

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf68da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации
производственных процессов
Кафедра электроники и радиофизики



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной работе
Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Лазерные и плазменные технологии обработки материалов
(наименование дисциплины)

03.04.03 Радиофизика
(код, наименование направления)

Инженерно-физические технологии в промышленности
(магистерская программа)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, очно-заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Лазерные и плазменные технологии обработки материалов» является формирование способности осуществлять выбор, разработку, освоение и совершенствование технологий лазерной и плазменной поверхностной обработки материалов, применяя знания, умения и навыки в области влияния лазерных и комбинированных обработок на химический и фазовый состав, структуру, напряженное состояние и свойства материалов.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить физические процессы, происходящие при взаимодействии атомных частиц, плазмы и лазерного излучения с поверхностями твердых тел;
- ознакомить с основными методами генерации и свойствами газоразрядной и лазерной плазмы;
- ознакомить с основными применениями этих процессов в технологиях лазерной обработки материалов, лазерного и ионно-плазменного, а также комбинированного лазерно-плазменного нанесения пленочных покрытий, очистки и травления поверхностных слоев.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной (ПК-1) компетенции выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в формируемую участниками образовательных отношений часть блока 1 «Дисциплины (модули)» подготовки обучающихся по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика» (магистерская программа «Инженерно-физические технологии в промышленности»).

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: «Квантовая радиофизика. Квантовые приборы», «Плазменная электроника», «Физика сплошных сред», «Физические методы неразрушающего контроля».

Освоение данной дисциплины необходимо для выбора направления научно-исследовательской работы, а также, приобретенные знания, могут быть использованы при защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, производственной, преддипломной практике.

Дисциплина способствует углубленной подготовке к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (36 ак. ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак. ч.). Дисциплина изучается во 3 семестре.

Для очно-заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (12 ак.ч.), практические (8 ак. ч.) занятия и самостоятельная работа студента (124 ак. ч.). Дисциплина изучается на в 3 семестре.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Лазерные и плазменные технологии обработки материалов» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

| Содержание компетенции | Код компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--|-----------------|--|
| Способен применять на практике профессиональные знания и умения в сфере производства, внедрения и эксплуатации инженерно-физических систем различного назначения, полученные при освоении профильных физических дисциплин. | ПК-1 | ПК-1.1. Способен проводить фундаментальные и прикладные исследования в области лазерной и плазменной техники и технологий с применением современного оборудования. |

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

| Вид учебной работы | Всего ак.ч. | Ак.ч. по семестрам |
|--|-------------|--------------------|
| | | 3 |
| Аудиторная работа, в том числе: | 72 | 72 |
| Лекции (Л) | 36 | 36 |
| Практические занятия (ПЗ) | 36 | 36 |
| Лабораторные работы (ЛР) | - | - |
| Курсовая работа/курсовой проект | - | - |
| Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе: | 72 | 72 |
| Подготовка к лекциям | 9 | 9 |
| Подготовка к лабораторным работам | - | - |
| Подготовка к практическим занятиям / семинарам | 18 | 18 |
| Выполнение курсовой работы / проекта | - | - |
| Расчетно-графическая работа (РГР) | - | - |
| Реферат (индивидуальное задание) | - | - |
| Домашнее задание (индивидуальное задание) | - | - |
| Подготовка к контрольной работе | - | - |
| Подготовка к коллоквиуму | 9 | 9 |
| Аналитический информационный поиск | - | - |
| Работа в библиотеке | 18 | 18 |
| Подготовка к экзамену | 18 | 18 |
| Промежуточная аттестация – экзамен | Э | Э |
| Общая трудоёмкость дисциплины | | |
| | ак.ч. | 144 |
| | з.е. | 4 |

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 6 тем:

