1. Предмет физической электроники. Геометрические свойства, узлы решетки, элементарная ячейка, электронная конфигурация атомов,
2. Волновая функция электрона. Энергетические зоны, метод силносвязанных электронов, закон дисперсии
3. . Электроны и дырки. Энергетический спектр носителей в постоянном магнитном поле. мелкие примесные уровни, Сглаженная функция
4. Распределение Ферми-Дирака. Невырожденные полупроводники. Простые центры
5. Многозарядные центры. Случай сильного вырождения
6. Концентрация электронов и дырок на локальных уровнях.
7. Электронные лампы. Диод, триод, тетрод, пентод и их параметры.
8. Монополярные полупроводниковые приборы. Термосопротивления, фотосопротивления, варисторы, диоды Ганна.
9. Биполярные полупроводниковые приборы. Диоды (выпрямительные, импульсные, стабилитроны, варикапы, фото и светодиоды). Диоды СВЧ (туннельные, лавиннопролетные, варакторы).
10. Биполярные и полевые транзисторы, их параметры и основные схемы включения.
11. Усилители электрических сигналов. СВЧ усилители на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Транзисторные усилители. Интегральные операционные усилители.
12. Генераторы электрических колебаний. Обратная связь в усилителях. СВЧ генераторы на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением.
13. Нелинейные цепи. Преобразователи и умножители частоты.
14. Амплитудная, частотная и фазовая модуляция сигналов. Детектирование.
15. Булева алгебра. Логические элементы, мультиплексоры, дешифраторы.
16. Триггеры, регистры, цифровые счетчики импульсов.
17. Постоянные запоминающие устройства и программируемые логические матрицы. Оперативные запоминающие устройства.

##### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Аттестация по защищенным лабораторным работам

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **Основная литература.**

1. Основы радиоэлектроники [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / под ред. Г. Д. Петрухина ; [Г. Д. Петрухин и др.]. - 2-е изд., стер. - М. : Вузовская книга, 2009. - 413 с. - Авт. указаны на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 411-412. - ISBN 9785950204142
2. Новожилов О. П. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата : в 2 ч. Ч. 2 / О. П. Новожилов. - М. :Юрайт, 2017. - 421 с.  
<https://biblio-online.ru/book/A249DF90-9B06-4320-87A4-58BCF3A99C6D>.
3. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата : в 2 ч. Ч. 1 / О. П. Новожилов. - М. :Юрайт, 2017. - 382 с.  
<https://biblio-online.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Каганов, Вильям Ильич Основы радиоэлектроники и связи [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. И. Каганов, В. К. Битюков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 542 с. : ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 536-538. - ISBN 5935172364.
2. Нефедов, Виктор Иванович Основы радиоэлектроники и связи [Текст] : учебник для студентов вузов / В. И. Нефедов. - 3-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2005. - 510 с. : ил. - Библиогр. : с. 499. - ISBN 506004274X.
3. Кугушев, Александр Михайлович Основы радиоэлектроники. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. М. Кугушев, Н. С. Голубева, В. Н. Митрохин. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 367 с. : ил. - Библиогр.: с. 362. - ISBN 5703817285.

## **6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для проведения занятий по дисциплине «Физическая электроника» имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами с возможностью подключения к Wi-Fi, документ-камерой, маркерными досками для демонстрации учебного материала;
- специализированный класс, с компьютерами и подключенным к ним периферийным измерительным прибором;
- аппаратное и программное обеспечение, соответствующие методические материалы для проведения самостоятельной работы по дисциплине;
- литература в библиотеке университета.

| №  | Вид работ                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                                                                                                                                                                        |
|----|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия         | Лекционная аудитория 2010С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.                                                                                  |
| 2. | Семинарские занятия        | Не запланированы.                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3. | Лабораторные занятия       | Лаборатория 318С, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: измеритель параметров полупроводниковых приборов ИППП-1, спектрофотометр СФ-256 УВИ, спектрофотометр СФ-256 БИК, ПК для обработки экспериментальных данных. |
| 4. | Курсовое проектирование    | Кабинет для выполнения курсовых работ, аудитория 204С.                                                                                                                                                                                                        |
| 5. | Групповые (индивидуальные) | Аудитория 318С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и                                                                                                                                                                    |

|    |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | консультации                               | соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория 318С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.                                                                                                                                           |
| 7. | Самостоятельная работа                     | Кабинет электронных ресурсов для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Аудитория для самостоятельной работы 204С. |