

Государственное образовательное учреждение
«Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко»
Физико-технический институт
Кафедра фундаментальной физики, электроники и систем связи



УТВЕРЖДАЮ
Директор физико-технического института

Д.И. Калюшин
(подпись) (ФИО)

«09» 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине

«ПРОЦЕССЫ МИКРО-И НАНОТЕХНОЛОГИИ»
на 2023 / 2024 учебный год

Направление подготовки
2.11.03.04 «ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

Профиль подготовки
«Промышленная электроника»

Квалификация выпускника
«бакалавр»

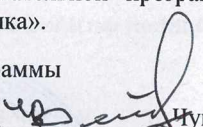
Форма обучения
Очная

Год набора 2020

Тирасполь 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Процессы микро-и нанотехнологии» разработана в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» и основной профессиональной образовательной программы по профилю подготовки «Промышленная электроника».

Составитель рабочей программы

доцент кафедры ФФЭСС  Тукита В.И.

(должность, ученое звание, степень)

(подпись)

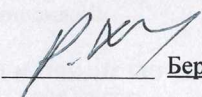
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «фундаментальной физики, электроники и систем связи»

« 31 » 08 2023 г. протокол № 1

номер протокола

Зав. кафедры-разработчика

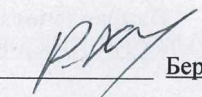
« 31 » 08 2023 г.  Берил С.И.

дата

подпись

(Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой

« 31 » 08 2023 г.  Берил С.И.

дата

подпись

(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии» являются: изучение основных процессов используемых в производстве микро- и нано приборов. Исследование процессов в нано- и микроэлектронных приборах, современное состояние в технологии изготовления приборов с управляемой проводимостью канала, одноэлектронных транзисторов, транзисторов с двойным затвором, Fin FET полевых транзисторов, НЕМТ транзисторов; современные технологии производства нанoeлектронных транзисторных структур и интегральных микросхем.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определение сущности и значения нанoeлектроники и нанотехнологий;
- раскрытие технологических составляющих в производстве микро- и нанoeлектронных приборов;
- ознакомление обучающихся с технологическими процессами производства микро- и наноразмерных структур;
- определение состава знаний, которые должен получить обучающийся;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Процессы микро-и нанотехнологии» относится к циклу Б1.В.13 вариативной части.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций, приведенных в таблице ниже

Категория (группа) компетенций	Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Универсальные компетенции и индикаторы их достижения		
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	ИД-1ук-8 Знает и устраняет проблемы, связанные нарушениями техники безопасности на рабочем месте, обеспечивая безопасные условия труда. ИД-2ук-8 Умеет: находить пути решения ситуаций, связанных с безопасностью жизнедеятельности людей. ИД-3ук-8 Владеет: навыками действия в экстремальных и чрезвычайных ситуациях, применяя на практике основные способы выживания.
Обязательные профессиональные компетенции и индикаторы их достижения		
	ПК-6 Способен организовывать метрологического обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ИД-1пк-6 Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства ИД-2пк-6 Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры. ИД-3пк-6 Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам:

Количество часов								Форма контроля
Семестр	Трудоемкость, з.е./часы	В том числе						
		Аудиторных				Самост. работы		
		Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практич. занятие			
7	4/144	44	26	18		64	Экзамен	
Итого	4/144	44	26	18		64	36	

4.2 Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ЛР	ПР	
1	Введение.	2	2	-	-	-
2	Основные технологические процессы при производстве ИС.	53	12	9	-	32
3	Процессы локального изменения свойств полупроводников.	53	12	9	-	32
ИТОГО:		108	26	18		64

4.3 Тематический план по видам учебной деятельности

Лекции

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лекции	Учебно-наглядные пособия
Раздел 1. Введение.				
1	1	2	"Закон Мура". Основные вехи в развитии современной электроники.	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
Итого по разделу часов		2		
Раздел 2. Основные технологические процессы при производстве ИС.				
2	2	2	Технологические процессы изготовления интегральных схем.	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
3	2	2	Процессы первичной обработки материалов.	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
4	2	2	Процессы литографии.	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
5	2	2	Фотолитография.	Учебники и учебные пособия,

