

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А. Л. Толстик

29.07.2016

Регистрационный № УД-2815 /уч. .

ОСНОВЫ ОПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 04 03 Физическая электроника

2016 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 03-2013 и учебных планов №G 31-165/уч. и №G 31и-188/уч. от 30.05.2013 г.

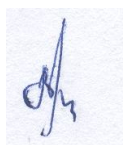
СОСТАВИТЕЛИ:

В. М. СТЕЦИК, старший преподаватель кафедры квантовой радиофизики и оптоэлектроники

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой квантовой радиофизики и оптоэлектроники
(протокол № 11 от 03.06.2016);

Советом факультета радиофизики и компьютерных технологий
(протокол № 10 от 21.06.2016)



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная программа по учебной дисциплине «Основы оптических технологий для микроэлектроники» разработана для студентов специальности «Физическая электроника» в соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 03-2013 и учебного плана вышеуказанной специальности.

Учебная дисциплина посвящена изучению промышленного производства изделий электронной техники, таких как большие (БИС) и сверхбольшие (СБИС) интегральные схемы, гибридные (ГИС) интегральные схемы, печатные платы, цветные кинескопы, жидкокристаллические и газоразрядные панели и т. д. Повышение степени интеграции микросхем, увеличение плотности монтажа на печатной плате, повышение качества изображения телевизионной трубки требует освоения новых технологических процессов и создания нового высокопроизводительного оборудования. Наиболее эффективно эти проблемы решаются при использовании лазерных технологий и созданного на этой основе лазерного технологического оборудования: комплекты лазерного оборудования для формирования топологического рисунка на полупроводниковых пластинах, оборудования для прецизионной размерной обработки.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: формирование систематизированных теоретических знаний и практических навыков, необходимых для специалистов в области микроэлектроники и ее приложений.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить физические принципы управления оптическими и электронными процессами в области микроэлектроники,
- освоение новых технологических процессов при производстве изделий в микроэлектронике,
- научиться применять полученные знания для решения прикладных задач в области микроэлектроники.

Учебная дисциплина «Основы оптических технологий для микроэлектроники» относится к циклу общенаучных и общепрофессиональных дисциплин и является курсом по выбору студента. Материал рассчитан на студентов третьего курса и опирается на сведения, полученные ранее при изучении дисциплины «Общая физика». Приобретенные знания в дальнейшем используются при изучении дисциплины «Квантовая радиофизика и оптоэлектроника», а также специальных и магистерских дисциплин факультета радиофизики и компьютерных технологий.

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Основы оптических технологий для микроэлектроники» формируются следующие профессиональные компетенции:

- проводить математическое моделирование физических процессов, приборов и устройств;
- разрабатывать численные алгоритмы и программы;
- разрабатывать и применять эффективные методы исследований в различных технологических процессах производства электронных приборов и электронной техники;
- в составе группы специалистов или самостоятельно разрабатывать приборы, интегральные схемы, микро- и нано-электронные устройства и системы с требуемыми характеристиками;
- создавать автоматизированные системы проектирования изделий электроники на основе разработок новых и применения известных программных средств;
- разрабатывать математические модели электронных устройств и систем и проводить вычислительные эксперименты при решении задач их проектирования и оптимизации.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- основные явления, лежащие в основе управления оптическими и электронными процессами в области микроэлектроники;
- основы методов оптической обработки информации, ее хранения и отображения;

уметь:

- применять их для решения прикладных задач;

владеть:

- теоретическими знаниями в области микроэлектроники и практическими навыками их использования для решения прикладных задач.

Объем дисциплины составляет 140 учебных часа, в том числе 68 аудиторных часа, из них лекции – 34, лабораторные работы – 34.

Дисциплина читается в шестом семестре. Форма получения образования очная. Форма текущей аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

6. *Введение.*

Этапы развития производства изделий микро и нанoeлектроники. Предельные возможности методов получения микроизображений, их модернизация

2. *Лазерные источники излучения для фотолитографии.*

2.1. Лазерные источники излучения для производства изделий микроэлектроники. Их преимущества.

