


Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий, экономики и управления

Кафедра «Системы управления»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФИТЭУ

 /И.А. Рыгча/

« 1 » 12 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Физические основы микроэлектроники»

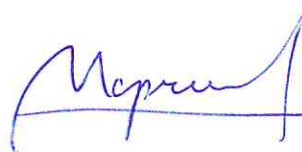
по направлению

27.03.04 «Управление и информатика в технических системах»  
(уровень бакалавриат)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Составитель рабочей программы

Доцент кафедры «СУ»



Марченко А.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «СУ»

«26» ноября 2021 г, протокол №5

Заведующий кафедрой «Системы управления»

«26» ноября 2021 г.



Марченко А.А.

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Предметом изучения являются основные понятия и законы фундаментальных физических процессов, лежащих в основе функционирования полупроводниковых приборов.

**Целью** освоения дисциплины «Физические основы микроэлектроники» является формирование у студента знаний о фундаментальных физических процессах, лежащих в основе функционирования полупроводниковых приборов, об особенностях и рабочих характеристиках таких приборов. А также о ряде технологических процессов, связанных с производством микропроцессоров.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих *общепрофессиональных компетенций*:

1. способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (**ОПК-2**).

2. способность использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности (**ОПК-3**)

Наименование компетенции при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)	<p>ИД-1<sub>ОПК-2</sub>: Знает основные разделы математических и естественно-научных дисциплин</p> <p>ИД-2<sub>ОПК-2</sub>: Умеет формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин</p> <p>ИД-3<sub>ОПК-2</sub>: Владеет навыками решения поставленных задач, основанными на знаниях профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин</p>	<p><b>Знать:</b> основные разделы математических и естественно-научных дисциплин</p> <p><b>Уметь:</b> формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения поставленных задач, основанными на знаниях профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин</p>	<p><b>З(ОПК-2)1</b></p> <p><b>У(ОПК-2)1</b></p> <p><b>В(ОПК-2)1</b></p>

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-3	Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> : Знает основные принципы решения базовых задач управления в технических системах ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> : Умеет совершенствоваться в профессиональной деятельности ИД-3 <sub>ОПК-3</sub> : Владеет навыками использования фундаментальных знаний для решения базовых задач управления в технических системах	<b>Знать:</b> основные принципы решения базовых задач управления в технических системах  <b>Уметь:</b> совершенствоваться в профессиональной деятельности  <b>Владеть:</b> навыками использования фундаментальных знаний для решения базовых задач управления в технических системах	<b>З(ОПК-3)1</b>  <b>У(ОПК-3)1</b>  <b>В(ОПК-3)1</b>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.0.28 «Физические основы микроэлектроники» относится к обязательной части.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль по
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Физические основы проводимости полупроводников	12	6	2		4	6	Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ	
Количественные соотношения в физике полупроводников	15	7	2	5		8		
Электронно-дырочный переход	21	13	3	6	4	8		
Полупроводниковые диоды	12	6	2		4	6		
Биполярный бездрейфовый транзистор	10	2	2			8		
Полевые (униполярные) транзисторы	16	8	2	6		8		
Тиристоры	9	2	2			7		
Интегральные микросхемы	13	7	2		5	6		
Экзамен	36						Тест, опрос	
<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>57</b>		

## Тематический план дисциплины заочной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Физические основы проводимости полупроводников	17	2	1		1	15	Контроль СРС, защита практических работ, проверка РГЗ	
Количественные соотношения в физике полупроводников	17	2	1	1		15		
Электронно-дырочный переход	18	3	1	1	1	15		
Полупроводниковые диоды	16	1			1	15		
Биполярный бездрейфовый транзистор	15					15		
Полевые (униполярные) транзисторы	16					16		
Тиристоры	19	3	1	2		16		
Интегральные микросхемы	17	1			1	16		
Экзамен	9						Тестирование, опрос	
<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>123</b>		

### 4.2. Содержание дисциплины

#### Тема 1. Физические основы проводимости полупроводников

##### Лекция

Общие сведения о полупроводниковых материалах. Энергетические зонные диаграммы кристаллов. Прохождение тока через металлы. Собственная проводимость полупроводников. Примесная проводимость полупроводников. Электронная проводимость. Полупроводники *n*-типа. Дырочная проводимость. Полупроводник *p*-типа. Однородный и неоднородный полупроводник. Неравновесная концентрация носителей. Прохождение тока через полупроводники. Уточнение понятий "собственные" и "примесные" полупроводники.

*Лабораторное занятие №1.* Исследование переходных процессов электрических цепей

*Практическое занятие №1.* Основы физики полупроводников

#### Тема 2. Количественные соотношения в физике полупроводников.

##### Лекция

Распределение Ферми. Плотность квантовых состояний. Функция распределения Ферми – Дирака. Плотность квантовых состояний. Концентрация носителей в зонах. Собственный полупроводник. Примесный полупроводник. Смещение уровня Ферми.