				методические пособия, эл. ресурсы.
6	2	2	Электронолитография	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
7.	2	2	Рентгенолитография	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
Итого по разделу часов		12		
Раздел 3. Процессы локального изменения свойств полупроводников.				
8	3	2	Эпитаксия	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
9	3	2	Легирование полупроводников.	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
10	3	2	Процессы обработки поверхности. Окисление кремния.	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
11	3	2	Процессы технологии травления.	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
12	3	2	Металлизация поверхности транзисторных структур.	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
13	3	2	Типовые технологические маршруты производства ИС.	Учебники и учебные пособия, методические пособия, эл. ресурсы
Итого по разделу часов		12		
ИТОГО:		26		

4.4. Практические (семинарские) занятия учебным планом не предусмотрены

4.5 Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лабораторных занятий	Учебно-наглядные пособия
Раздел 2. Основные технологические процессы при производстве ИС.				
1	2	2	Расчет профилей распределения примесей при ионной имплантации.	MultiSim
2	2	2	Определение средней длины пробега	Лаборатория 209. MultiSim

			электронов и молекул.	Лаборатория 209.
3	2	2	Определение энергии электрона и иона для ионизации.	MultiSim Лаборатория 209
4	2	3	Расчет диффузионных резисторов.	MultiSim Лаборатория 209
Итого по разделу часов		9		
Раздел 3. Процессы локального изменения свойств полупроводников.				
5	3	2	Основы процессов плазмообразования в вакууме	MultiSim Лаборатория 209.
6	3	2	Методика расчета вакуумной системы.	MultiSim Лаборатория 209.
7	3	2	Технологический расчет пластинчатого электрофильтра.	MultiSim Лаборатория 209.
8	3	3	Изучение самоорганизации гетерозиптаксиальных структур.	MultiSim Лаборатория 209.
Итого по разделу часов		9		
ИТОГО:		18		

4.5 Самостоятельная работа обучающегося

Раздел дисциплины	№ п/п	Тема и вид СРС	Трудоемкость (в часах)
Раздел 2	1	Процессы формирования интегральных схем, комплементарная технология. (ЗЗУМ)	16
	2	Туннельные токи в коротких каналах КМОП. (ЗЗУМ)	16
Итого по разделу часов			32
Раздел 3	3	Основы процессов плазмообразования в вакууме. (ЗС)	16
	4	Квантовые ограничения, формируемые внутренними и внешними электрическими полями. (ЗС)	16
Итого по разделу часов			32
ИТОГО:			64

Примечание: ЗЗУМ – задание на закрепление учебного материала; ЗС – задание на систематизацию знаний; ПЛР – подготовка к лабораторным работам
Учебно-наглядные пособия: методическое пособие, методические рекомендации, инструкции по выполнению лабораторных работ.

5. Примерная тематика курсовых проектов (работ):

Не предусмотрено

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Обеспеченность обучающихся учебниками, учебными пособиями

№ п/п	Наименование учебника, учебного пособия	Автор	Год издания	Количество экземпляров	Электронная версия	Место размещения электронной версии
-------	---	-------	-------------	------------------------	--------------------	-------------------------------------

Основная литература						
1	Основы микроэлектроники.	Степаненко И.П.	2009	10	+	http://publ.lib.ru
2	Электроника. Раздел Микроэлектроника	Щука А.А.	2012.	10	+	http://publ.lib.ru
3	Нанoeлектроника.	Борисенко В.Е. Воробьева А.И. Уткина Е.А.	2009	10	+	http://www.toroid.ru
4	Нанoeлектроника	Щука А.А.	2012	5		http://publ.lib.ru
Дополнительная литература						
1	Твердотельная электроника	Гуртов В.А.	2004	10	+	https://litmy.ru
2	Полупроводниковые приборы	Пасынков В.В. Чиркин Л.К.	2003	5	+	ЭБС «IPRbooks»
4	Электроника	Щука А.А.	2009	5	+	ЭБС «IPRbooks»
5	Базовые лекции по электронике	Под ред. Пролейко В.И.	2007	5	+	ЭБС «IPRbooks»
Итого по дисциплине: 100 % печатных изданий; 100 % электронных						

