

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям



(подпись)

О.И. Чуприс

06.06.2018
(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 6212/уч.

**ОСНОВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С
ВЕЩЕСТВОМ**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине по специальности высшего образования второй
ступени (магистратуры):**

**Специальность 1-31 81 05 Квантовая радиофизика и лазерные
технологии**

2018 г.

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

(подпись) О.И.Чуприс

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-_____/уч.

**ОСНОВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С
ВЕЩЕСТВОМ**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине по специальности высшего образования второй
ступени (магистратуры):**

**Специальность 1-31 81 05 Квантовая радиофизика и лазерные
технологии**

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 81 05 -2012 и учебного плана G-31-287/уч. от 26.05.2017 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

О.Р.Людчик, доцент кафедры физической электроники и нанотехнологий Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физической электроники и нанотехнологий Белорусского государственного университета
(протокол № 11 от 22.05 2018 г.);

Учебно-методической комиссией факультета радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета
(протокол № 10 от 19.06 2018 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа «Основы взаимодействия лазерного излучения с веществом» разработана для студентов второй ступени высшего образования (магистратуры) специальности 1-31 81 05 Квантовая радиофизика и лазерные технологии.

Место. Дисциплина входит в цикл дисциплин специальной подготовки компонента учреждения высшего образования и относится к дисциплинам по выбору.

Взаимосвязь. Для успешного усвоения дисциплины необходимы знания в объеме курсов общей физики, математического анализа, квантовой радиофизики и оптоэлектроники первой ступени высшего образования.

Целью изучения дисциплины является обеспечение глубокой подготовки студентов специальности «Квантовая радиофизика и лазерные технологии» в области взаимодействия лазерного излучения с веществом, современных лазерных технологий обработки материалов электронной техники, опто-, микро- и нанoeлектроники, а также выработка у студентов навыков решения практических задач в данной области.

Задачи дисциплины:

- формирование представлений об основных физических процессах, протекающих при взаимодействии лазерного излучения с поверхностью и объемными областями твердотельных материалов, газами и жидкостями;
- освоение методов лазерной обработки металлических, полупроводниковых, диэлектрических материалов, формирование навыков работы с современным лазерным оборудованием.

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать:

- особенности лазерного излучения, основы взаимодействия фотонного и лазерного излучения с металлическими, полупроводниковыми, диэлектрическими материалами, жидкостями и газами, основные области применения лазерного излучения в технологиях опто-, микро-, нанoeлектроники, материаловедения, медицины;

уметь:

- на базе физического и инженерного подходов оценивать влияние параметров лазерного излучения на процессы нагрева, плавления, испарения, образования плазмы различных веществ;

- оценивать возможности использования лазерного излучения различных длин волн в современных лазерных технологиях обработки материалов;

владеть:

- навыками работы на современных установках для лазерной обработки материалов,
- навыками планирования экспериментальных исследований;
- навыками интерпретации результатов экспериментов.

Освоение программы по учебной дисциплине «Лазеры в микроэлектронике и нанотехнологиях» должно обеспечить формирование следующих **компетенций**:

Академические:

- АК-1. Способность к самостоятельной научно-исследовательской деятельности (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование моделирование, проверка достоверности данных, применение решений), готовность генерировать и использовать новые идеи.
- АК-2. Методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, организационно-управленческой и инновационной деятельности.

Социально-личностные:

- СЛК-1. Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности.
- СЛК-3. Формировать и аргументировать собственные суждения и профессиональную позицию.
- СЛК-4. Анализировать и принимать решения по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности.

Профессиональные:

- ПК-7. Работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий.
- ПК-8. Разрабатывать и совершенствовать радиофизические методы исследования.
- ПК-9. Осуществлять постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований
- ПК-10. Проводить математическое моделирование физических процессов и устройств.
- ПК-12. Обосновывать достоверность полученных научных результатов.

- ПК-13. Формулировать выводы и рекомендации по применению результатов научно-исследовательской работы.

