

 **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «17» октября 2016 г., приказ № 1296 по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов», по дисциплине «Электроника».

Целью изучения дисциплины является формирование у специалистов готовности к использованию фундаментальной подготовки, полученной в результате изучения физических основ элементной базы устройств силовой и информационной электроники применяемой в автоматике, телемеханике, релейной защите, преобразователях электрической энергии тяги поездов и коммутационной аппаратуре.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

* развитие способностей обучающихся применять современные методы анализа и математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
* освоение обучающимися физических основ электроники на базе пространственно-временных закономерностей и знаний о строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы, основ микроэлектроники и нанотехнологий;
* достижение требуемого уровня знаний, учений и навыков для разработки и внедрения технологий с использованием приборов электроники – диодов, транзисторов, тиристоров, оптоэлектронных приборов, интегральных схем цифровой техники.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ**:

– физические основы электроники, теорию электронно-дырочного перехода полупроводников как основы всех современных приборов информационной и силовой электроники;

– основные виды и типы электронных приборов всего спектра по их мощности, включая слаботочные и мощные силовые приборы, приборы дискретного и интегрального исполнения;

– условия применения электронных приборов в устройствах электрифицированного транспорта, особенности проектирования и эксплуатации устройств с использованием электронных компонентов.

**УМЕТЬ**:

– определять предельные и характеризующие параметры полупроводниковых приборов;

– проводить расчеты электрических цепей с использованием приборов;

– использовать схемы замещения и применять математическое моделирование приборов электроники

**ВЛАДЕТЬ**:

– приемами рационального использования электронных компонентов в энергосберегающих устройствах преобразовательной техники и цифровых системах обработки информации;

– методами анализа характеризующих и предельных эксплуатационных параметров полупроводниковых приборов;

– способами построения схем на диодах, транзисторах и тиристорах при проектировании устройств силовой и информационной электроники

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **общепрофессиональных компетенций (ОПК)**:

– способностью применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

– способностью использовать знания о современной физической картине мира и эволюции Вселенной, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-2);

– способностью применять знания в области электротехники и электроники для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации (ОПК-10).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 ОПОП.

**3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Электроника» (Б1.Б.23) относится к базовой части и является обязательной дисциплиной обучающегося.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** | |
| **3** | **4** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 102  52  16  34 | 54  36  -  18 | 48  16  16  16 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 78 | 54 | 24 |
| Контроль | 36 | 36 | - |
| Форма контроля знаний | Э, КП, З | Э | КП, З |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 216/6 | 144/4 | 72/2 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** |
| **2** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 20  10  4  6 | 20  10  4  6 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 183 | 183 |
| Контроль | 13 | 13 |
| Форма контроля знаний | Э, КП, З | Э, КП, З |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 216/6 | 216/6 |

