

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
«ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ»

Направление: 11.03.01 Радиотехника

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Фискина
Маргарита Михайловна
Дата подписания: 23.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 25.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Основы микроэлектроники» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-5 Способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	ПКР-5.1
ПКР-6 Способность формулировать цели и задачи проектирования радиоэлектронного устройства или системы	ПКР-6.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-5.1	Знает элементную базу и принцип работы микроэлектронной аппаратуры, виды интегральных микросхем по технологическому признаку, степени интеграции, типовые конструкции и структуру полупроводниковых и пленочных ИМС	Знать элементную базу и принцип работы микроэлектронной аппаратуры, виды интегральных микросхем по технологическому признаку, степени интеграции, типовые конструкции и структуру полупроводниковых и пленочных ИМС. Уметь рассчитывать базовые пассивные элементы полупроводниковых ИМС; Владеть основными приемами расчета пассивных элементов ИМС
ПКР-6.3	Умеет собирать и обрабатывать информацию для расчета и проектирования микроэлектронных элементов и устройств	Знать типовые конструкции и структуру полупроводниковых и пленочных ИМС. Уметь собирать и обрабатывать информацию для расчета устройства. Владеть знаниями для проектирования микроэлектронных элементов и устройств

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Основы микроэлектроники» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Радиоматериалы и радиокомпоненты», «Физика», «Химия», «Электроника»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Основы конструирования и технологии производства РЭС», «Основы построения радиоэлектронных устройств», «Цифровые устройства и микропроцессоры»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 4	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	216	72	144
Аудиторные занятия, в том числе:	96	48	48
лекции	48	16	32
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	48	32	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	84	24	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовая работа, Зачет	Зачет	Экзамен, Курсовая работа

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные положения микроэлектроник и и направления ее развития	1	4							
2	Полупроводников ые интегральные микросхемы	2, 3	8			1, 2, 5, 6, 7, 8	24	1, 2	24	Устный опрос
3	Гибридные интегральные микросхемы	4	4			3, 4	8			Письменн ый опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				32		24	

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Технологические процессы создания полупроводниковых интегральных микросхем	1, 2, 3, 4	14			1	4	1, 3	40	Устный опрос
2	Технологические процессы создания пленочных интегральных микросхем	5	4							
3	Функциональная микроэлектроника	6, 7, 8, 9	14			2, 3, 4, 5	12	2	20	Письменный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовая работа
	Всего		32				16		96	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные положения микроэлектроники и направления ее развития	Этапы миниатюризации и микроминиатюризации элементов электронной аппаратуры. История развития микроэлектроники. Изделия микроэлектроники и классификация интегральных микросхем (ИМС). Система обозначений интегральных микросхем.
2	Полупроводниковые интегральные микросхемы	Типовые конструкции и структура полупроводниковых ИМС. Биполярные полупроводниковые структуры интегральных микросхем. Полупроводниковые резисторы. Расчет полупроводниковых резисторов. Полупроводниковые конденсаторы. Расчет полупроводниковых конденсаторов. Транзисторные структуры п-р-п. Комплементарные п-р-п и р-п-р транзисторы. Составные транзисторы. Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторные структуры. Полупроводниковые интегральные диоды.
3	Гибридные интегральные микросхемы	Конструкция гибридных ИМС. Подложки для гибридных ИМС. Пленочные резисторы. Расчет пленочных резисторов. Пленочные конденсаторы. Расчет пленочных конденсаторов. Индуктивные элементы в пленочных ИМС. Пленочные проводники и контактные площадки. Межслойная изоляция. Методы получения различных

		конфигураций пассивных элементов гибридных ИМС. Навесные компоненты гибридных ИМС.
--	--	--

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Технологические процессы создания полупроводниковых интегральных микросхем	Роль физико-химических процессов в технологии микроэлектронных устройств и компонентов. Технология получения кремния. Физикохимические процессы при очистке полупроводниковых пластин. Процессы получения новой фазы на поверхности кремния. Литографические процессы. Легирование полупроводников. Основные виды технологического оборудования. Технология изготовления ИМС на биполярных транзисторах. Технология изготовления ИМС на МДП структурах. Сборка и герметизация полупроводниковых ИМС. Этапы разработки и проектирования полупроводниковых ИМС. Современные достижения в технологии ИМС.
2	Технологические процессы создания пленочных интегральных микросхем	Методы получения различных конфигураций пассивных элементов гибридных ИМС.
3	Функциональная микроэлектроника	Объекты функциональной микроэлектроники. Понятие физической интеграции. Физические явления, используемые при создании изделий функциональной микроэлектроники.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет полупроводникового резистора	4
2	Расчет полупроводникового конденсатора	4
3	Расчет пленочного резистора	4
4	Расчет пленочного конденсатора	4
5	Расчет МДП-конденсатора	4
6	Решение задач на тему "Многозмиттерный транзистор"	4
7	Решение задач на тему "Составной транзистор"	4
8	Полупроводниковые интегральные диоды	4