*Лабораторное занятие №2.* Исследование переходных процессов электрических цепей

*Практическое занятие №2.* Основы физики полупроводников

#### Тема 3. Электронно-дырочный переход.

##### Лекция

Образование и их свойства *p-n* перехода. Виды *p-n* переходов. Потенциальный барьер. Токи *p-n* перехода в равновесии. Электронно-дырочный переход при внешнем смещении. Вольт-амперная характеристика *p-n* перехода. Влияние температуры на характеристику и свойства *p-n*-перехода. Емкость *p-n* перехода.

*Лабораторное занятие №3.* Принцип действия и параметры выпрямительных диодов, стабилитроны, простейшие диодные схемы.

### *Практическое занятие №3. Свойства моп-структур*

#### **Тема 4. Полупроводниковые диоды**

##### *Лекция*

Диоды. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диода. Параметры диода. Разновидности диодов. Выпрямительные и силовые диоды. Тепловой расчет полупроводниковых приборов. Кремниевые стабилитроны (опорные диоды) Кремниевые стабилитроны (опорные диоды). Импульсные диоды. Туннельные и обращенные диоды. Варикапы. Обозначение (маркировка) маломощных диодов.

*Лабораторное занятие №4* Принцип действия и параметры выпрямительных диодов. стабилитроны. простейшие диодные схемы.

##### *Практическое занятие №4. Свойства МОП-структур*

#### **Тема 5. Биполярный бездрейфовый транзистор.**

##### *Лекция*

Устройство и принцип действия. Основные соотношения для токов. Коэффициент передачи токов. Возможность усиления тока транзистором. Три схемы включения транзистора. Статические характеристики транзистора. Предельные режимы (параметры) по постоянному току транзистора. Малосигнальные параметры и эквивалентные схемы транзистора. Зависимость внутренних параметров транзистора от режима и от температуры. Четырехполосные  $h$ -параметры транзистора и эквивалентная схема с  $h$ -параметрами. Определение  $h$ -параметров по статическим характеристикам. Связь между внутренними параметрами и  $h$ -параметрами. Частотные свойства транзисторов. Дрейфовый транзистор. Частотно-зависимые параметры. Дрейфовый транзистор.

*Лабораторное занятие №5* Исследование стабилитрона

##### *Практическое занятие №5. Свойства МОП-структур*

#### **Тема 6. Полевые (униполярные) транзисторы**

##### *Лекция*

Униотрон. МОП-транзистор. МОП-транзистор со встроенным каналом. МОП-транзистор с индуцированным каналом  $n$ -типа. Параметры и эквивалентная схема полевого транзистора. Обозначение (маркировка) и типы выпускаемых транзисторов.

##### *Лекция*

*Лабораторное занятие №6* Исследование стабилитрона

##### *Практическое занятие №6. Свойства р-п переходов*

#### **Тема 7. Тиристоры.**

##### *Лекция*

Устройство и принцип действия тиристоров . Закрытое состояние тиристора (ключ отключен). Открытое состояние тиристора (ключ включен) . Включение и выключение тиристора. Параметры тиристора. Типы и обозначения силовых тиристоров.

*Лабораторное занятие №7*. Исследование логических микросхем

##### *Практическое занятие №7. Асинхронные двигатели*

#### **Тема 8. Интегральные микросхемы**

##### *Лекция*

Интегральные микросхемы. Основные типы и характеристики интегральных микросхем.

*Лабораторное занятие №8* Исследование логических микросхем

##### *Практическое занятие №8. Свойства р-п переходов*

### **5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

#### **5.1. Внеаудиторная самостоятельная работа курсантов / студентов**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» является важной составляющей частью подготовки студентов по специальности 27.03.04 «Управление у технических системах» и выполняется в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) и учебным планом КамчатГТУ.

Самостоятельная работа студентов ставит своей целью:

1. развитие навыков ведения самостоятельной работы;
2. приобретение опыта систематизации полученных результатов исследований, формулировку новых выводов и предложений как результатов выполнения работы;
3. развитие умения использовать научно-техническую литературу и нормативно-методические материалы в практической деятельности;
4. приобретение опыта публичной защиты результатов самостоятельной работы.

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

1. перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
2. описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
3. типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
4. методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

#### **Примерный перечень вопросов к промежуточной аттестации**

1. Прохождение тока через металлы
2. Собственная проводимость полупроводников
3. Примесная проводимость полупроводников.
4. Электронная проводимость. Полупроводники *n*-типа
5. Дырочная проводимость. Полупроводник *p*-типа.
6. Прохождение тока через полупроводники
7. Распределение Ферми. Плотность квантовых состояний
8. Функция распределения Ферми – Дирака. Плотность квантовых состояний.
9. Собственный полупроводник. Примесный полупроводник. Смещение уровня Ферми.
10. Токи *p-n* перехода в равновесии.
11. Электронно-дырочный переход при внешнем смещении.
12. Вольт-амперная характеристика *p-n* перехода.
13. Влияние температуры на характеристику и свойства *p-n*-перехода
14. Диоды. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диода. Параметры диода
15. Разновидности диодов. Выпрямительные и силовые диоды
16. Кремниевые стабилитроны (опорные диоды) Кремниевые стабилитроны (опорные диоды).



