

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ НАНО- И БИОМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

 С.Б. Вениг
30.08.2019 г.

Рабочая программа дисциплины

Физические процессы в материалах под действием оптического и СВЧ излучений




Направление подготовки бакалавриата
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки бакалавриата
"Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов"

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Стещора Светлана Викторовна		30.08.19
	Феклистов Владимир Борисович		30.08.19
Председатель НМК	Михайлов Александр Иванович		30.08.19
Заведующий кафедрой	Вениг Сергей Борисович		30.08.19
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физические процессы в материалах под действием оптического и СВЧ излучений» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний о физических процессах в материалах под действием излучений в оптическом и СВЧ диапазонах.

Задачами освоения дисциплины являются:

- усвоение знаний о физических процессах в материалах под действием оптического излучения различных диапазонов (ультрафиолетового, видимого, инфракрасного);
- приобретение умений описания фотоэлектронных процессов в полупроводниковых и диэлектрических материалах с использованием представлений о зонных энергетических диаграммах;
- овладение теоретическими методами прогнозирования степени воздействия излучения на материал;
- овладение современными представлениями о характере взаимодействия оптического и СВЧ излучений с различными материалами.
- усвоение знаний элементов общей теории электродинамики СВЧ, необходимых для реализации методов исследования физических процессов в материалах под действием оптического и СВЧ излучений;

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина по выбору «Физические процессы в материалах под действием оптического и СВЧ излучений» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профили подготовки «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов», «Материаловедение и технология новых материалов», в течение 6 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные магистрантами знания по физике, математике, по таким дисциплинам как «Основы физического материаловедения», «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния», «Квантовая механика» и используется студентами в дальнейшем при изучении дисциплин «Материалы датчиков внешних воздействий», «Первичные преобразователи внешних воздействий», «Процессы самоорганизации в материалах», «Методы исследования и диагностики материалов и структур» и «Технология материалов и структур электроники».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Физические процессы в материалах под действием оптического и СВЧ излучений» формируются следующие компетенции: ПК-4, ПК-6.

ПК-4. Способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.

ПК-6. Способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями.

В результате освоения дисциплины обучающийся магистрант должен:

- знать физические и химические процессы, протекающие в материалах под действием оптического и СВЧ излучений; элементы общей теории электродинамики, необходимые для реализации методов исследования физических процессов в материалах под действием оптического и СВЧ излучений;
- уметь использовать на практике знания о методах исследования, анализа и диагностики свойств веществ (материалов) в оптическом и СВЧ диапазонах;
- владеть современными представлениями о характере взаимодействия оптического и СВЧ излучений с различными материалами.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу магистрантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лаб	Пр	СРС	
1.	Введение	6	1	2			2	
2.	Виды излучений. Источники электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах	6	2-3	6			2	Опрос
3.	Поглощение, отражение, рассеяние: законы, распространяющиеся на ионы, электроны, электромагнитные волны, включая гамма-излучение	6	4-6	12			3	Реферат

4.	Методы описания взаимодействия излучения с веществом	6	7-10	10		3	Опрос
5.	Основы зонной теории твердого тела, область ее применения при изучении радиационных воздействий	6	12-14	10		2	Опрос
6.	Фотохимические реакции. Фотоутомляемость и методы ее снижения	6	15-17	10		2	Опрос
7.	Электродинамические основы методов исследования физических процессов в материалах под действием СВЧ излучений	6	1-5		10	3	Опрос
8.	Волноводные и резонаторные устройства, входящие в состав измерительных установок и примеры их использования в исследованиях физических процессов в материалах под действием СВЧ излучения	6	6-11		12	3	Опрос
9.	Эффекты, наблюдаемые при воздействии на материалы СВЧ излучения и методы их исследования	6	12-17		12	4	Опрос. Контрольная работа
	Итого:			50	34	24	Зачет, Экзамен (36 час)

Содержание дисциплины

1. Введение.

Область и предмет изучения дисциплины «Физические процессы в материалах под действием оптического и СВЧ излучений»

2. Виды излучений. Источники электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах.