- тема 1 (Современные ионно-плазменные и лазерно-плазменные технологии обработки материалов и их роль в промышленности);
- тема 2 (Процессы взаимодействия лазерного излучения с поверхностью твердого тела. Взаимодействие лазерного излучения с поверхностью металлов, полупроводников, полимеров);
- тема 3 (Эрозионная лазерная плазма);
- тема 4 (Процессы при взаимодействии атомных частиц с поверхностью твердого тела);
- тема 5 (Плазма газовых разрядов);
- тема 6 (Ионно-плазменные технологии обработки материалов).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------------|--|---|----------------------|---|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 3-й семестр | | | | | | | |
| 1 | Современные ионно-плазменные и лазерно-плазменные технологии обработки материалов и их роль в промышленности | Ионно-плазменные и лазерно-плазменные технологии обработки материалов | 2 | Ионно-плазменные и лазерно-плазменные технологии обработки материалов | 2 | – | – |
| 2 | Процессы взаимодействия лазерного излучения с поверхностью твердого тела. Взаимодействие лазерного излучения с поверхностью металлов, полупроводников, полимеров | Нагрев, плавление, испарение, эрозия поверхностных слоев твердых тел и пленок. Лазерные технологии размерной обработки материалов. Формирование мелкодисперсной жидкокапельной фазы, образование микроплазмы. | 6 | Лазерные технологии размерной обработки материалов. | 6 | – | – |
| 3 | Эрозионная лазерная плазма | Характеристики плазменного состояния вещества. Образование и свойства эрозионной лазерной плазмы. Оптическая спектроскопия в изучении лазерной плазмы. | 6 | Характеристики плазменного состояния вещества. Оптическая спектроскопия в изучении лазерной плазмы. | 6 | – | – |
| 4 | Процессы при взаимодействии атомных частиц с поверхностью твердого тела | Упругое и неупругое рассеяние: ионизация, возбуждение атомов и молекул, диссоциация. Радиационно-химические превращения в твердом теле. Физическое и химическое распыление поверхности. Образование | 8 | Упругое и неупругое рассеяние: ионизация, возбуждение атомов и молекул, диссоциация. Радиационно-химические превращения в | 8 | – | – |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|---------------------------------------|--|---|----------------------|--|----------------------|---------------------------|----------------------|
| | | радиационных дефектов. Амorfизация. Ионное перемешивание. | | твердом теле. | | | |
| 5 | Плазма газовых разрядов | Разряды на постоянном токе и токах высокой частоты, магнетронный разряд. Высокочастотные Н- и Е-разряды. Свойства газоразрядной плазмы. | 6 | Высокочастотные Н- и Е-разряды. Свойства газоразрядной плазмы. | 6 | – | – |
| 6 | Ионно-плазменные технологии обработки материалов | Технологии нанесения пленочных покрытий. Окисление, азотирование и карбидизация поверхности. Ионнохимическое и плазмохимическое травление поверхностей. Контроль и управление ионно-плазменными процессами. Способы и системы контроля и управления плазмохимическим травлением и магнетронным распылением. | 8 | Контроль и управление ионно-плазменными процессами. Способы и системы контроля и управления плазмохимическим травлением и магнетронным распылением | 8 | – | – |
| Всего аудиторных часов за 3-й семестр | | | 36 | 36 | | – | |
| Всего аудиторных часов за семестр | | | 36 | 36 | | – | |

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------------|--|--|----------------------|---|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 3-й семестр | | | | | | | |
| 1 | Современные ионно-плазменные и лазерно-плазменные технологии обработки материалов и их роль в промышленности | Ионно-плазменные и лазерно-плазменные технологии обработки материалов | 2 | Ионно-плазменные и лазерно-плазменные технологии обработки материалов | 2 | – | – |
| 2 | Процессы взаимодействия лазерного излучения с поверхностью твердого тела. Взаимодействие лазерного излучения с поверхностью металлов, полупроводников, полимеров | Нагрев, плавление, испарение, эрозия поверхностных слоев твердых тел и пленок. Лазерные технологии размерной обработки материалов. Формирование мелкодисперсной жидкокапельной фазы, образование микроплазмы. | 2 | Лазерные технологии размерной обработки материалов. | | – | – |
| 3 | Эрозионная лазерная плазма | Характеристики плазменного состояния вещества. Образование и свойства эрозионной лазерной плазмы. Оптическая спектроскопия в изучении лазерной плазмы. | 2 | Характеристики плазменного состояния вещества. Оптическая спектроскопия в изучении лазерной плазмы. | 2 | – | – |
| 4 | Процессы при взаимодействии атомных частиц с поверхностью твердого тела | Упругое и неупругое рассеяние: ионизация, возбуждение атомов и молекул, диссоциация. Радиационно-химические превращения в твердом теле. Физическое и химическое распыление поверхности. Образование радиационных дефектов. Амор- | 2 | Упругое и неупругое рассеяние: ионизация, возбуждение атомов и молекул, диссоциация. Радиационно-химические превращения в твердом теле. | | – | – |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|---------------------------------------|--|---|----------------------|--|----------------------|---------------------------|----------------------|
| | | физация. Ионное перемешивание. | | | | | |
| 5 | Плазма газовых разрядов | Разряды на постоянном токе и токах высокой частоты, магнетронный разряд. Высокочастотные Н- и Е-разряды. Свойства газоразрядной плазмы. | 2 | Высокочастотные Н- и Е-разряды. Свойства газоразрядной плазмы. | 2 | – | – |
| 6 | Ионно-плазменные технологии обработки материалов | Технологии нанесения пленочных покрытий. Окисление, азотирование и карбидизация поверхности. Ионнохимическое и плазмохимическое травление поверхностей. Контроль и управление ионно-плазменными процессами. Способы и системы контроля и управления плазмохимическим травлением и магнетронным распылением. | 2 | Контроль и управление ионно-плазменными процессами. Способы и системы контроля и управления плазмохимическим травлением и магнетронным распылением | 2 | – | – |
| Всего аудиторных часов за 3-й семестр | | | 12 | 8 | | – | |
| Всего аудиторных часов за семестр | | | 12 | 8 | | – | |

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

| Код и наименование компетенции | Способ оценивания | Оценочное средство |
|--------------------------------|-------------------|---|
| ПК-1 | Экзамен | Комплект контролирующих материалов для экзамена |

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 60 баллов;
- за выполнение практических работ – всего 40 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время экзамена студент имеет право повысить итоговую оценку. Экзамен по дисциплине проводится в форме устного экзамена по вопросам, представленным ниже, либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

| Сумма баллов за все виды учебной деятельности | Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен |
|---|--|
| 0-59 | Не зачтено/неудовлетворительно |
| 60-73 | Зачтено/удовлетворительно |
| 74-89 | Зачтено/хорошо |
| 90-100 | Зачтено/отлично |

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют:

- проработка лекционного материала;
- выполнение практических заданий.

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

1. Что такое лазер и каковы основные принципы его работы?
2. Какие типы лазеров используются для обработки материалов?
3. Каковы основные характеристики лазерного излучения (длина волны, мощность, частота)?
4. Какие физические процессы лежат в основе взаимодействия лазерного излучения с материалами?
5. Какие материалы можно обрабатывать с помощью лазерных технологий?
6. Как работает лазерная резка материалов и какие параметры влияют на ее качество?
7. Какие особенности лазерной сварки металлов и сплавов?
8. Как лазерное оборудование используется для гравировки и маркировки?
9. Что такое лазерная абляция и где она применяется?
10. Какие материалы можно обрабатывать с помощью лазерной очистки?
11. Что такое плазма и каковы ее основные свойства?
12. Какие типы плазменных источников используются для обработки материалов?
13. Каковы основные характеристики плазменной струи (температура, скорость, плотность)?
14. Какие физические процессы лежат в основе взаимодействия плазмы с материалами?

15. Какие материалы можно обрабатывать с помощью плазменных технологий?