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет распределения примеси в кремнии 2	4
2	Расчет встречно-штыревых преобразователей для акустоэлектроники	4
3	Устройства микроэлектроники СВЧ	4
4	Устройства молекулярной электроники	2
5	Устройства биоэлектроники	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	15
2	Подготовка к зачёту	9

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	20
2	Подготовка к практическим занятиям	20
3	Подготовка к экзамену	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: интерактивная лекция, применение системы электронного обучения MOODLE.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине "Основы микроэлектроники" [Электронный ресурс] : для студентов по направлению подготовки/специальности 11.03.01 "Радиотехника" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т высоких технологий, 2018. - 7.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Фискина М.М. Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине "Основы микроэлектроники" [Электронный ресурс] : для студентов по направлению подготовки/специальности 11.03.01 "Радиотехника" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 26.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Вопросы охватывают материал определенной темы программы. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в письменной форме в течение до 10 минут. Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы.

Критерии оценивания.

Для успешной сдачи текущего контроля необходимо полно ответить на предлагаемые вопросы.

6.1.2 семестр 4 | Письменный опрос

Описание процедуры.

Вопросы охватывают материал определенной темы программы. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в письменной форме в течение до 10 минут. Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы.

Критерии оценивания.

Для успешной сдачи текущего контроля необходимо полно ответить на предлагаемые вопросы.

6.1.3 семестр 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

Вопросы охватывают материал определенной темы программы. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в письменной форме в течение до 10 минут. Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы.

Критерии оценивания.

Для успешной сдачи текущего контроля необходимо полно ответить на предлагаемые вопросы.

6.1.4 семестр 5 | Письменный опрос

Описание процедуры.

Вопросы охватывают материал определенной темы программы. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в письменной форме в течение до 10 минут. Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы.

Критерии оценивания.

Для успешной сдачи текущего контроля необходимо полно ответить на предлагаемые вопросы.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-5.1	Знает элементную базу и принцип работы микроэлектронной аппаратуры.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий
ПКР-6.3	Умеет собирать и обрабатывать информацию для расчета устройства.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Формы проведения экзамена – компьютерный тест в системе MOODLE.

Вопросы теста охватывают весь пройденный материал программы 4 семестра. Студенту дается 2 попытки, время ограничивается 2 часами. К тесту допускаются студенты, полностью выполнившие учебную программу курса.

Пример задания:

1. Классификация ИМС.
2. Изоляция элементов полупроводниковых ИМС.
3. Элементы пленочных ИМС. Подложки для пленочных ИМС.

4. Интегральные транзисторы п-р-п. Конфигурации. Типичные параметры. Паразитные параметры.
5. Многоэмиттерные п-р-п транзисторы. Использование в ТТЛ логике.
6. Многоколлекторные п-р-п транзисторы. Использование в И2Л логике.
7. Контакт металл-полупроводник. Работа выхода. Барьер Шоттки
8. Интегральный Транзистор с барьером Шоттки
9. Транзисторы р-п-р. Горизонтальная структура интегрального р-п-р транзистора.
10. Интегральные диоды. Основные параметры.
11. Интегральные Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом.
12. Интегральные МДП транзисторы. Схема замещения.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Процент правильных ответов 85-100	Процент правильных ответов 75-85

6.2.2.2 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Экзамены проводятся в объёме программы учебной дисциплины по билетам. Экзаменационный билет содержит 2 теоретических вопроса. Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы по другим темам, но не более трех.

Пример задания:

Контрольные вопросы к экзамену:

1. Классификация ИМС. Изоляция элементов полупроводниковых ИМС.
2. Схема изготовления полупроводниковой ИМС. Планарная технология
3. Окисление поверхности кремния. Роль оксидной пленки. Высокотемпературное окисление кремния. Оборудование. Химические реакции.
4. Литография в технологии ИМС. Фотолитография. Схема процесса.
5. Фоторезисты. Виды. Основные характеристики.
6. Диффузионное легирование кремния. Оборудование. Виды и источники примеси.
7. Ионное легирование кремния.
8. Металлизация. Метод вакуумного напыления. Оборудование.
9. Основы технологии пленочных ИМС. Элементы пленочных ИМС. Подложки для пленочных ИМС.
10. Основные этапы изготовления тонкопленочных ИМС. Способы получения конфигурации тонких пленок.
11. Основы толстопленочной технологии. Материалы.
12. Интегральные транзисторы п-р-п. Конфигурации. Типичные параметры. Паразитные параметры.
13. Многоэмиттерные п-р-п транзисторы. Использование в ТТЛ логике.
14. Многоколлекторные п-р-п транзисторы. Использование в И2Л логике.
15. Контакт металл-полупроводник. Работа выхода. Барьер Шоттки
16. Интегральный Транзистор с барьером Шоттки
17. Транзисторы р-п-р. Горизонтальная структура интегрального р-п-р транзистора.