2.2. Процесс изготовления интегральных микросхем. Многоступенчатый процесс фотолитографии. Виды литографических процессов.

2.3. Полупроводниковые лазеры – первые изделия полупроводниковой электроники с наноразмерной структурой.

3. *Физические принципы основ фотолитографии.*

3.1. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Металлы, диэлектрики, полупроводники, органические вещества. Их оптические характеристики.

3.2. Системы транспортировки и фокусировки лазерного излучения. Линзовые и зеркальные системы. Установки, использующие электронные пучки.

3.3. Минимальный размер пятна, получаемого с помощью проекционных объективов. Технология создания. Основные виды аберраций.

4. *Фотошаблон – основной инструмент фотолитографии.*

4.1. Фотошаблон – основной инструмент фотолитографии. Характеристики фотошаблонов. Основные методы построения изображений с помощью электронно-оптических устройств.

4.2. Многоканальные генераторы изображений. Генераторы различных технологических уровней.

4.3. Дефекты фотошаблонов. Оборудование для производства фотошаблонов. SMIF технология.

5. *Оборудование для микроэлектроники.*

5.1. Оборудование для контроля параметров полупроводниковых пластин. Установка визуального контроля микродефектов ЭМ-6379. Пластины с топологией.

5.2. Разработка и основные принципы установки контроля отклонений от плоскостности полупроводниковых пластин.

5.3. Модельный ряд установок и физические принципы работы при устранении дефектов оригиналов топологий (ЭМ-551Б, ЭМ-5001, ЭМ-5201, ЭМ-5131).

5.4. Оборудование для контактного переноса изображений на полупроводниковые пластины. Установка совмещения и экспонирования

ЭМ-5026 АМ; установка двустороннего совмещения и экспонирования ЭМ-5086, ЭМ-5026Б.

6. Фотозлектронные датчики в устройствах для производства изделий в микроэлектронике.

6.1. Датчики перемещения и поглощения. Установка автоматизированного контроля микроразмеров.

6.2. Оборудование для бездефектного производства топологического рисунка до 90 нм.

7. Перспективы развития лазерных оптических и оптико-электронных систем.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		лекции	Лабораторные занятия	иное		
1.	Введение	2				Устный опрос
2.1	Лазерные источники излучения для производства изделий микроэлектроники.	2				
2.2	Процесс изготовления интегральных микросхем.	2				
2.3	Полупроводниковые лазеры – первые изделия полупроводниковой электроники с наноразмерной структурой.	2				Устный опрос
3.1.	Взаимодействие лазерного излучения с веществом.	2				
3.2	Системы транспортировки и фокусировки лазерного излучения.	2				
3.3	Минимальный размер пятна, получаемого с помощью проекционных объективов.	2				Устный опрос
3.4	Лабораторная работа «Определение поляризационных свойств оптического тракта фотометрического устройства»		8			Отчет по лабораторной работе
4.1	Фотошаблон – основной инструмент фотолитографии. Характеристики фотошаблонов.	2				
4.2	Многоканальные генераторы изображений.	2				
4.3	Дефекты фотошаблонов. Оборудование для производства фотошаблонов.	2				Контрольный опрос
4.4	Лабораторная работа «Определение степени когерентности излучения»		6			Отчет по лабораторной