Спектр электромагнитных волн. Видимый и ближний ультрафиолетовый диапазоны. Спектр электромагнитного излучения Солнца. Связь энергии, массы и длины волны.

3. Поглощение, отражение, рассеяние: законы, распространяющиеся на ионы, электроны, электромагнитные волны, включая гамма-излучение.

Поглощение и отражение оптического излучения; закон Бугера, влияние морфологии поверхности и строения материала. Поглощение гамма-излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Расчет коэффициента поглощения.

4. Методы описания взаимодействия излучения с веществом.
Внутренний и внешний фотоэффект. Образование пар. Слой половинного ослабления. Эффект Комптона. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых материалах. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда в полупроводниковых и диэлектрических материалах. Описание собственного и примесного поглощения. Уравнение непрерывности для концентрации неравновесных носителей заряда при освещении материала. Определение коэффициента поглощения в оптическом диапазоне.
5. Основы зонной теории твердого тела, область ее применения при изучении радиационных воздействий.
6. Фотохимические реакции. Фотоутомляемость и методы ее снижения. Стадии взаимодействия излучений с веществом. Основные типы фотохимических реакций. Фотоэлектронные процессы при длительном облучении материала. Фотоутомляемость и отрицательная фотоутомляемость.
7. Электродинамические основы методов исследования физических процессов в материалах под действием СВЧ излучений.
Общие принципы построения волноведущих и резонансных систем в диапазоне сверхвысоких частот. Волновое уравнение. Постоянная распространения. Волновые числа. Фазовая скорость. Типы волн прямоугольного волновода. Структура поля волны низшего типа. Способы возбуждения волн. Длина волны в волноводе. Критическая длина волны. Токи в стенках прямоугольного волновода.
8. Волноводные и резонаторные устройства, входящие в состав измерительных установок и примеры их использования в исследованиях физических процессов в материалах под действием СВЧ излучения.
Аттенуаторы, типы, устройство, принцип действия. Измерение затухания волны. Направленные ответвители. Схема рефлектометра. Измерительная линия, устройство, принцип действия. КСВН, связь с коэффициентом отражения, методы измерения. Волноводные тройники и мостовые методы измерения. Двойной волноводный тройник. СВЧ-резонаторы.
9. Эффекты, наблюдаемые при воздействии на материалы СВЧ излучения и методы их исследования.
СВЧ-нагрев. Инерционность движения носителей заряда в полупроводнике на СВЧ. Разогрев носителей заряда в полупроводнике. Циклотронный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс.

5. Образовательные технологии

В преподавании дисциплины «Физические процессы в материалах под действием оптического и СВЧ излучений» используются следующие современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии
- исследовательские методы в обучении
- проблемное обучение

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», реализация компетент-

ностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса в осваиваемой предметной области;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
- саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

При реализации программы дисциплины предусмотрены также встречи с представителями российских компаний.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа магистрантов по дисциплине проводится в течение всего периода изучения и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям и практическим занятиям, в выполнении заданий преподавателя.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета и экзамена.

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе чтения лекций:

1. Проанализировать возможные радиационно-химические процессы и превращения в гетерофазном материале
2. Определение коэффициента поглощения в оптическом диапазоне для указанного материала
3. Определить длины волн собственного и примесного поглощения для указанных полупроводниковых материалов.
4. Описать влияние мелких и глубоких энергетических уровней в запрещенной зоне полупроводника на процессы генерации и рекомбинации.
5. Описать наиболее применяемые в оптоэлектронике полупроводниковые материалы для изготовления источников излучения
6. Описать наиболее применяемые в оптоэлектронике полупроводниковые материалы для изготовления приемников излучения

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе практических занятий:

1. На основе уравнения движения электрона в кристалле в поле электромагнитной волны получить и проанализировать выражение для электропроводности полупроводника на СВЧ.
2. Определить линии токов в стенках прямоугольного волновода при возбуждении в нем волны H_{20} .
3. Вывести выражение для определения критической длины волны в волноводе, исходя из соотношения между волновыми числами и условия закритичности.
4. Вывести выражение для определения длины волны в волноводе.
5. Вывести соотношение, определяющее коэффициент стоячей волны в волноводе, исходя из уравнения суперпозиции падающей и отраженной волн.

В ходе освоения дисциплины в часы практических занятий студенты пишут контрольную работу.

Вариант А

1. Измерительная линия.
2. Циклотронный резонанс.

Вариант Б

1. Направленный ответвитель.
2. Инерционность движения носителей в поле СВЧ волны.

При реализации программы дисциплины студентам предлагается подготовить реферат.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:

1. Виды механизмов поглощения оптического излучения.
2. Спектр электромагнитного излучения Солнца.
3. Методы снижения фотоутомляемости. Создание геттеров технологических и радиационных дефектов в материале
4. Методы снижения фотоутомляемости. Создание глубоких энергетических уровней путем легирования материала.
5. Использование фотоэлектрических явлений в оптоэлектронике и сенсорике.
6. Проявления внутреннего фотоэффекта в полупроводниковых материалах.

Рефераты выполняются под руководством преподавателя и должны содержать элементы литературного обзора по теме, анализа в соответствии с конкретной спецификой выбранной темы. Рефераты следует выполнять в течение всего семестра с периодическим обсуждением результатов с преподавателем.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по практическим занятиям и экзамена по лекционному курсу.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену

1. Виды излучений.
2. Источники электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах.
3. Спектр электромагнитных волн. Видимый и ближний ультрафиолетовый диапазоны.
4. Спектр электромагнитного излучения Солнца.
5. Связь энергии, массы и длины волны.
6. Поглощение и отражение оптического излучения; закон Бугера, влияние морфологии поверхности и строения материала.
7. Поглощение гамма-излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Расчет коэффициента поглощения.
8. Внутренний и внешний фотоэффект. Образование пар. Слой половинного ослабления. Эффект Комптона.
9. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых материалах. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда в полупроводниковых и диэлектрических материалах.
10. Описание собственного и примесного поглощения с помощью зонных диаграмм.
11. Уравнение непрерывности для концентрации неравновесных носителей заряда при освещении материала

12. Основы зонной теории твердого тела, область ее применения при изучении радиационных воздействий.
13. Фотохимические реакции. Основные типы фотохимических реакций.
14. Фотоэлектронные процессы при длительном облучении материала. Стадии взаимодействия излучений с веществом.
15. Фотоутомляемость и отрицательная фотоутомляемость.
16. Методы снижения фотоутомляемости.

Вопросы к зачёту

1. Общие принципы построения волноведущих и резонансных систем в диапазоне СВЧ.
2. Волновое уравнение.
3. Типы волн в прямоугольных волноводах.
4. Токи в стенках прямоугольного волновода.
5. Критическая длина волны в волноводе.
6. Длина волны в волноводе и способы ее нахождения.
7. Атенюаторы: типы, устройство, примеры использования при измерениях на СВЧ.
8. Направленные ответвители, примеры использования при измерениях на СВЧ.
9. Измерительная линия, устройство, примеры использования при измерениях на СВЧ.
- 10.КСВН, связь с коэффициентом отражения, методы измерения.
- 11.Волноводные тройники и мостовые методы измерений на СВЧ.
- 12.Двойной волноводный тройник и его использование при измерениях на СВЧ.
- 13.Измерения на СВЧ с использованием резонаторов.
- 14.СВЧ-нагрев.
15. Инерционность движения носителей заряда в полупроводнике на СВЧ.
- 16.СВЧ методы исследования разогрева носителей заряда в полупроводнике в сильных электрических полях.
- 17.Циклотронный резонанс.
- 18.Электронный парамагнитный резонанс.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Максимальное количество баллов по видам учебной деятельности в семестре и формам аттестации (зачет, экзамен) указано в таблицах 1 и 3.

Таблица 1 - Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре для аттестации в форме зачета.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
6	0	0	30	20	0	20	30	100

**Программа оценивания учебной деятельности студента
для аттестации в форме зачета**

6 семестр

Лекции

Не предусмотрены.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Посещаемость, опрос, активность и др. - от 0 до 30 баллов

Самостоятельная работа

Самостоятельное освоение отдельных тем практических занятий по заданию преподавателя - от 0 до 20 баллов

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Контрольная работа - от 0 до 20 баллов

Промежуточная аттестация (зачёт)

Если во время теоретического зачета набрано менее 1/3 от максимального количества баллов (30 баллов) по промежуточной аттестации в семестре, то зачет считается несданным.

Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента для аттестации в форме зачета (таблица 1) составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку (зачет) осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2 - Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку (зачет)

60 баллов и более	<i>«зачтено»</i>
менее 60 баллов	<i>«не зачтено»</i>

Таблица 3 - Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре для аттестации в форме экзамена.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
6	20	0	0	30	0	20	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента для аттестации в форме экзамена

6 семестр

Лекции:

Посещаемость, опрос, активность и др. - от 0 до 20 баллов

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Самостоятельное освоение отдельных тем лекционного курса по заданию преподавателя - от 0 до 30 баллов

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Реферат по заданной теме - от 0 до 20 баллов

Промежуточная аттестация

Во время промежуточной аттестации используется следующая шкала ранжирования:

21-30 баллов – ответ на «отлично»

11-20 баллов – ответ на «хорошо»

6-10 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-5 баллов – неудовлетворительный ответ.

Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента для аттестации в форме экзамена (таблица 3) составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом итоговой суммы баллов (таблица 3) по дисциплине «Физические процессы в материалах под действием оптического и СВЧ излучений» в оценку (экзамен) производится в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 - Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку (экзамен) по дисциплине

81-100 баллов	<i>«отлично»</i>
65-80 баллов	<i>«хорошо»</i>
50-64 баллов	<i>«удовлетворительно»</i>
0-49 баллов	<i>«неудовлетворительно»</i>

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Оптика [**Электронный ресурс**] / Е. И. Бутиков. - Москва : Лань, 2012. - 607 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2764
2. Гольдштейн, А. Е. Физические основы получения информации [**Электронный ресурс**]: учебник / Гольдштейн А. Е. - Томск : Томский политехнический университет, 2010. - 292 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbook
3. Ермаков О. Н. Прикладная оптоэлектроника: руководство. - Москва : Техносфера, 2004. - 414, [2] с. (В НБ СГУ 26 экз)
4. Григорьев А. Д. Электродинамика и микроволновая техника: учебник. 2-е изд. – СПб.: Лань, 2007. – 703 с. **Гриф МО РФ** (в НБ СГУ 113 экз)
5. Замотринский В. А., Шангина Л.И. Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ [**Электронный ресурс**] : учебное пособие. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 222 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Дополнительная литература:

1. Оптические спектры атомов [**Электронный ресурс**] / С. Э. Фриш. - Москва : Лань, 2010. - 644 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=625
2. Колебания и волны [**Электронный ресурс**] : учеб. пособие / Ю. Н. Дубнищев. - Москва : Лань, 2011. - 384 с. Гриф УМО. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=683
3. Фальковский О. И. Техническая электродинамика: учебник. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009. – 429 с. (В НБ СГУ 12 экз)
4. Фальковский О. И. Техническая электродинамика [**Электронный ресурс**] : учебник. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009. – 430 с. ЭБС «ЛАНЬ»
5. Разупрочнение горных пород под действием импульсных электромагнитных полей [**Электронный ресурс**] / С. А. Гончаров. - Москва : Горная книга, 2006. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3465
6. Барыбин А.А. Электродинамика волноведущих структур. Теория возбуждения и связи волн. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 510с. (В НБ СГУ 8 экз)
7. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. - 5-е изд. - Москва : Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2011. - 542, [2] с. . (В НБ СГУ 114 экз)
8. Теория и техника СВЧ [**Электронный ресурс**] : учебное пособие / Астайкин А.И., Трошак К.В., Ионова С.П., Профе В.Б. - Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2008. - 464 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
9. Квантовая радиофизика: учеб. пособие / С.-Петербург. гос. ун-т ; под ред. В. И. Чижика. - Санкт-Петербург : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. - 688, [4] с. (в НБ СГУ 4 экз)
10. Электромагнитные процессы в среде, наноплазмоника и метаматериалы: учебное пособие / В. А. Астапенко. - Долгопрудный : Издательский дом "Интеллект", 2012. - (в НБ СГУ 10 экз)