6.2. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://publ.lib.ru> – публичная библиотека

<https://litmy.ru> – онлайн библиотека

<https://siblec.ru> – банк лекций

ЭБС «IPRbooks» – электронная библиотечная система

6.3. Методические указания и материалы по видам занятий

Курс предполагает изложить основы технологии производства микроэлектронных схем (интегральных схем). Ознакомить с требованиями технологических процессов в производстве микроэлектронных изделий. Дать общетеоретические основы процессов переноса заряда в полупроводниковых структурах с квантовыми ямами и механизмами их формирования, необходимые сведения и требования нано- технологии. Познакомить с основными типами низкоразмерных полупроводниковых приборов и областями их применения.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

- 1) Лаборатории «Тонкопленочной технологии и химических методов получения тонких пленок» (112/2, 112/3).
- 2) Лаборатория «Технологии получения массивных полупроводников» (3 корп., лаб. 19).
- 3) Лаборатория «Твердотельная электроника» (2 корп., лаб. 209).

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Содержание методических рекомендаций включает:

- рекомендации по ведению конспекта лекций с выделением формул и пояснением к

ним;

- рекомендации по отображению схем, диаграмм, графиков;
- методические рекомендации по планированию и организации самостоятельной работы при изучении дисциплины;
- перечень тем, на которые необходимо обратить особое внимание;
- перечень тем и вопросов, выносимых на самостоятельное изучение, с рекомендациями по использованию учебно-методических материалов и видах контроля;
- рекомендации по использованию учебно-методических материалов по дисциплине: рекомендации по работе с литературой;
- рекомендации по подготовке к выполнению практических работ и оформлению отчетов по выполненной работе;

9. Технологическая карта

Курс 4 группа ФМ20ДР62МТ (413) семестр 7

2023-2024 учебный год

Преподаватель-лектор: доцент Чукита В.И.

Преподаватель, ведущий лабораторные занятия: доцент Чукита В.И.

Кафедра «фундаментальной физики, электроники и систем связи»

Кафедра «Фундаментальной физики, Электроника и систем связи»							
Семестр	Количество часов					Форма контроля	
	Трудоемкость, з.е./часы	В том числе					
		Аудиторных			Самост. работы		
		Всего	Лекций	Лаб. раб.		Практич. занятие	
7	4/144	44	26	18		64	Экзамен
Итого	4/144	44	26	18		64	36

Форма текущей аттестации	Расшифровка	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Посещение лекционных занятий	Согласно приложению 1	0	10
Работа на практических занятиях	Согласно приложению 2	0	10
Контрольная работа №1 «Технологические маршруты производства интегральных схем»		0	25
Контрольная работа №2 «Оборудование используемое в производстве интегральных схем»		0	25
Итого количество баллов по текущей аттестации		45	70
Промежуточная аттестация	Экзамен	10	30
Итого по дисциплине		55	100

Приложение 1

Начисление баллов по результатам посещения лекций*

Процент посещенных лекций	Начисляемые баллы
---------------------------	-------------------

0-49%	0 баллов
50-54%	1 балл
55-59%	2 балла
60-64%	3 балла
65-69%	4 балла
70-74%	5 баллов
75-79%	6 баллов
80-84%	7 баллов
85-89%	8 баллов
90-94%	9 баллов
95-100%	10 баллов

*В случае посещения студентом менее чем 85% лекций, предусмотренных учебной программой по дисциплине, для получения рейтингового балла, начисляемого по данному критерию, студент обязан предоставить преподавателю конспект пропущенных лекций.

Приложение 2

Начисление баллов по рейтингу текущей успеваемости на практических занятиях*

Средняя оценка полученных оценок на занятиях	Начисляемые баллы
3	6 баллов
3,5	7 баллов
4	8 баллов
4,5	9 баллов
5	10 баллов

*В случае посещения студентом менее чем 85% практических занятий, предусмотренных учебной программой по дисциплине, для получения рейтингового балла, начисляемого по данному критерию, студент обязан отработать, пропущенные по уважительной или по неуважительной причине занятия в течение семестра в установленном порядке.