6.4 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Как работает плазменная резка материалов и какие параметры влияют на ее качество?
2. Какие особенности плазменной сварки металлов и сплавов?
3. Как плазменное оборудование используется для напыления покрытий?
4. Что такое плазменное травление и где оно применяется?
5. Какие материалы можно обрабатывать с помощью плазменной очистки?
6. Какие основные компоненты входят в состав лазерного технологического оборудования?
7. Какие основные компоненты входят в состав плазменного технологического оборудования?
8. Как выбирается тип лазера для конкретной технологической задачи?
9. Как выбирается тип плазменного источника для конкретной технологической задачи?
10. Какие системы охлаждения используются в лазерном и плазменном оборудовании?
11. Как лазерные технологии применяются в автомобильной промышленности?
12. Как плазменные технологии применяются в аэрокосмической отрасли?
13. Какие задачи решают лазерные и плазменные технологии в микроэлектронике?
14. Как лазерные и плазменные технологии используются для обработки композитных материалов?
15. Какие преимущества лазерной и плазменной обработки в сравнении с традиционными методами?
16. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при эксплуатации лазерного оборудования?
17. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при эксплуатации плазменного оборудования?
18. Как проводится калибровка лазерного и плазменного оборудования?

19. Какие методы используются для диагностики состояния лазерных и плазменных систем?
20. Как часто необходимо проводить техническое обслуживание лазерного и плазменного оборудования?
21. Какие типы оптических систем используются в лазерном оборудовании?
22. Как выбираются линзы и зеркала для лазерных систем?
23. Какие материалы используются для изготовления оптических компонентов?
24. Как работает система фокусировки лазерного излучения?
25. Какие методы используются для управления направлением лазерного луча?
26. Какие системы управления используются в лазерном и плазменном оборудовании?
27. Как программируются лазерные и плазменные технологические процессы?
28. Какие датчики используются для контроля параметров лазерной и плазменной обработки?
29. Как интегрируются лазерные и плазменные системы в автоматизированные производственные линии?
30. Какие программные средства используются для проектирования и управления лазерными и плазменными системами?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Евтихийев, Н. Н. Лазерные технологии : учебное пособие / Н. Н. Евтихийев, О. Ф. Очин, И. А. Бегунов. - Долгопрудный : Интеллект, 2020. - 240 с. - ISBN 978-5-91559-281-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1238959> (дата обращения: 23.03.2024).

2. Овчинников, В. В. Технология дуговой и плазменной сварки и резки металлов : учебник / В. В. Овчинников, М. А. Гуреева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 240 с. - ISBN 978-5-9729-0540-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836022> (дата обращения: 23.03.2024).

Дополнительная литература

1 Шиганов, И. Н. Специальные лазерные технологии : учебное пособие / И. Н. Шиганов. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2019. - 144 с. - ISBN 978-5-7038-4985-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1964160> (дата обращения: 23.03.2024).

2. Мороз, А. В. Основы лучевых и плазменных технологий : лабораторный практикум / А. В. Мороз, Н. С. Вашурин. - Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. - 120 с. - ISBN 978-5-8158-1877-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1874710> (дата обращения: 23.03.2024).

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: <https://library.dontu.ru>. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

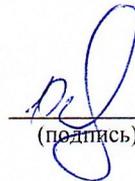
Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

| Наименование оборудованных учебных кабинетов | Адрес (местоположение) учебных кабинетов |
|--|---|
| <p>Аудитории для проведения лекционных и практических занятий, для самостоятельной работы: <i>Компьютерный класс</i> <i>Персональные компьютеры, локальная сеть с выходом в Internet, проектор Epson, мультимедийный экран</i></p> | <p>ауд. <u>434</u> корп. <u>главный</u></p> |

Лист согласования РПД

Разработал:

Доцент кафедры
электроники и радиофизики
(должность)



(подпись)

С.А. Юрьев
(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
электроники и радиофизики



(подпись)

А.М.Афанасьев
(Ф.И.О.)

Протокол № 7 заседания
кафедры электроники и радиофизики от 30.08.2014г.

И.о. декана факультета информационных
технологий и автоматизации
производственных процессов



(подпись)

В.В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано:

Председатель методической комиссии
по направлению подготовки
03.04.03 Радиофизика
(магистерская программа «Инженерно-физические
технологии в промышленности»)



(подпись)

А.М.Афанасьев
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра



(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

| Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений | |
|---|---------------------------|
| ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ: | ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ: |
| Основание: | |
| Подпись лица, ответственного за внесение изменений | |