

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
С.Е. Гавришев  
«31» января 2017 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ(МОДУЛЯ)**

### **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Специальность  
21.05.04 Горное дело

Направленность (специализация) программы  
Электрификация и автоматизация горного производства

Уровень высшего образования – специалитет

Форма обучения  
Очная

Институт	Горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2017г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10.2016 г. № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры горных машин и транспортно-технологических комплексов «27» января 2017 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой  / А.Д. Кольга/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «31» января 2017 г., протокол № 7.

Председатель  / С.Е. Гавришев/

Рабочая программа составлена: доцент кафедры ГМиТТК, к.т.н., доцент

 / В.С. Великанов/

Рецензент: заведующий лабораторией ООО «УралГеоПроект»

 / Ар.А. Зубков/



## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физические основы электроники» является изучение студентами физических эффектов и процессов лежащих в основе принципов действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Дисциплина «Физические основы электроники» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин математики, физики, химии.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплин: электрические машины, электроснабжение горного производства, проектирование электрооборудования и электроснабжения горных предприятий.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПСК-10.4 - способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства</b>	
Знать:	<ul style="list-style-type: none"><li>- основные понятия и термины</li><li>- физические явления и эффекты, определяющие принцип действия машин и установок горного производства</li><li>- физические процессы, происходящие в системах автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства</li></ul>
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"><li>- находить значения электрофизических параметров в учебной и справочной литературе для оценки их влияния на параметры структур</li><li>- оценивать значения концентраций основных и неосновных носителей заряда полупроводников при различных концентрациях примесей и различных температурах</li><li>- экспериментально определять статические характеристики и параметры различных структур</li></ul>
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"><li>- методами количественного формулирования и решения задач в области автоматизации технологических процессов</li><li>- методами самостоятельного изучения и анализа</li></ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами автоматизации технологических процессов - методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55 акад. часов:
  - аудиторная – 54 акад. часов;
  - внеаудиторная – 1 акад. часов
- самостоятельная работа – 53 акад. часов;

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			самост. раб.	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия <sup>1</sup>				
1. Введение. Краткий исторический очерк развития электронных приборов.	7	2		4	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме(работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Защита практических работ. Проверка индивидуального задания и его	ПСК-10.4

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			самост. раб.	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						коммуникационные сети Интернет).	защита	
2. Введение в физику полупроводников	7	2		4/2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме(работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Защита практических работ. Проверка индивидуального задания и его защита	ПСК -10.4
3. Концентрация носителей заряда в полупроводниках	7	2		4/2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме(работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Защита практических работ. Проверка индивидуального задания и его защита	ПСК – 10.4
4. Кинетика носителей заряда в полупроводниках	7	2		4/2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме(работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР,	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Защита практических работ. Проверка индивидуального задания и его	ПСК -10.4

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			самост. раб.	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						информационно-коммуникационные сети Интернет).	защита	
5. Термоэлектрические и гальваномагнитные явления в полупроводниках	7	2		4/2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме(работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Защита практических работ. Проверка индивидуального задания и его защита	ПСК -10.4
6. Фотоэлектрические явления в полупроводниках	7	2		4/2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме(работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Защита практических работ. Проверка индивидуального задания и его защита	ПСК -10.4
7. Физические процессы в идеализированном гомогенном р-п-переходе	7	2		4/2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме(работа с библиографическим материалами, с электронными	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Защита практических работ. Проверка индивидуального задания и его	ПСК -10.4

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			самост. раб.	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент
		лекции	лаборат. занятия	занятия				
						библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	защита	
8. Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующим и переходами	7	2		4/2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме(работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Защита практических работ. Проверка индивидуального задания и его защита	ПСК -10.4
9. Физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов	7	2		4	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме(работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Защита практических работ. Проверка индивидуального задания и его защита	ПСК -10.4
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>18</b>		<b>36/14</b>	<b>54</b>		<b>зачет</b>	

### 5 Образовательные технологии

**Традиционные образовательные технологии** ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных

методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

### **Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:**

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

**2. Технологии проблемного обучения** – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

### **Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:**

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

**3. Технологии проектного обучения** – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексию.

### **Основной тип проектов:**

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

**4. Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности

прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

#### **Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:**

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-прессконференция.

