

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 17.10.2025 15:06:46

Уникальный программный ключ:

03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

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 производ-
ственных процессов

Кафедра

электроники и радиофизики



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование и эксплуатация плазменного технологического оборудования

(наименование дисциплины)

03.03.03 Радиофизика

(код, наименование направления)

Инженерно-физические технологии в промышленности

(профиль подготовки)

Квалификация

бакалавр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, очно-заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Проектирование и эксплуатация плазменного технологического оборудования» является формирование комплекса знаний, умений и навыков в области плазменных технологий для обеспечения эффективности процессов проектирования оборудования.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить устройство и принцип действия плазменных технологических установок;
- ознакомиться с методами расчета и конструирования генераторов плазмы.

Дисциплина направлена на формирование профессиональных (ПК-2, ПК-3, ПК-5) компетенций выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в формируемую участниками образовательных отношений часть блока 1 подготовки обучающихся по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «Электричество и магнетизм», «Физика конденсированного состояния», «Физика плазмы».

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 5 зачетные единицы, 180 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (108 ак.ч.). Дисциплина изучается в 6 семестре.

Для очно-заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (16 ак.ч.), практические (20 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (144 ак.ч.). Дисциплина изучается на в 8 семестре.

Форма промежуточной аттестации – экзамен и дифференциальный зачет.

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

Процесс изучения дисциплины «Проектирование и эксплуатация плазменного технологического оборудования» 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 понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной, оптической аппаратуры и оборудования, и использовать основные методы радиофизических измерений	ПК-2	ПК-2.3. Выполняет комплексные исследования и испытания материалов (изделий), определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности, учитывая технические ограничения и требования по экологической безопасности
Способен планировать проведение отдельных этапов научных исследований и разработок в области профессиональной деятельности, обрабатывать и анализировать результаты исследований, составлять обзоры и отчеты, подготавливать материал научных публикаций	ПК-3	ПК 3.1. Знаком с принципами проведения отдельных этапов научных исследований и разработок в области профессиональной деятельности.
Способен применять на практике профессиональные знания и умения в сфере производства, внедрения и эксплуатации электронных приборов и систем различного назначения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК-5	ПК-5.1. Имеет опыт определения технологических, физических, химических и механических параметров материалов в области лазерных, плазменных и упрочняющих технологий

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётные единицы, 180 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим 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
		6
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:	108	108
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	20	20
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание (индивидуальное задание)	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	10	10
Работа в библиотеке	9	9
Подготовка к экзамену	36	36
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), диф.зачет (ДЗ)	Э, ДЗ	Э, ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	180	180
з.е.	5	5

5 Содержание дисциплины

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

- раздел 1 (Области применения плазменных установок);
- раздел 2 (Моделирование динамических процессов, возникающих в равновесной плазме индукционных и электродуговых плазмотронов);
- раздел 3 (Численное моделирование плазмогазодинамических процессов в капиллярных разрядах);
- раздел 4 (Математические модели расчета плазмотронов);
- раздел 5 (Конструирование генераторов плазмы);
- раздел 6 (Установки с электродуговыми плазмотронами).

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.
6-й семестр							
1	Области применения плазменных установок	Классификация электродуговых плазмотронов. Плазмотрон как система.	2	Методы решения. Построения сеток	2	—	—
2	Моделирование динамических процессов, возникающих в равновесной плазме индукционных и электродуговых плазмотронов	Метод решения. Уравнения для построения сеток.	2			—	—
3	Численное моделирование плазмогазодинамических процессов в капиллярных разрядах	Моделирование плазмодинамических процессов. Компьютерное моделирование плазмодинамических процессов факела капиллярного разряда. Модифицированная нестационарная модель капиллярного разряда, система уравнений в безразмерных переменных.	6	Компьютерное моделирование плазмодинамических процессов	4	—	—
4	Математические модели расчета плазмотронов	Методика расчета генератора плазмы с внутренней дугой. Плазмотроны с внешней дугой. Магнитная фиксация привязки электрической дуги.	6	Расчеты генератора плазмы с внутренней дугой	4	—	—
5	Конструирование генераторов плазмы	Схема организации электрического разряда в плазмотроне и её элементы. Газовая система. Магнитные системы. Система охлаждения. Присоединение к внеш-	12	Конструирование генераторов плазмы	4	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисципли- ны	Содержание лекционных занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		ним системам. Устройства возбуждения разряда. Особенности конструкции плазмотронов разного технологического применения.					
6	Установки с электродуговыми плазмотронами	Системы электропитания плазменных установок. Системы подачи плазмообразующего вещества. Система охлаждения плазмотрона. Система управления установкой. Технологическое оборудование.	8	Установки с электродуговыми плазмотронами	4	—	—
Всего аудиторных часов за 6-й семестр			36	18		—	
Всего аудиторных часов за семестр			36	18		—	