						работе
5.1	Оборудование для контроля параметров полупроводниковых пластин.	2				
5.2	Разработка и основные принципы установки контроля отклонений от плоскостности полупроводниковых пластин.	2				
5.3	Модельный ряд установок и физические принципы работы при устранении дефектов оригиналов топологий.	2				
5.4	Оборудование для контактного переноса изображений на полупроводниковые пластины.	2				Контрольный опрос
5.5	Лабораторная работа «Определение неплоскостности полупроводниковых пластин»		8			Отчет по лабораторной работе
5.6	Лабораторная работа «Интерферометрические методы контроля в микроэлектронике»		6			Отчет по лабораторной работе
6.1	Датчики перемещения и поглощения.	2				
6.2	Оборудование для бездефектного производства топологического рисунка.	2				Контрольный опрос
6.3	Лабораторная работа «Формирование микроизображений при производстве печатных плат»		6			Отчет по лабораторной работе
7	Перспективы развития лазерных оптических и оптико-электронных систем	2				Устный опрос

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература:

1. Матюшков В.Е. Основы оптических технологий в микроэлектронике. Уч. пособие по лаб. практ.- Мн.: БГУ.- 69 с.
2. Карпович С. Е., Матюшков В. Е., Аваков С. М. Построение математических моделей для автоматического проектирования оптико-механического оборудования для электронного машиностроения.- Мн.: НПО «Интеграл», 2000.- 123 с.
3. Аваков С. М. Автоматический контроль топологии планарных структур.- Мн.: ФУА информ, 2007.- 168 с.
4. Моро У. Микролитография, М. Мир. В двух частях. 606 с.
5. Точицкий Я. И. Путь к микро и наносистемам. Мн., 2010, 392 с.

ДИАГНОСТИКА КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Учебными планами направлений специальности в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Основы оптических технологий для микроэлектроники» предусмотрен зачет.

Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале.

Для промежуточного контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов используются следующие формы:

- устный опрос;
- контрольный опрос;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Итоговая оценка формируется в соответствии с:

1. Правилами проведения аттестации (постановление Министерства образования Республики Беларусь №53 от 29.05.2012 г.).
2. Положением о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД).
3. Критериями оценки знаний по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь №09-10/53-ПО от 28.05.2013г.).

**ПРОТОКОЛ
СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗУЧАЕМОЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)*
Общая физика	Физики и аэрокосмических технологий	Без изменений	Изменения не требуются, протокол № 11 от 03.06.2016
Квантовая радиофизика и оптоэлектроника	Квантовой радиофизики и оптоэлектроники	Без изменений	Изменения не требуются, протокол № 11 от 03.06.2016

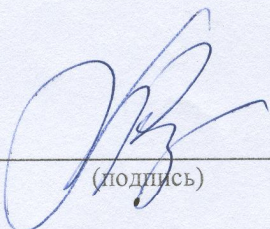
ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ НА 2017 / 2018 УЧЕБНЫЙ ГОД

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
	Без изменений и дополнений	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
КР и ОЭ (протокол № 1 от 5.08 2017г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

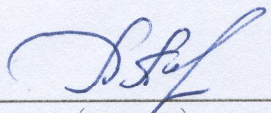
д.ф.н.н., профессор
(степень, звание)


(подпись)

М. М. Кугейко
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Зам. Декана факультета

к.ф.н.н., доцент
(степень, звание)


(подпись)

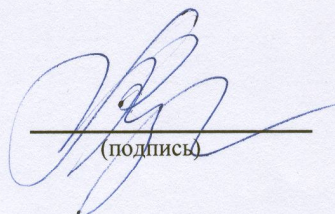
С.В. Малый
(И.О.Фамилия)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ НА 2018 / 2019 УЧЕБНЫЙ ГОД

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
	Без дополнений и изменений	

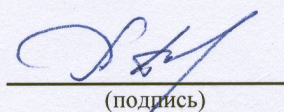
Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
КР и ОЭ (протокол № 1 от 30.08 2018 г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой
д.ф.-м.н., профессор
(ученая степень, ученое звание)


(подпись)

М. М. Кугейко
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Зам. Декана факультета
к.ф.-м.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)


(подпись)

С. В. Малый
(И.О.Фамилия)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ НА _____ / _____ УЧЕБНЫЙ ГОД

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ (протокол № _____ от _____ 20__ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

(степень, звание)

(подпись)

М. М. Кугейко
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)