**5. Информационно-коммуникационные образовательные технологии** – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

#### **Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:**

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

#### **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа по освоению дисциплины необходима для углубленного изучения материала курса. Самостоятельная работа студентов регламентируется графиками учебного процесса и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов состоит из следующих взаимосвязанных частей:

- 1) Изучение теоретического материала в форме:
  - Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме
  - Поиск дополнительной информации по теме(работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).Остаточные знания определяются результатами сдачи зачета.
- 2) Подготовка к лабораторным занятиям
- 3) Подготовка к практическому занятию и выполнение практических работ

#### **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за период обучения и проводится в форме зачета, экзамена, защиты курсового проекта.

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
---------------------------------	---------------------------------	--------------------

**ПСК-10.4 - способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства**

Знать:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и термины</li> <li>- физические явления и эффекты, определяющие принцип действия машин и установок горного производства</li> <li>- физические процессы, происходящие в системах автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства</li> </ul>	Теоретические вопросы к зачету
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- находить значения электрофизических параметров в учебной и справочной литературе для оценки их влияния на параметры структур</li> <li>- оценивать значения концентраций основных и неосновных носителей заряда полупроводников при различных концентрациях примесей и различных температурах</li> <li>- экспериментально определять статические характеристики и параметры различных структур</li> </ul>	Практические задания для зачета
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами количественного формулирования и решения задач в области автоматизации технологических процессов</li> <li>- методами самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами автоматизации технологических процессов</li> <li>- методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</li> </ul>	Практические задания для зачета

**Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

**Зачет** по данной дисциплине проводится в устной форме по теоретическим вопросам.

#### **Показатели и критерии оценивания зачета:**

– на оценку «**зачтено**» – обучающийся демонстрирует уровень сформированности компетенций выше порогового: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «**не зачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

#### ***Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:***

1. Понятие о подвижности носителей.
2. Электропроводность полупроводника.
3. Явления инжекции, эксклюзии, экстракции и аккумуляции носителей заряда и в чем их причина.
4. Процессы, протекающие при локальном введении в полупроводник неравновесных неосновных носителей.
5. Процессы, протекающие при локальном введении в полупроводник неравновесных основных носителей.
6. Механизмы переноса тока в полупроводниках. Параметры дрейфового и диффузионного тока.
7. Электронно-дырочный (р-п) переход. классификация р-п-переходов. Энергетическая диаграмма.
8. Распределение пространственного заряда, потенциала, поля и концентрации носителей заряда в р-п-переходе.
9. Высота потенциального барьера и контактная разность потенциалов. Прямое и обратное включение р-п-перехода. ВАХ
10. Выпрямляющие переходы на основе контакта металл-полупроводник. Энергетическая диаграмма при различном соотношении работ выхода и типа электропроводности полупроводника. ВАХ барьера Шоттки.
11. Изотипные и анизотипные гетеропереходы, их энергетические диаграммы. Эффекты сверхинжекции в гетеропереходах.
12. Структура и основные элементы полупроводникового диода.
13. ВАХ диода с учетом падения напряжения на сопротивлении базы, генерация и рекомбинация носителей заряда в р-п-переходе.
14. Лавинный, туннельный и тепловой пробой диодов.
15. Классификация полупроводниковых диодов. Их конструктивно- технологические особенности, электрические свойства.
16. Диоды различного назначения - туннельные диоды, стабилитроны и стабисторы, диоды Шоттки, варикапы: принцип действия, свойства, применение.
17. Структура, принцип действия, режимы, схемы включения биполярного транзистора. Энергетическая диаграмма при нормальном включении.