Рекомендуемая литература

1. Действие лазерного излучения на полимерные материалы. Научные основы и прикладные задачи [Текст] : [в 3 кн.] / Б. А. Виноградов, Д. Л. Харичева, Г. П. Мещерякова ; Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана, С.-Петерб. гос. ун-т технологии и дизайна, Амур. гос. ун-т. - Санкт-Петербург : Наука, 2006 - 2009. [Кн. 3] : Керамические материалы. Научные основы лазерного воздействия на керамические материалы. - Санкт-Петербург : Наука, 2009. - 406, [2] с. (1 экз.)
2. Действие лазерного излучения на полимерные материалы. Научные основы и прикладные задачи [Текст] : в 2 кн. / Б. А. Виноградов, К. Е. Перепелкин, Г. П. Мещерякова ; Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана, С.-Петербур. гос. ун-т технологии и дизайна, Амур. гос. ун-т. - Санкт-Петербург : Наука, 2006 - 2009. Кн. 2 : Полимерные материалы. Практическое применение лазерных методов в изучении и обработке. - Санкт-Петербург : Наука, 2007. - 442 с. (1 экз.)
3. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Силовая оптика / В. П. Вейко [и др.] ; под ред. В. И. Конова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 308, [4] с. (1 экз.)
4. СВЧ - энергия и ее применение: Особенности, оборудование, технологические процессы / А. С. Семенов, В. Б. Байбурин. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. - 114 с. (1 экз.)
5. Архангельский Ю. С. Справочная книга по СВЧ электротермии: справочник. - Саратов : Научная книга, 2011. - 559, [1] с. (1 экз.)
6. Интерпретация спектров ЭПР координационных соединений / Ю. В. Ракитин, Г. М. Ларин, В. В. Минин. - Москва : Наука, 1993. - 399 с. (1 экз.)
7. Основы магнитного резонанса: учеб. пособие для студентов вузов по направлению и специальности "Физика" / В. К. Воронов, Р. З. Сагдеев. - Иркутск : Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1995. - 350, [2] с. (1 экз.)

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. - URL: <http://window.edu.ru> (дата обращения: 26.08.2016).
5. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Феклистов В.Б., Вениг С.Б. Измерение параметров полупроводников, микро- и наноструктур на СВЧ. - Саратов, 2007. - 140 с. Электронное учебное пособие URL: <http://solid.sgu.ru/rus/MicroWaveMicroNano2007.TIF> (дата обращения: 26.08.2016).
6. Измерение диэлектрических потерь в гетерогенных объектах в диапазоне 3 см: Методические указания к лабораторной работе. - М.: МФТИ, 2005. - 8 с. URL: <https://mipt.ru/dbmp/upload/695/lab04-arphlf43p2l.pdf> (дата обращения: 26.08.2016).


9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Физические процессы в материалах под действием оптического и СВЧ излучений» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилями подготовки «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов», «Материаловедение и технология новых материалов».

Авторы:

доцент  С.В. Стецюра

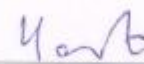
доцент  В.Б. Феклистов

Программа разработана в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 30 августа 2016 г., протокол № 1 и кафедры материаловедения, технологии и управления качеством от 2 сентября 2016 г., протокол № 2).

Зав. кафедрой материаловедения, технологии и управления качеством
профессор

 С.Б. Вениг

Зав. кафедрой физики твердого тела,
профессор

 Д.А. Усанов

Декан факультета нано- и биомедицинских
технологий, профессор

 С.Б. Вениг