

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Дата подписания: 05.02.2025 12:12:35

«Национальный исследовательский университет

Уникальный программный ключ:

«Московский институт электронной техники»

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г.Балашов



«05» сентября 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы технологических процессов микроэлектроники»

Направление подготовки – 27.04.04 «Управление в технических системах»

Направленность (профиль) – «Проектирование систем управления технологическим оборудованием микроэлектроники»

Москва 2024

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины разработана в результате взаимодействия с партнерами по «Передовой инженерной школе» МИЭТ и направлена на опережающую подготовку инженерно-технических кадров отрасли «Электронное машиностроение», создание конкурентоспособного облика электронной промышленности Российской Федерации, развитие научно-технического и кадрового потенциала и реализацию научно-технических решений на основе отечественной элементной базы.

Содержание программы основано на особенностях производства интегральных схем и технологических операциях их изготовления. Особое внимание в данной дисциплине обращено на перспективы совершенствования технологических процессов микроэлектроники.

Цель: формирование системы знаний в области технологических процессов микроэлектроники.

Задачами являются:

- Изучение основных технологических процессов микроэлектронной промышленности и направлений их развития;
- Формирование умения анализировать технологический процесс, определять управляемую величину и цель управления;
- Получение опыта постановки задачи автоматизации и управления технологическими процессами микроэлектроники.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующей компетенции образовательной программы:

Компетенция ПК-1 «Способен проектировать автоматизированные системы управления с использованием современных технических и программных средств для предприятий микроэлектронной промышленности» сформулирована на основе профессионального стандарта 40.057 «Специалист по автоматизированным системам управления машиностроительным предприятием».

Обобщенная трудовая функция D7 «Проектирование АСУП»

Трудовая функция D/04.7 Разработка интегрированной АСУП

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1. ОТПМ «Способен, определять задачи автоматизации в технологических процессах микроэлектроники».	- проектирование информационной модели интегрированной АСУП; - стандартизация документооборота и характеристик информации в подразделениях и филиалах организации, адаптация	Знает физические основы полупроводникового производства
		Умеет анализировать технологический процесс
		Имеет опыт постановки задачи автоматизации и управления для технологических процессов

	стандартов организации к информационной модели интегрированной АСУП;	микроэлектроники
--	--	------------------

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы (является элективной).

Для освоения дисциплины требуются знания в области химии и физики полупроводников.

В структуре основной образовательной программы дисциплина основывается на «Автоматизации технологических процессов в микроэлектронной промышленности», формирует необходимую систему знаний для:

–дисциплины «Проблемы автоматизации и управления в микроэлектронной промышленности»

–дисциплины «Проектирование систем управления технологическими процессами с использованием SCADA-систем»

–написания выпускной квалификационной работы – магистерской диссертации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	2	72	16			56	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
М1. Основы полупроводникового производства	8	-	-	26	Входное тестирование
					Тестирование по модулю 1
					Сдача первой части реферата
					Контроль выполнения индивидуальных домашних заданий
М2. Технологические операции планарной технологии	8	-	-	30	Тестирование по модулю 2
					Защита реферата
					Контроль выполнения индивидуальных домашних заданий
					Итоговое тестирование
ИТОГО:	16	-	-	56	

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
М1	1	2	Основные понятия и определения микроэлектроники Историческая справка. Классификация и структура ИМС. Принципы интегральной технологии. Степени интеграции.
	2	2	Проводимость полупроводниковых материалов Собственный проводник. Примесный проводник. Контакт электронного и дырочного полупроводников ($p - n$ переход).
	3	2	Общая характеристика технологического процесса изготовления полупроводниковых ИМС. Этапы технологии изготовления. Выбор и получение материала. Получение пластин. Эпитаксиальные структуры. Формирование элементов ИМС. Частные технологические процессы.
	4	2	Типы структур ИМС. Диффузионно-планарная и эпитаксиально- планарная технологии.

М2	5	2	Технологические процессы получения свойств ИМС. Термическая диффузия примесей. Ионное легирование. Эпитаксия.
	6	2	Технологические процессы нанесения тонких пленок Использование тонких пленок в ИМС. Проводники соединений и контакты в полупроводниковых ИМС.
	7	2	Термическое окисление. Термическое вакуумное испарение. Ионная бомбардировка. Химическое осаждение из газовой фазы. Свойства пленки двуокиси кремния.
	8	2	Технологический процесс литографии. Классификация. Подготовка подложки. Экспонирование. Проявление. Травление. Удаление фоторезиста. Дополнительные процессы литографии.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3 Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Подготовка к входному тестированию
	5	Текущая проработка теоретического материала
	4	Подготовка к тестированию по модулю 1
	7	Подготовка реферата
	6	Выполнение индивидуальных домашних заданий
2	5	Текущая проработка теоретического материала
	4	Подготовка к тестированию по модулю 2
	8	Подготовка реферата
	8	Подготовка к итоговому тестированию
	5	Выполнение индивидуальных домашних заданий
Итого	56	

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1. Основы полупроводникового производства

1. Теоретический материал по модулю 1.
2. Методические указания для СРС по модулю 1.
3. Список литературы.

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Модуль 2. Технологические операции планарной технологии

1. Теоретический материал по модулю 2.
2. Методические указания для СРС по модулю 2.
3. Список литературы.

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 2, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Владимирова Л. Н. Физико-химические основы технологии получения тонких металлических пленок: учебное пособие / Л. Н. Владимирова, Е. С. Машкина, Е. С. Рембеза. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2023. - 96 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 95-96 (21 назв.). - 50 экз. - ISBN 978-5-9273-3777-4 : 354 р. Издано в авторской редакции
2. Липатов, Г. И. Особенности производства ИС: учебное пособие [Электронный ресурс]. — Электрон.текстовые и граф. данные (3,0 Мб) / Г. И. Липатов. — Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2019
3. Машкина Е.С. Физико-химические основы технологических процессов микро- и наноэлектроники : учебное пособие / Е. С. Машкина, Л. Н. Владимирова, Е. Н. Бормонтов ; Министерство науки и высшего образования РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный университет". — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. — 171 с. : ил., табл. : 20 см.; ISBN 978-5-9273-2895-6

4. Свистова Т.В. Приборы твердотельной электроники: учеб.пособие / Т.В. Свистова. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012. 294 с.

5. Троян, П. Е. Твердотельная электроника: Учебное пособие [Электронный ресурс] / П. Е. Троян. — Томск: ТУСУР, 2006. — 330 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/538>

6. Черняев В.Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров / В.Н. Черняев. — М.: Радио и связь, 2007. — 464 с

Нормативная литература

1. ГОСТ Р 57435 — 2017. Микросхемы интегральные: Межгосударственный стандарт :утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 апреля 2017 г. №248-ст 1 - URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293746/4293746385.pdf>

Периодические издания

1. Электронные информационные системы: научно-технический журнал
2. Вестник Вузов: Электроника:научно-технический журнал
3. IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATIC CONTROL [Текст] . - USA : IEEE, [б.г.]. –URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=9>.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХБАЗДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/IET ElectronicLibrary (IEL) = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения :29.05.2024). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка". - Текст : электронный.

2. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.06.2024). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения :15.07.2024); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

4. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 15.07.2024). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного обучения, в частности за счет взаимодействия со студентами в электронной образовательной среде, для обеспечения которого используются сервисы обратной связи раздел ОРИОКС

«Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС: в рамках данной дисциплины на платформе Moodle создана группа тестов, реализующих онлайн тестирование входного, текущего и выходного контроля.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Windows, пакеты прикладных программ Matlab, система компьютерной алгебры Maxima или Mathcad
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Windows, пакеты прикладных программ Matlab, система компьютерной алгебры Maxima или Mathcad

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-1. ОТПМ «Способен определять задачи автоматизации в технологических процессах микроэлектроники» представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL:<http://orioks.miet.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина «Основные технологические процессы микроэлектроники» служит для формирования компетенции в области проектирования автоматизированной системы управления предприятием на основе технологических процессов микроэлектроники.

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

–посетить лекции по предмету;

- принимать участие в дискуссиях во время лекций;
- выполнить задания для СРС к каждой из лекций;
- выполнить входное тестирование, тестирование по модулям дисциплины и итоговое тестирование;
- подготовить реферат;

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным занятиям, использование литературы, интернет-ресурсов для подготовки реферата.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение лекции заключается в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. В лекциях даются основы полупроводникового производства, технологические процессы планарной технологии с определением характеристик специального оборудования и целей управления.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система (НБС).

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 60 баллов), и экзамена (максимум 40 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету.

При выставлении итоговой оценки, используется шкала, приведенная ниже в таблице.

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

Структура и график контрольных мероприятий доступны в системе ОРИОКС <http://orioks.miet.ru/>.

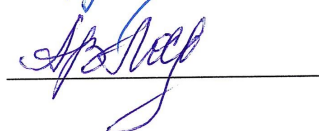
РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор института МПСУ, д.т.н.



А.В. Щагин

Ассистент института МПСУ



А.В. Лось

Рабочая программа дисциплины «Основные технологические процессы микроэлектроники» по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», направленности (профилю) «Проектирование систем управления технологическим оборудованием микроэлектроники» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании Ученого совета Института МПСУ «30» августа 2024 года, протокол № 13.

Директор Института МПСУ, д.т.н. _____

А.Л. Переверзев

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с дирекцией «Передовой инженерной школы»

Зам. директора ПИШ _____

Н.Ю. Соколова

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____

И.М. Никулина

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____

Т.П. Филиппова