18. Классификация транзисторов по мощности и по частоте. Конструктивно-технологические особенности мощных транзисторов.
19. Коэффициенты передачи токов эмиттера и базы. Статические характеристики.
20. Входные и выходные характеристики, характеристики передачи транзистора в схеме с общей базой и общим эмиттером. Эффект Эрли. Влияние температуры на статические характеристики.
21. Структура и принцип действия диодного и триодного тиристора. Вольт-амперная характеристика. Условие переключения. Способы управления тиристорами.
22. Структура, принцип действия и схемы включения МДП-транзистора.
23. Транзисторы с индуцированным и со встроенным каналом. Статические выходные характеристики. Уравнения ВАХ для крутой и пологой частей характеристик. Характеристики передачи.
24. Конструктивно-технологические разновидности транзисторов. Эффекты короткого канала в МДП-транзисторах. Зависимость порогового напряжения от длины канала и напряжения на стоке.
25. Структура и принцип действия полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом. Статические выходные характеристики и характеристики передачи.
26. Полевые транзисторы с управляющим переходом на основе диода Шоттки (ПТШ). Принцип действия при работе в режимах обогащения и обеднения канала. Статические характеристики.
27. Светоизлучающие диоды, электролюминесцентные порошковые и пленочные излучатели, инжекционные лазеры: принцип действия и основные свойства.
28. Фоторезисторы, фотодиоды, полупроводниковые фотоэлементы, фототранзисторы, фототиристоры: принцип действия, конструкция, основные характеристики и параметры.
29. Полупроводниковые резисторы (термисторы, позисторы, варисторы): принцип действия и основные свойства.
30. Основные положения и понятия теории надежности. Интенсивность отказов, вероятность безопасной работы. Показатели надежности.

### **Примерные темы для докладов**

1. Процессы переноса зарядов в полупроводниках
2. Электрические переходы
3. Электронно-дырочный переход
4. Гетеропереходы
5. Вольт-амперная характеристика р-п-перехода
6. Ёмкость р-п-перехода
7. Выпрямительные диоды
8. Диоды Шоттки
9. Стабилитроны
10. Биполярные транзисторы

### **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **а) Основная литература:**

1. Зегря Г.Г., Перель В.И. Основы физики полупроводников. М.: Физматлит, 2009.
2. Н.А. Афанасьева, Л.П. Булат. Физические основы электроники. Учебное пособие. СПб.: СПб ГУНиПТ, 2010. -181с.
3. Лебедев А.А. Физика полупроводниковых приборов. ФИЗМАТЛИТ, 2008 г. - 488 стр.
4. Пасынков В.В., Чиркин А.К. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. 5-е изд., исправленное. СПб.: изд-во «Лань», 2001.- 480с.
5. Гуртов В.А., Твердотельная электроника. Изд-во «Техносфера», 2005.- 406 с.

**б) Дополнительная литература:**

1. Андреев В.В., Балмашнов А.А., Корольков В.И., Лоза О.Т., Милантьев В.П. Физическая электроника и ее современные приложения. Учеб.пособие. М.: РУДН, 2008. – 383 с.

2. Гаман В.И. Физика полупроводниковых приборов. Томск, 2000. - 456 с.

3. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника /пер. с исп. под ред. Терехова В.А./ -М., Высшая школа, 1991. 4. Петрович В.П. Физические основы электроники. Учебное пособие. Томск: Изд. ТПУ. 2000. – 152 с.

**в ) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

[elanbook.com](http://elanbook.com)

[www.azbukadvs.ru/](http://www.azbukadvs.ru/),

[bibliotekar.ru/enc-Tehnika/68.htm](http://bibliotekar.ru/enc-Tehnika/68.htm),

[www.dvigatel.ucoz.ru/](http://www.dvigatel.ucoz.ru/)

**8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	<ul style="list-style-type: none"><li>• Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации, проекторы для лучшего восприятия лекционного материала</li><li>• Плакаты</li><li>• Фильмы</li></ul>
Аудитория для самостоятельной работ - аспирантская	Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета