ИНСТИТУТ МАГИСТРАТУРЫ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНЫХ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено на заседании кафедры

протокол №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

от «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ЛАЗЕРНЫЕ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИИ (LASER MICRO- AND NANOTECHNOLOGIES)

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки (специальность) | 14.04.02 Ядерные физика и технологии |
| Профиль подготовки (при его наличии) |  |
| Наименование образовательной программы (специализация) | Фемтосекундная лазерная физика и технологии |
| Квалификация (степень) выпускника | Магистр |
| Форма обучения | очная |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Семестр** | **Интерактив** | **Трудоемкость, кред.** | **Общий объем курса, час.** | **Лекции, час.** | **Практич. занятия, час.** | **Лаборат. работы, час.** | **СРС, час.** | **КСР, час.** | **Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП** |
| 4 |  | 2 | 72 | 6 | 18 | 0 | 48 | 0 | З |
| ИТОГО | 18 | 2 | 72 | 6 | 18 | 0 | 48 | 0 |  |

Группа: М04-87

Аннотация

В курсе рассматриваются: основные технологические лазеры, их особенности и характеристики; современные схемы облучения; оптические свойства материалов; лазерная диагностика; лазерный нагрев твердых тел; поверхностные термоупругие деформации; лазерная абляция; лазерно-индуцированная плазма; стимулированные излучением поверхностные химические реакции; формирование поверхностных структур в зоне лазерного облучения; лазерные микро- и нанотехнологии; лазерная медицина.

В результате изучения данной дисциплины у студента формируются:

- Представления о современных лазерных технологиях , в том числе о лазерных мик-ро- и нанотехнологиях, а также путях их развития. Студент овладевает комплексом знаний об основных процессах и явлениях,которые определяют лазерные техноло-гии обработки материалов ,современных лазерах и особенностях их функциониро-вания; методах доставки излучения и оптической диагностики

- Умение определять возможности использования характерных особенностей лазеров для таких технологических операций как сварка и резка,микросверление, создание поверхностных и обьемных структур, поверхностное плавление и упрочнение, очи-стка поверхности, химическое осаждение и травление тонких пленок,абляция мате-риалов, получение плазмы, а также применение лазеров в биомедицине при диагно-стике и лечении;

- Опыт использования и применения приобретенных знаний для экспериментальных исследований с помощью лазеров и интерпретации полученных результатов, выбора лазерного оборудования для разработки технологических приемов , решения конкретно поставленных исследовательских или производственных задач.

1. Цели освоения учебной дисциплины

Цели освоения дисциплины.

Владение современными знаниями в области взаимодействия излучения с конденсирован-ными средами ,лазерных микро- и нанотехнологий, методами анализа и обработки экспери-ментальных данных и их применения для решения практических задач.

Задачи дисциплины.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные основные законо-мерности взаимодействия излучения с веществом, виды современного лазерного оборудова-ния , способы применения лазерных систем; уметь исходя из поставленных задач, опреде-лять возможность применения того или иного типа и вида лазерного оборудования, приме-нять различные технологические приемы для решения исследовательских или прикладных задач.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

1. Дисциплина является дисциплиной по выбору.

2. Базовая часть, профессиональный блок, модуль "Общая физика".

3.1 Курс базируется на дисциплинах: Термодинамика, Механика, Электромагнетизм, Оп-ика, Введение в квантовую физику, Физика атомного ядра и частиц, Математический анализ, Теория функций комплексной переменной, Дифференциальные уравнения.

3.2 Этот курс необходим как предшествующий для изучения курсов «Методы элементного анализа твердых тел», «Оптика твердого тела и систем пониженной размерности», «Оптика наносистем», «Физические явления на поверхности твердого тела»

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-15 ПСК-2 ПСК-3 ПСК-5 ПСК-7 ПСК-9 ПСК-12

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

З1. Принципы работы лазеров

З2. Виды основных технологических лазеров

З3. Основные схемы облучения

З4. Оптические свойства материалов

З5. Лазерный нагрев твердых тел

З6. Поверхностные термоупругие деформации

З7. Явления, инициируемые низкоинтенсивным излучением

З8. Лазерная абляция

З9. Лазерно-индуцированная плазма

З10. Поверхностные химические реакции

З11. Поверхностные структуры в зоне лазерного облучения

З12. Применение мощных лазеров (макротехнологии)