17. Импульсные диоды. Туннельные и обращенные диоды. Варикапы
18. Биполярный бездрейфовый транзистор.
19. Три схемы включения транзистора.
20. Статические характеристики транзистора
21. Малосигнальные параметры и эквивалентные схемы транзистора
22. Зависимость внутренних параметров транзистора от режима и от температуры
23. Четырехполосные  $h$ -параметры транзистора и
24. эквивалентная схема с  $h$ -параметрами. Определение  $h$ -параметров по статическим характеристикам.
25. Свойства МОП-структур
26. МОП-транзистор. МОП-транзистор со встроенным каналом.
27. МОП-транзистор с индуцированным каналом  $n$ -типа.
28. Устройство и принцип действия тиристор
29. Закрытое состояние тиристора (ключ отключен). Открытое состояние тиристора (ключ включен) . Включение и выключение тиристора.
30. Интегральные микросхемы. Основные типы и характеристики интегральных микросхем.

## 7. Рекомендуемая литература

### 7.1. Основная литература

1. Чье Е.У.Схемотехника. Аналоговые и аналого-цифровые устройства: Учебное пособие. П-Камчатский.: КамчатГТУ , 2002. – 98 с.
2. Чье Е.У.Схемотехника. Импульсные и цифровые устройства: Учебное пособие. П-Камчатский.: КамчатГТУ , 2002. – 98 с.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Белов О.А. Электротехника и электроника на судах рыбопромыслового флота. – М-МОРКНИГА, 2017. – 344 с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. Учебник - 10-е изд. М.: Юрайт, 2013. – 317с
3. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника. М.: Высшая школа, 2008. – 797 с.  
, 2005. – 263 с.
4. Белоусов В.В. Судовая электроника и электроавтоматика. – М.: Колос, 2008. – 645 с.

## 8.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>

## 9.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации, а также написание курсовой работы (для очной и заочной форм обучения) и контрольной работы (для студентов заочной формы обучения).

**Лекции** проводятся, как правило, в интерактивной форме с элементами дискуссий, и спор-

ных посылов и утверждений. На лекциях рассматриваются основные понятия предметной области, методы, приемы и средства функционирования электроэнергетических систем и сетей. При проведении лекций используются современные информационные технологии, демонстрационные материалы. Текущий контроль учебы курсантов и студентов проводится на лабораторных и практических занятиях.

**Практические занятия** проводятся в виде детального практического разбора конкретных ситуаций в реальных электрических цепях и устройствах, обсуждения логики поиска решений задач (проблем), разбора заданий для самостоятельной работы

**Лабораторные работы** с письменным и устным отчетом о разработанном плане проведения работы, методах контроля основных электротехнических процессов и параметров, полученных результата и их осмыслении, с демонстрацией использованных при этом информационных технологий. По каждой практической и лабораторной работе оформляется отчет, на основании которого проводится защита работы (цель – оценка уровня освоения учебного материала). По результатам лабораторных и практических работ в каждом семестре выставляется оценка, которая учитывается при промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине. Студенты заочной формы обучения выполняют задания по практическим работам в период самостоятельного освоения дисциплины (после установочных сессий) и представляют отчеты по лабораторным занятиям во время лабораторно-экзаменационных сессий.

Целевое назначение практических занятий состоит в развитии самостоятельности мышления студентов; углублении, расширении, детализировании знаний, полученных на лекции в обобщенной форме, и содействии выработке навыков профессиональной деятельности, рассматриваются примеры решения профессиональных задач, осуществляется контроль результатов освоения учебного материала. При этом формируются практические навыки, необходимые в дальнейшем при выполнении курсового проекта. Студенты заочной формы обучения индивидуально выполняют контрольную работу, результаты которой используются для промежуточной и итоговой аттестации.

## **10. Курсовой проект (работа)**

В соответствии с учебным планом курсовое проектирование по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» не предусмотрено.

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

### ***11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса***

1. электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 6 и 7 данной рабочей программы;
2. использование слайд-презентаций;

### ***11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

1. текстовый редактор Microsoft Word;
2. электронные таблицы Microsoft Excel;
3. презентационный редактор Microsoft PowerPoint;

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

1. для проведения лекционных занятий, практических лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы учебная аудитория № 3-411 с комплектом учебной мебели на 32 посадочных места;
2. доска аудиторная;
3. комплект лекций по темам курса «Физические основы микроэлектроники»;
4. мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
5. лабораторные стенды.