Программа изучаемой дисциплины рассчитана на 166 часов, в том числе 56 аудиторных часов, из них: лекций 20 часов, лабораторных работ – 36 часов.

Дисциплина «Основы взаимодействия лазерного излучения с веществом» изучается студентами дневной формы получения высшего образования **второй ступени (магистратуры)** во 2-ом семестре.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена по лекционному курсу и лабораторному практикуму.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Лазерное излучение. Фокусировка лазерного излучения. Современные лазерные системы и технологии в науке, технике, промышленности. Основные тенденции в применении лазерных систем и технологий. Задачи курса.

Тема 2. Отражение, поглощение, рассеяние лазерного излучения. Зависимость коэффициентов отражения и поглощения от длины волны, от физических параметров материала. Основные формулы. Механизмы рассеяния.

Тема 3. Взаимодействие лазерного излучения с металлами. Влияние длительности лазерного излучения и длины волны на процессы нагрева, плавления, испарения металлов. Нагрев металлов с изменением и без изменения фазового состояния. Основные модели.

Тема 4. Взаимодействие лазерного излучения с полупроводниками. Поглощение лазерного излучения полупроводниками. Тепловая и нетепловая модель лазерного отжига.

Тема 5. Взаимодействие лазерного излучения с диэлектриками. Влияние длительности лазерного излучения, длины волны и интенсивности на процессы распространения и поглощения в диэлектриках.

Тема 6. Взаимодействие лазерного излучения с полимерными материалами. Фотонно и лазерно-стимулированные процессы в полимерах. Химические реакции под действием лазерного излучения. Применение в материаловедении, медицине, микроэлектронике.

Тема 7. Взаимодействие лазерного излучения с газами, жидкостями.

Тема 8. Лазерный пробой прозрачных материалов. Механизмы лазерного пробоя прозрачных органических и неорганических материалов.

Тема 9. Образование лазерной плазмы. Лазерный факел. Влияние параметров лазерного излучения на энергетический и зарядовый состав лазерной плазмы.

.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Материальное обеспечение занятия (методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) Занятия	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Введение. Лазерное излучение. Фокусировка лазерного излучения (2 ч).	2			Электронный конспект лекций, презентация	[2-4]	Аудиторный устный опрос по главе
2.	Отражение, поглощение, рассеяние лазерного излучения (2ч).	2	-	-	Электронный конспект лекций, Лабораторные лазерные стенды, Метод. указания к лаб. работам	[1-6]	Презентации по рефератам Аудиторный тест по главе
3.	Взаимодействие лазерного излучения с металлами (16 ч).	4	-	12	Электронный конспект лекций, Лабораторные лазерные стенды Метод. указания к лаб. работам	[3-4]	Отчет по лабораторной работе

1	2	3	4	5	6	7	8
4.	Взаимодействие лазерного излучения с полупроводниками. (8ч)	2	-	6	Лабораторные лазерные стенды, презентация Метод. указания к лаб. работам	[2-3]	Отчет по лабораторной работе
5.	Взаимодействие лазерного излучения с диэлектриками (8 ч)	2	-	6	Лабораторные лазерные стенды презентация Метод. указания к лаб. работам	[2-3, 6-7]	Отчет по лабораторной работе
6.	Взаимодействие лазерного излучения с полимерными материалами..(8 ч)	2	-	6	Лабораторные лазерные стенды презентация Метод. указания к лаб. работам	[1-3]	Отчет по лабораторной работе
7.	Взаимодействие лазерного излучения с газами, жидкостями (2 ч)	2	-	-	Электронный конспект лекций, презентация	[3-7]	Презентации по рефератам
8.	Лазерный пробой прозрачных материалов (8 ч)	2	-	6	Лабораторные лазерные стенды Электронный конспект лекций Метод. указания к лаб. работам	[1,3]	Отчет по лабораторной работе
9.	Образование лазерной плазмы (2 ч).	2			Электронный конспект лекций		Аудиторный тест по главе Презентации по рефератам

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. *Делоне, Н.Б.* Взаимодействие лазерного излучения с веществом / Н.Б. Делоне. М.: Наука, 1989.
2. *Дьюли, У.* Лазерная технология и анализ материалов / У. Дьюли. М.: Мир, 1986.
3. *Менушенков, А.П.* Физические основы лазерной технологии. Учебное пособие / А.П.Менушенков, В.Н.Неволин, В.Н.Петровский. М.: НИЯУ МИФИ, 2010.
4. *Вейко, В.П.* Опорный конспект по курсу «Физико-технические основы лазерных технологий». Раздел: Технологические лазеры и лазерное излучение. Изд.2-е, испр. и дополн./ В.П Вейко. СПб: СПбГУ ИТМО, 2007.

Дополнительная литература

5. *Быковский, Ю.А.* Лазерная масс-спектрометрия / Ю.А. Быковский, В.Н. Неволин. М.: Энергоатомиздат, 1985.
6. *Анисимов, С.И.* Действие излучения большой мощности на металлы / С.И. Анисимов и др. М.: Наука, 1970.
7. *Карлов, Н.В.* Лазерная термохимия / Н.В. Карлов, Н.А. Кириченко, Б.С. Лукьянчук. М.: Наука, 1992.

Примерный перечень лабораторных работ

1. Исследование процессов взаимодействия лазерного излучения с металлами.
2. Исследование оптических свойств лазерно-модифицированных металлических пленок.
3. Исследование процессов взаимодействия лазерного излучения с полупроводниковыми материалами.
4. Лазерная маркировка и гравировка полимерных материалов.
5. Изучение процессов поглощения лазерного излучения в диэлектрических материалах.
6. Исследование процессов рассеяния света на областях лазерного пробоя в прозрачных материалах..

Выполнение лабораторных работ

В лабораторном практикуме по дисциплине «Основы взаимодействия лазерного излучения с веществом» запланировано проведение натурных

экспериментов по лазерной обработке металлических, полупроводниковых, диэлектрических, полимерных материалов и структур тонкая пленка – подложка с использованием учебно-научного лазерного оборудования, а также изучению оптических свойств лазерно-модифицированных материалов и структур пленка - подложка.

Задание по лабораторным работам для студентов заключается в подготовке отчета в письменном виде по выполненной работе. Контроль выполнения лабораторных работ осуществляется путем рассмотрения отчета по каждой выполненной лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Фамилию, имя, отчество студента, номер группы.
2. Название работы.
3. Цель исследования.
4. Исходные данные и методику проведения лабораторной работы.
5. Название выполняемого пункта задания.
6. Блок-схему исследования (где это применимо) с необходимыми пояснениями.
7. Таблицы рассчитанных и экспериментальных зависимостей в виде, удобном для анализа.
8. Графические зависимости рассчитанных и экспериментальных данных с нанесенными точками и выполненные на одном рисунке для каждого случая.
9. Обсуждение полученных результатов, оценки величин и зависимостей, выводы по работе.

Защита отчетов по лабораторной работе студентам проводится в форме индивидуального собеседования.

Средства диагностики компетенций

Устная диагностика компетенций:

1. Собеседования.

Письменная форма диагностики компетенций:

1. Тесты.
2. Контрольные опросы.
3. Письменные отчеты по лабораторным работам.

Устно-письменная форма диагностики компетенций:

1. Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка по дисциплине формируется в соответствии с:

- 1) Правилами проведения аттестации (пост. МО №53 от 29 мая 2012 г.).
- 2) Положением о рейтинговой системе в БГУ (ред. 2015 г.),
- 3) Критериями оценки студентов (10 баллов).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)*
Лазерные технологические системы	Кафедра квантовой радиофизики и оптоэлектроники	нет	Изменений не требуется Прот. №11 от 22.05.2018 г.

* При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на _____ / _____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
физической электроники и нанотехнологий
 (протокол № ____ от _____ 201__ г.)

Заведующий кафедрой

 (ученая степень, ученое звание)

 (подпись)

 (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (ученая степень, ученое звание)

 (подпись)

 (И.О.Фамилия)