З13. Лазерные нано и микротехнологии

З14. Лазерная медицина

Уметь:

У1. Определять возможности использования лазеров для обработки материалов

У2. Определять возможности использования лазеров в биомедицине

Владеть:

В1. Основными методами использования, применения и выбора лазерных систем

В2. Основными технологическими приемами для решения конкретно поставленных исследовательских задач

В3. Основными технологическими приемами для решения конкретно поставленных производственных задач

4. Структура и содержание учебной дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п** | **Наименование раздела учебной дисциплины** | **Недели** | **Лекции, час.** | **Практ. занятия/ семинары, час.** | **Лабораторные работы, час.** | **Обязат. текущий контроль (форма\*, неделя)** | **Аттестация раздела (форма\*, неделя)** | **Максимальный балл за раздел\*\*** |
|  | *4 семестр* |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Современные лазерные технологические установки | 1-4 | 2 | 4 |  | Т-4 | КИ, 4 | 10 |
| 2 | Основные процессы взаимодействия оптического излучения с веществом | 5-12 | 2 | 10 |  | Т-12 | КИ, 12 | 20 |
| 3 | Технологии лазерной обработки материалов | 13-15 | 2 | 4 |  | Т-15 | КИ, 15 | 20 |
|  | *Итого за 4 семестр* |  | 6 | 18 | 0 |  |  | 50 |
|  | **Контрольные мероприятия после 4 семестра** |  |  |  |  |  | З | 50 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

КИ Контроль по итогам

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание**  | **Лек., час.** | **Пр./сем., час.** | **Лаб., час.** |
|  | *4 семестр* | 6 | 18 | 0 |
| 1 | **Введение**Введение. Исторический обзор и актуальность лазерных технологий обработки материалов. | 1 |  |  |
| 1 - 2 | **Принципы работы лазеров**Принципы работы лазеров. Схема построения, источники накачки. Открытые резонаторы и модовый состав излучения. Распространение гауссовых пучков. Основные параметры лазерного излучения | 1 |  |  |
| 2 - 3 | **Основные технологические лазеры**Основные технологические лазеры. Особенности их функционирования и характеристики излучения |  | 2 |  |
| 3 - 4 | **Схемы облучения**Схемы облучения, используемые в современных лазерных технологиях:линзовая и зеркальная фокусировка;проекционная схема;методы сканирования;дифракционная оптика |  | 2 |  |
| 5 | **Оптические свойства материалов**Оптические свойства материалов:отражательная и поглощательная способности, коэффициент поглощения света и методы их измерения;идеальная и реальная оптические поверхности;интерференционные явления;роль температуры и фазовых переходов;эффективная поглощательная способность. |  | 1 |  |
| 5 - 6 | **Лазерный нагрев твердых тел**Лазерный нагрев твердых тел:классификация условий облучения;одномерное и трехмерное приближения;облучение движущимся лазерным лучом;полезные формулы |  | 1 |  |
| 6 | **Поверхностные термоупругие деформации**Поверхностные термоупругие деформациитеоретическая модель;аппроксимация коротких и длинных импульсов;изменение профиля облучаемой поверхности;необратимое разрушение материала | 1 |  |  |
| 7 | **Явления, инициируемые низкоинтенсивным излучением**Явления, инициируемые низкоинтенсивным излучением:флюоресценция;генерация носителей заряда;электронная эмиссия;фото и термодесорбция;термодиффузия;поверхностные электромагнитные волны | 1 |  |  |
| 7 - 8 | **Лазерная абляция**Лазерная абляция:поверхностное плавление;пороги испарения материала;развитое испарение;абляция без теплоотвода;удаление жидкой фазы факелом паров |  | 2 |  |
| 9 - 10 | **Лазерно-индуцированная плазма**Лазерно-индуцированная плазма:первоначальная ионизация газовой среды в зоне лазерного воздействия;лазерный нагрев плазмы;электронная лавина;образование плазмы в испаряемом веществе;разлет плазмы в вакуум;лазерный пробой газов;оптические разряды;энергетический баланс |  | 2 |  |
| 10 - 11 | **Поверхностные химические реакции**Поверхностные химические реакции:классификация;фотолитические процессы;термохимические реакции;положительная и отрицательная обратная связь;моделирование;газотранспортное лимитирование;особенности им-пульсного облучения;реакции на границе твердое тело – жидкость |  | 2 |  |
| 11 - 12 | **Поверхностные структуры в зоне лазерного облучения**Поверхностные структуры в зоне лазерного облучения:примеры;резонансные и нерезонансные поверхностные структуры;теоретический подход |  | 2 |  |
| 13 - 14 | **Применение мощных лазеров (макротехнологии)**Применение мощных лазеров (макротехнологии):поверхностное плавление и упрочнение;лазерная сварка и резка;лазерные реактивные двигатели;термоядерный синтез. |  | 2 |  |
| 14 | **Лазерные нано и микротехнологии**Лазерные нано и микротехнологии:очистка поверхности;фотолитография;поверхностное ле-гирование, отжиг и изменение фазового состава;структурирование, профилирование и полировка поверхности;лазерный принтинг;микросверление;структурирование в объеме первоначально прозрачных мате-риалов;химическое осаждение тонких пленок;лазерное напыление;лазерное прототипирование. | 1 |  |  |
| 15 - 16 | **Лазерная медицина**Лазерная медицина:общие представления о биотканях;оптическая диагностика;фотодинамическая терапия;стоматология;лазерная хирургия, литотрипсия и коррекция зрения. |  | 2 |  |
| 16 | **Заключение**Заключение. Перспективы развития лазерных технологий. Организация исследований и разработок в РФ. Международное научно-техническое сотрудничество | 1 |  |  |

5. Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования. Студентам предлагаются темы для докладов и презентаций с последующей дискуссией и обсуждени-ем сделанного, используются встречи с представителями российских и зарубежных ис-следовательских лабораторий, проводятся мастер-классы экспертов и специалистов.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ФОНДУ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ В РАМКАХ РЕАЛИЗУЕМОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Курс "Лазерные микро- и нанотехнологии" рассчитан на один семестр, преподается в 4-м семестре магистратуры и разделен на три раздела:

1. Современные лазерные технологические установки

2. Основные процессы взаимодействия оптического излучения с веществом

3. Технологии лазерной обработки материалов

По завершении каждого раздела студентам будет предложено пройти Обязательный Текущий Контроль (ОТК), проводимый в виде теста.

По результатам ответов на вопросы теста студентам начисляются баллы.

Максимальное количество баллов, которые возможно набрать по окончанию первого, второго и третьего разделов - 10, 20 и 20 соответственно.

Тестовые задания приведены в Фонде Оценочных Средств по данной дисциплине, являющимся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Лазерные микро- и нанотехнологии»

На решение тестовых заданий студенту отводится 10 минут.

Если студент не набирает 50% баллов по результатам теста, то задание считается незасчитанным и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе.

Таким образом, к зачету студент может максимально набрать 50 баллов.

Зачет проводится в виде ответов на вопросы к зачету. Максимальное время подготовки ответа - 1 час.

Вопросы к зачету приведены в Фонде Оценочных Средств по данной дисциплине, являющимся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Лазерные микро- и нанотехнологии»

По результатам зачета студент может получить максимально 50 баллов.

Баллы, полученные за зачет суммируются с баллами, полученными по результатам Обязательного Текущего Контроля.

Итого, максимальное количество баллов, которые может получить студент по данной дисциплине составляет 100.

Итоговая оценка промежуточного контроля по дисциплине определяется на основании набранных баллов по следующей таблице:

Зачет: 60-100 баллов

Незачет: менее 60 баллов

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ В 40 Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Силовая оптика : , Москва: Физматлит, 2008

2. 537 З-43 Принципы лазеров : , О. Звелто, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

3. 539.2 К45 Введение в физику твердого тела : , Ч. Киттель , М.: МедиаСтар, 2006

б) ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

в) ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

Специальное программное обеспечение не требуется

 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки (специальности) 14.04.02 Ядерные физика и технологии.

Авторы:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Конов Виталий Иванович д.ф.-м.н. профессор | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(подпись) |

Рецензент(ы):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(подпись) |