18. Интегральные диоды. Основные параметры.
19. Интегральные Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом
20. Интегральные МДП транзисторы. Схема замещения.
21. Предельные возможности интегральной микроэлектроники
22. Понятие и основные направления функциональной микроэлектроники (обзор).
23. Криоэлектроника. Криотрон.
24. Микроэлектроника на эффекте Ганна. Эффект Ганна. Пример устройства.
25. Плазменная микроэлектроника. Пример устройства.
26. Магнетоэлектроника. Пример устройства.
27. Квантовая электроника. Лазер.
28. Акустроэлектроника. Пример устройства.
29. Хемоэлектроника. Пример устройства.
30. Приборы с зарядовой связью.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Студент показал исчерпывающие глубокие знания, полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений. При этом должны быть получены логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы.	Студент показал твердые и достаточно полные знания материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; при этом получены последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы.	Студент показал не достаточно полное знание и понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, при этом получены в основном правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы	Неправильный ответы на основные вопросы, грубые ошибки в ответах, непонимание сущности излагаемых вопросов

6.2.2.3 Семестр 5, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

Студент предоставляет пояснительную записку курсового проекта, выполненную в соответствии СТО 005 2020 и отвечает на контрольные вопросы.

Пример задания:

Контрольные вопросы:

1. Методы легирования полупроводников. Виды и источники примесей. Технология

диффузии(основное оборудование).

2. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии.
3. Второй закон Фика. Диффузия из бесконечного (постоянного) источника.
4. Второй закон Фика. Диффузия из конечного (ограниченного) источника.
5. Симметричная и ассиметричная конфигурация биполярного прп-транзистора.
6. Паразитные параметры биполярного прп-транзистора.

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Выполненная курсовая работа содержит все необходимые расчеты и соответствует всем предъявляемым требованиям. Пояснительная записка соответствует теме курсовой работы и оформлена согласно СТО 005 ИРНТУ. Сложность и глубина разработки темы подтверждена правильностью ответов на вопросы на защите	Выполненная курсовая работа содержит все необходимые расчеты и соответствует всем предъявляемым требованиям. Пояснительная записка соответствует теме курсовой работы и оформлена согласно СТО 005 ИРНТУ, но есть незначительные ошибки при представлении полученных результатов	Выполненная курсовая работа содержит все необходимые расчеты и соответствует всем предъявляемым требованиям. Пояснительная записка соответствует теме курсовой работы и оформлена согласно СТО 005 ИРНТУ, но присутствуют ошибки в изложении материала, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов	Неспособность дать пояснения по используемым терминам, аббревиатурам, выводам; несоответствие оглавления главам и разделам работы; несогласованность темы работы и её содержания; грубые ошибки в работе, непонимание сущ-ности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

7 Основная учебная литература

1. Степаненко Игорь Павлович. Основы микроэлектроники : [Учеб. пособие для вузов] / И. П. Степаненко, 2003. - 488.
2. Ефимов И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь, 2008. - 383.
3. Смирнов Ю. А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов, 2013. - 495.
4. Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине "Основы микроэлектроники" [Электронный ресурс] : для студентов по направлению

подготовки/специальности 11.03.01 "Радиотехника" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т высоких технологий, 2018. - 7.

5. Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине "Основы микроэлектроники" [Электронный ресурс] : для студентов по направлению подготовки/специальности 11.03.01 "Радиотехника" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 26.

6. Фискина М. М. Физические основы электроники : электронный курс / М. М. Фискина, 2023

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Марголин В. И. Физические основы микроэлектроники : учебник для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" направления "Проектирование и технология электронных средств" / В. И. Марголин, В. А. Жабрeв, В. А. Тупик, 2008. - 398.

2. Степаненко Игорь Павлович. Основы микроэлектроники : [Учеб. пособие для вузов] / Игорь Павлович Степаненко, 2000. - 488.

3. Аваев Н. А. Основы микроэлектроники : учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов / Н. А. Аваев, Ю. Е. Наумов, В. Т. Фролкин, 1991. - 287.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. PTC_MathCAD14

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер iC2D E7400/ASUS P5/2Gb/250Gb GF 512Mb/DVD-RW/FDD/кл/мышь/LCD LG 19/APC
2. Проектор Acer