

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий, экономики и управления

Кафедра «Системы управления»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФИТЭУ



/И.А. Рычка/

«28» января 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физические основы микроэлектроники»

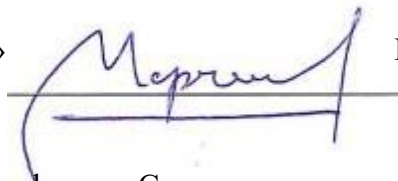
Направление подготовки:
27.03.04 «Управление в технических системах»
(уровень бакалавриата)

профиль:
«Управление и информатика в технических системах»

Петропавловск-Камчатский
2026

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» студентов очной и заочной форм обучения, профиль «Управление и информатика в технических системах» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

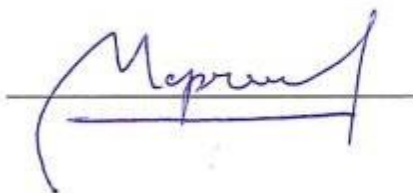
Составитель рабочей программы
Заведующий кафедрой «Системы управления»



Марченко А.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Системы управления»
Протокол №5 от «20» декабря 2025 года.

«20» декабря 2025 г.



Заведующий кафедрой
«Системы управления»
А.А. Марченко

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.

Задачи дисциплины «Физические основы микроэлектроники»:

- ознакомление с современным уровнем развития физических основ полупроводниковой микроэлектроники с учетом использования перспективных полупроводниковых материалов;
- изучение статистики и кинетики носителей тока в полупроводниках;
- изучение физических процессов, происходящих на границе двух полупроводников, на границе металл-полупроводник, на границе диэлектрик–полупроводник;
- изучение электрических параметров и характеристик различных структур полупроводниковой и электровакуумной микро- и наноэлектроники.

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
-----------------	---	-------------------------------	--	-------------------------

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_{ОПК-2}: Знает основные разделы математических и естественно-научных дисциплин</p> <p>ИД-2_{ОПК-2}: Умеет формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин</p> <p>ИД-3_{ОПК-2}: Владеет навыками решения поставленных задач, основанными на знаниях профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин</p>	<p>Знать: основные разделы математических и естественно-научных дисциплин</p> <p>Уметь: формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин</p> <p>Владеть: навыками решения поставленных задач, основанными на знаниях профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин</p>	<p>З(ОПК-2)1</p> <p>У(ОПК-2)1</p> <p>В(ОПК-2)1</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 _{ОПК-3} : Знает основные принципы решения базовых задач управления в технических системах ИД-2 _{ОПК-3} : Умеет совершенствоваться в профессиональной деятельности ИД-3 _{ОПК-3} : Владеет навыками использования фундаментальных знаний для решения базовых задач управления в технических системах	Знать: основные принципы решения базовых задач управления в технических системах Уметь: совершенствоваться в профессиональной деятельности Владеть: навыками использования фундаментальных знаний для решения базовых задач управления в технических системах	З(ОПК-3)1 У(ОПК-3)1 В(ОПК-3)1

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «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 знаний по дисциплине
			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	
Всего	144	51	17	17	17	57		36

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 дисциплине
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные			
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	18	2	1	1		16		
Электронно-дырочный переход	19	3	1	1	1	16		
Полупроводниковые диоды	16	1			1	15		
Биполярный бездрейфовый транзистор	15					15		
Полевые (униполярные) транзисторы	16					16		
Тиристоры	18	1	1			16		
Интегральные микросхемы	17	1			1	16		
Экзамен	9						Тестирование, опрос	
Всего	144	12	4	2	4	125		9

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. Полупроводник 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. Четырехполусные 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 p - n 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 p - n переходов

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» является важной составляющей частью подготовки студентов по специальности 27.03.04 «Управление в 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. Полупроводник *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. Четырехполюсные *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 спорных 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. операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);
2. комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций);
3. программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».

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.