*Примечания: экзамен (Э), зачет (З), курсовой проект (КП)*

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| 1 | Введение в электронику. Физические основы электроники | Понятие электроники. Силовая и информационная электроника. Электроника как фактор ускорения научно технического прогресса, одно из важнейших условий обеспечения технико-экономического и оборонного потенциала страны, коммерческой эффективности и конкурентоспособности железнодорожного транспорта.  Металлы, диэлектрики, полупроводники. Электрическая проводимость полупроводников. Собственные и примесные полупроводники. Генерация пар электрон-дырка. Рекомбинация. Электронная и дырочная электропроводимость. Основные и неосновные носители зарядов.  Движение заряженных частиц. Основное уравнение квантовой механики. Квантовые энергетические уровни, энергетический спектр атома. Понятие теории излучения. Принцип запрета Паули. Квазинепрерывные зоны. |
| 2 | Теория электронно-дырочного перехода. | Контактные явления в металлах и полупроводниках. Контакт металл-полупроводник. Запирающий слой. Барьер Шоттки. Контакт полупроводник p-типа – полупроводник n-типа. Образование электронно-дырочного перехода (p-n-перехода).  Включение p-n-перехода в электрическую цепь. Свойства односторонней электропроводимости p-n-перехода. Процессы при прямом и обратном включении p-n-перехода.  Вольт-амперная характеристика (ВАХ) p-n-перехода. Уравнения состояния при прямом и обратном смещении. Исследование ВАХ. Идеальная и реальная ВАХ. Аппроксимация характеристики. Параметры аппроксимированной ВАХ.  Пробои p-n-перехода. Лавинный, туннельный, поверхностный и тепловой пробои. Меры предупреждения и использование видов пробоев p-n-переходов при создании специальных видов электронных приборов.  Собственная емкость p-n-перехода при прямом и обратном смещении. Влияние собственной емкости на эксплуатационные свойства электронных приборов.  Моделирование p-n-переходов. Кусочно-линейные и нелинейные модели. Особенности расчета электрических цепей, содержащих p-n-переходы. |
| 3 | Полупроводниковые диоды | Принцип действия и классификация диодов. Виды, подвиды, модификации, типы, классы и группы силовых диодов. Простые и лавинные диоды.  Конструкции выпрямительных элементов. Рабочий элемент и термокомпенсирующие элементы. Фаска, ее геометрия и защита от поверхностных пробоев. Выпрямительные элементы с паяным и со сплавным контактом полупроводника и металла термокомпенсатора.  Конструкции силовых диодов. Штыревая и таблеточная модификации диодов. Особенности применения диодов разных модификаций при циклической нагрузке, характерной для электрической тяги.  Параметры и обозначения силовых диодов. Потери мощности в силовых диодах. Перегрузочная способность диодов. Взаимосвязь основных параметров силовых диодов.  Особенности конструкции маломощных диодов. Система обозначений. Специальные виды диодов. |
| 4 | Транзисторы | Назначение и классификация транзисторов. Транзистор как полностью управляемый электронный прибор. Биполярные транзисторы. Физические процессы в полупроводниковой структуре. Схемы включения с общим эмиттером (ОЭ), общей базой (ОБ) и общим коллектором (ОК). характеристики и режимы работы биполярных транзисторов. Входные, выходные и проходные характеристики. Статические и нагрузочные (динамические) характеристики. Параметры биполярных транзисторов.  Униполярные (полевые) транзисторы. Физические процессы и схемы включения полевых транзисторов. Характеристики и параметры полевых транзисторов.  Конструкции и обозначения типов транзисторов. Технологии изготовления полупроводниковых структур. Буквенно-цифровое обозначение транзисторов.  Сравнительная оценка биполярных и униполярных транзисторов. Разработки нового комбинированного вида транзистора – биполярного транзистора с изолированным затвором (БТИЗ - JGBT). Перспективы применения комбинированных транзисторов в преобразовательной технике на железнодорожном транспорте. |
| 5 | Тиристоры | Назначение и классификация тиристоров.  Физические процессы в p-n-p-n-структуре тиристора. Прямое смещение. Физический механизм отпирания структуры без пропускания тока по цепи управления и с пропусканием тока управления. Механизм положительной обратной связи при переключении структуры в открытое состояние. Процессы при обратном смещении структуры.  Вольт-амперная характеристика тиристора. Прямая и обратная ветви ВАХ.  Характеристика цепи управления тиристора для постоянного и импульсного тока управления. Параметры и ограничения характеристики цепи управления. Динамические характеристики тиристора при включении.  Параметры тиристоров по напряжению, току, по сопротивлению и мощности потерь, по коммутационным явлениям. Типы, классы и группы тиристоров.  Конструкции и обозначения типов тиристоров. Штыревые и таблеточные конструкции. Технологические способы повышения стойкости тиристоров при высоких скоростях нарастания тока () и прямого напряжения ().  Система буквенно-цифрового обозначения тиристоров.  Запираемые тиристоры (GTO,JGCT).  Демпфирующие цепи для повышения динамической стойкости тиристоров при работе в импульсных преобразователях различных назначений, в устройствах электроснабжения и на электроподвижном составе. |
| 6 | Оптоэлектронные приборы и устройства. | Опто – электронные приборы и устройства. Применение бинарных полупроводников типа AIII BV или AII BIV. Основные виды опто – электронных приборов: лазеры, светодиоды, индикаторы, оптические среды, приемники оптических излучений (фотодиоды, фототранзисторы и другие), оптические элементы (линзы, призмы и т.д.). Волоконно-оптические линии (ВОЛС). Оптроны. |
| 7 | Транзисторные устройства и микросхемы | Основные виды функциональных устройств управления: измерительные датчики, преобразовательные и исполнительные устройства.  Общие понятия о функциональных устройствах управления. Аналоговые устройства: усилители, источники питания, стабилизаторы. Переключающие устройства: коммутаторы и ключи, логические элементы, триггеры, времязадающие схемы, пороговые элементы. Счетные и преобразовательные устройства: счетчики, регистры, сумматоры, шифраторы, дешифраторы, микропроцессоры, программируемые логические матрицы. Запоминающие устройства.  Микроэлектроника. Интегральные микросхемы (ИМС). Элементы микросхем. Компоненты микросхем. Интеграция микросхем. Групповой метод и планарная технология. Степень интеграции, показатель плотности упаковки. Корпус микросхемы. Параметры, серии и буквенно-цифровое обозначение ИМС. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Введение в электронику. Физические основы электроники | 6 | - | - | 4 |
| 2 | Теория электронно-дырочного перехода. | 10 | - | - | 10 |
| 3 | Полупроводниковые диоды | 8 | 2 | 6 | 12 |
| 4 | Транзисторы | 12 | 4 | 8 | 16 |
| 5 | Тиристоры | 6 | 2 | 6 | 12 |
| 6 | Оптоэлектронные приборы и устройства. | 4 | 2 | 4 | 10 |
| 7 | Транзисторные устройства и микросхемы | 6 | 6 | 10 | 14 |
| **Итого** | | **52** | **16** | **34** | **78** |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Введение в электронику. Физические основы электроники | 2 | - | - | 32 |
| 2 | Теория электронно-дырочного перехода. | 2 | - | - | 24 |
| 3 | Полупроводниковые диоды | 1 | - | 2 | 24 |
| 4 | Транзисторы | 2 | - | 2 | 48 |
| 5 | Тиристоры | 1 | 2 | - | 18 |
| 6 | Оптоэлектронные приборы и устройства. | 1 | - | 2 | 18 |
| 7 | Транзисторные устройства и микросхемы | 1 | 2 | - | 19 |
| **Итого** | | **10** | **4** | **6** | **183** |