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.
8-й семестр							
1	Области применения плазменных установок	Классификация электродуговых плазмотронов. Плазмотрон как система.	2	Методы решения. Построения сеток	2	–	–
2	Моделирование динамических процессов, возникающих в равновесной плазме индукционных и электродуговых плазмотронов	Метод решения. Уравнения для построения сеток.	2			–	–
3	Численное моделирование плазмогазодинамических процессов в капиллярных разрядах	Моделирование плазмодинамических процессов. Компьютерное моделирование плазмодинамических процессов факела капиллярного разряда. Модифицированная нестационарная модель капиллярного разряда, система уравнений в безразмерных переменных.	2	Компьютерное моделирование плазмодинамических процессов	4	–	–
4	Математические модели расчета плазмотронов	Методика расчета генератора плазмы с внутренней дугой. Плазмотроны с внешней дугой. Магнитная фиксация привязки электрической дуги.	2	Расчеты генератора плазмы с внутренней дугой	2	–	–
5	Конструирование генераторов плазмы	Схема организации электрического разряда в плазмотроне и её элементы. Газовая система. Магнитные системы. Система охлаждения. Присоединение к внеш-	4	Конструирование генераторов плазмы Установки с электродуговыми плаз-	2	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисципли- ны	Содержание лекционных занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		ним системам. Устройства возбуждения разряда. Особенности конструкции плазмотронов разного технологического применения.		моторами			
6	Установки с электродуговыми плазмотронами	Системы электропитания плазменных установок. Системы подачи плазмообразующего вещества. Система охлаждения плазмотрона. Система управления установкой. Технологическое оборудование.	4				—
Всего аудиторных часов за 8-й семестр			16	10		—	
Всего аудиторных часов за семестр			16	10		—	

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-2, ПК-5	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ПК-3	Дифференциальный зачет	Комплект контролирующих материалов для дифференциального зачета

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 зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования, 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. Дайте определение плазмы. Каковы её основные свойства?
2. Перечислите типы плазмы (низкотемпературная, высокотемпературная) и их особенности.
3. Опишите механизмы ионизации газа для создания плазмы.
4. Каковы основные параметры плазмы (температура, плотность, степень ионизации)?
5. Назовите основные методы генерации плазмы (дуговой, высокочастотный, микроволновый).
6. Опишите устройство и принцип работы плазмотрона.
7. Каковы основные компоненты плазменной установки?
8. Объясните принцип работы высокочастотного (ВЧ) генератора плазмы.
9. В чём отличие между дуговой и индукционной плазмой?
10. Как работает микроволновый плазменный источник?
11. Какие факторы учитываются при проектировании плазмотронов?
12. Опишите методы расчёта энергетических параметров плазменной установки.
13. Как выбирается материал электродов для плазмотрона?
14. Каковы особенности проектирования систем охлаждения плазменного оборудования?
15. Как рассчитывается мощность плазменного источника для конкретной технологической задачи?

6.4 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Перечислите основные этапы запуска плазменной установки.
2. Каковы меры безопасности при работе с плазменным оборудованием?
3. Как проводится диагностика состояния плазмотрона?
4. Опишите методы контроля параметров плазмы в процессе эксплуатации.
5. Каковы причины износа электродов и как его минимизировать?
6. Опишите применение плазменной обработки в металлургии.
7. Как используется плазма в микроэлектронике (например, травление и нанесение покрытий)?
8. Каковы преимущества плазменной очистки поверхностей?
9. Опишите применение плазменных технологий в медицине (стерилизация, обработка инструментов).
10. Как плазма используется для утилизации отходов?
11. Какие материалы используются для изготовления камер плазменной обработки?
12. Опишите требования к материалам электродов плазмотронов.
13. Каковы особенности использования керамики в плазменном оборудовании?
14. Как выбираются газы для создания плазмы (аргон, азот, кислород)?
15. Каковы требования к вакуумным системам в плазменных установках?
16. Какие методы используются для измерения температуры плазмы?
17. Опишите принцип работы зондов Ленгмюра для диагностики плазмы.
18. Как проводится спектроскопический анализ плазмы?
19. Каковы преимущества и недостатки оптических методов диагностики плазмы?
20. Как используются компьютерные модели для анализа параметров плазмы?
21. Как рассчитывается энергетическая эффективность плазменного оборудования?
22. Каковы основные потери энергии в плазменных установках?
23. Опишите методы повышения КПД плазмотронов.
24. Как влияет давление газа на энергетические параметры плазмы?
25. Каковы перспективы использования возобновляемых источников энергии для плазменных технологий?

26. Опишите современные тенденции в разработке плазменного оборудования.
27. Каковы перспективы использования плазмы в нанотехнологиях?
28. Как искусственный интеллект может быть применён для управления плазменными установками?
29. Опишите возможности использования плазмы в космических технологиях.
30. Каковы экологические аспекты использования плазменных технологий?

6.5 Примерная тематика курсовых работ

1. Проектирование плазмотрона для обработки металлических поверхностей.
2. Оптимизация энергетических параметров высокочастотного плазменного генератора.
3. Применение плазменных технологий для нанесения функциональных покрытий.
4. Разработка системы диагностики параметров плазмы в реальном времени.
5. Плазменная очистка поверхностей в микроэлектронике.
6. Проектирование плазменной установки для утилизации медицинских отходов.
7. Исследование плазменной обработки полимерных материалов.
8. Разработка плазменного реактора для синтеза наноматериалов.
9. Анализ износа электродов в плазмотронах и методы его снижения.
10. Применение плазменных технологий в аэрокосмической отрасли.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Чередниченко, В.С. Плазменные электротехнологические установки: учебное пособие / В. С. Чередниченко, А. С. Аньшаков, М. Г. Кузьмин; под ред. В. С. Чередниченко. — 2-е изд., доп. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 601 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-013628-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/946118> (дата обращения: 20.03.2024).

2. Кузенов, В.В. Численное моделирование разреженной плазмы: учебное пособие / В.В. Кузенов, С.В. Рыжков. - 2-е изд. - Москва: Издательство МГТУ им. Баумана, 2019. - 107, [5] с.: ил. - ISBN 978-5-7038-5088-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2082021> (дата обращения: 20.03.2024).

Дополнительная литература

1. Переелавцев, А.В. Плазменная переработка отходов: монография / А.В. Переелавцев. С.А. Вошинин, А.В. Артемов; под общ. ред. А.В. Переелавцева. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. - 436 с. - ISBN 978-5-9729-1506-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2096896> (дата обращения: 20.03.2024).

2. Гребенщикова, М.М. Плазменное оборудование для нанотехнологий: учебное пособие / М.М. Гребенщикова, М.М. Миронов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань : КНИТУ, 2022. - 96 с. - ISBN 978-5-7882-3285-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2172367> (дата обращения: 20.03.2024).

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.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —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
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>	ауд. <u>434</u> корп. <u>главный</u>

Лист согласования РПД

Разработал
доцент кафедры электроники
и радиофизики

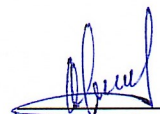
(должность)



(подпись)

С.А. Юрьев
(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
электроники и радиофизики

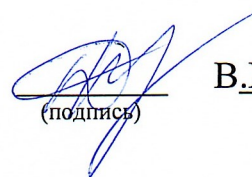


(подпись)

А.М.Афанасьев
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания
кафедры электроники и радиофизики от 30.08.2024.

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



(подпись)

В.В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической комиссии
по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика
(профиль «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	