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Введение в электронику. Физические основы электроники | 1. Бурков, А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Том 1: Электроника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: УМЦ ЖДТ, 2015. — 480 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/79994 — Загл. с экрана.  2. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 560 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5856 — Загл. с экрана. |
| 2 | Теория электронно-дырочного перехода. |
| 3 | Полупроводниковые диоды |
| 4 | Транзисторы |
| 5 | Тиристоры |
| 6 | Оптоэлектронные приборы и устройства. |
| 7 | Транзисторные устройства и микросхемы |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Бурков, А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Том 1: Электроника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2015. — 480 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/79994 — Загл. с экрана.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Бурков А.Т. Электронная техника и преобразователи: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. - М.: Транспорт, 1999. – 464 с.
2. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 560 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5856 — Загл. с экрана.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

* 1. ГОСТ 20859.1-89 (СТ СЭВ 1135-88) Приборы полупроводниковые силовые. Общие технические требования[Электронный ресурс]. – Введ. 1990-01-01. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200012432, свободный.
  2. ГОСТ 24461-80 (СТ СЭВ 1656-79) Приборы полупроводниковые силовые. Методы измерений и испытаний (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс]. – Введ. 1982-01-01. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200012464/, свободный.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Электронная техника и преобразователи в электроснабжении: метод. указания к лаб.-практ. работам / ПГУПС, каф. «Электроснабжение ж.д.»; сост.: А. Т. Бурков [и др.]. - СПб. : ПГУПС, 2011. - 37 с. : ил. - Библиогр.: с. 30.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Плюс [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://window.edu.ru>

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

* технические средства: компьютерная техника и средства связи(персональные компьютеры, проектор);
* методы обучения с использованием информационных технологий(демонстрация мультимедийныхматериалов);
* электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sdo.pgups.ru.

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещённых в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы: операционная система Windows, MS Office.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» по специализации «Электроснабжение железных дорог» и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит:

– помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, курсового проектирования, укомплектованных специализированной мебелью и техническими средствами обучения (настенным экраном с дистанционным управлением, считывающим устройством для передачи информации в компьютер, мультимедийным проектором и другими информационно-демонстрационными средствами). В случае отсутствия в аудитории технических средств обучения для предоставления учебной информации используется переносной проектор и маркерная доска (стена). Для проведения занятий лекционного типа используются учебно-наглядные пособия в виде презентаций, которые обеспечивают тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой дисциплины;

– помещения для проведения групповых и индивидуальных консультаций;

– помещения для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

– помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

– помещение для проведения лабораторных работ, оснащенное лабораторным оборудованием, в зависимости от степени его сложности.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Разработчик программы,  профессор |  | | А.Т.Бурков | |
| «22» 11 20 16 г. | |  | |  |