

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики



Могильная Е.П.

«18» 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИКА ГАЗОВОГО РАЗРЯДА»

По направлению подготовки 03.04.02 Физика

Магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика газового разряда» по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»). – 13 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика газового разряда» составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 года №891.

СОСТАВИТЕЛЬ:

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой физики Корсунов К.А.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры физики
«18» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой физики  Корсунов К.А.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Директор института технологий и инженерной механики  Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики

«18» 04 20 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

© Корсунов К.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью освоения дисциплины «Физика газового разряда» является изложение основных положений физики газового разряда, необходимых для понимания и использования основных законов физики в профессиональной деятельности; расширение фундаментальной базы физических знаний, дающей основу для дальнейшего более глубокого и детализированного изучения всех разделов теоретической физики.

Задачи изучения дисциплины:

- развитие логического и абстрактного мышления студентов;
- овладение студентами методами исследования газоразрядных процессов;
- выработка у студентов умения самостоятельно расширять свои знания и проводить физический анализ прикладных задач в области физики газовых разрядов;
- формирование теоретической и практической профессиональной подготовки к преподаванию физики в общеобразовательных учреждениях, средних специальных и высших учебных заведениях;
- вооружение магистранта конкретными знаниями, дополняющими уже полученную в курсах магистерской программы информацию и позволяющими впоследствии использовать их для дальнейшей специализации.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Физика газового разряда» входит в Блок 1. Дисциплины (модули) вариативной части учебного плана подготовки студентов по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»).

Для овладения дисциплиной требуется знание дисциплин математического и естественнонаучного цикла и основных дисциплин профессионального цикла предыдущего уровня образования.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего	ПК-1.1. Знает основные научные направления и концепции в области физики. ПК-1.2. Знает методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований. ПК-1.3. Умеет самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики с	Знать: методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований газоразрядных процессов, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований; Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические

отечественного и зарубежного опыта	использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий. ПК-1.4. Владеет навыками проведения научных исследований в области физики с помощью современных методов и средств, методами обработки и обобщения информации, представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования	задачи научных исследований в области физики газового разряда с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий; Владеть навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики газового разряда с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований
ПК-2. Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности	ПК-2.1. Знает новые методы и методические подходы в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности в области физики. ПК-2.2. Умеет самостоятельно разрабатывать новые методы и методические подходы в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности. ПК-2.3. Умеет планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции. ПК-2.4. Владеет современными методами научно-инновационной и научно-исследовательской деятельности.	Знать: разделы физики, необходимые для решения научно-инновационных задач Уметь: применять теоретические и экспериментальные навыки для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности; Владеть: разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
ПК-3 Способен использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	ПК-3.1. Знает особенности и основные характеристики научного стиля. ПК-3.2. Умеет использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей, корректно готовить и редактировать собственные научные публикации. ПК-3.3. Владеет практическим опытом написания и редактирования научных работ	Знать: новые методы и методические подходы в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности в области физики; Уметь: самостоятельно разрабатывать новые методы и методические подходы в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности; Владеть: современными методами научно-инновационной и научно-исследовательской деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6 зач. ед)	Не предусмотрена
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	70	
Лекции	42	
Семинарские занятия	-	

Практические занятия	28	
Лабораторные работы	-	
Курсовая работа (курсовой проект)	-	
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	
Самостоятельная работа студента / форма контактной работы	119/27	
Форма аттестация	экзамен	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

Тема 1. Типы газовых разрядов.

Понятие газового разряда. Классификация газовых разрядов. Несамостоятельный и самостоятельный газовые разряды.

Тема 2. Элементарные процессы в газоразрядной плазме.

Процессы ионизации и рекомбинации. Несамостоятельный разряд и его ВАХ. Развитие электронной лавины. Условие зажигания разряда. Темный таунсендовский разряд. Прикатодные процессы: термоэлектронная эмиссия, автоэлектронная эмиссия, фотоэлектронная эмиссия, вторичная электронная эмиссия, поверхностная ионизация. Прианодные процессы.

Тема 3. Свойства тлеющего и дугового разрядов.

Особенности тлеющего разряда. Прикатодная область тлеющего разряда. Положительный столб тлеющего разряда. Дуговой разряд. Виды дуговых разрядов. Прикатодные и прианодные процессы. Столб дуги.

Тема 4. Искровой разряд. Коронный разряд. Молния.

Особенности искрового и коронного разрядов. Понятие о стримере. Искровой канал. Коронный разряд. Условия возникновения коронного разряда. Структура короны. Лидерный механизм пробоя длинных промежутков. Молния. Механизм развития молнии.

Тема 5. Нестационарные газовые разряды.

Свойства ВЧИ- и ВЧЕ-разрядов. Высокочастотные тлеющий и барьерный разряды. СВЧ-разряд. Оптический разряд.

Тема 6. Особенности конструкции и применения газоразрядной техники.

Генераторы низкотемпературной плазмы (плазмотроны). Классификация плазмотронов. Особенности конструкции и характеристики электродуговых плазмотронов. ВЧ-плазмотроны. СВЧ-плазмотроны. МГД-генераторы. Плазменные движители.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Типы газовых разрядов	2	-
2	Элементарные процессы в газоразрядной плазме	8	-
3	Свойства тлеющего и дугового разрядов	8	-
4	Искровой разряд. Коронный разряд. Молния	8	-
5	Нестационарные газовые разряды	8	-

6	Особенности конструкции и применения газоразрядной техники	8	-
Итого:		42	-

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Типы газовых разрядов	2	-
2	Элементарные процессы в газоразрядной плазме	6	-
3	Свойства тлеющего и дугового разрядов	6	-
4	Искровой разряд. Коронный разряд. Молния	6	-
5	Нестационарные газовые разряды	4	-
6	Особенности конструкции и применения газоразрядной техники	4	-
Итого:		28	-

4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Физика газового разряда» не предполагаются учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Типы газовых разрядов	Изучение материала.	9	-
2	Элементарные процессы в газоразрядной плазме	Выполнение домашнего задания. Решение задач.	30	-
3	Свойства тлеющего и дугового разрядов	Изучение материала.	20	-
4	Искровой разряд. Коронный разряд. Молния	Изучение материала.	20	-
5	Нестационарные газовые разряды	Изучение материала.	10	-
6	Особенности конструкции и применения газоразрядной техники	Изучение материала	30	-
Итого:			119	-

4.7. Курсовые работы по дисциплине «Физика газового разряда» не предполагаются учебным планом

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. – М.: Наука, 1987. – 592 с.
2. Райзер Ю.П. Основы современной физики газоразрядных процессов. – М.: Наука, 1980. – 416 с
3. Грановский В.Л. Электрический ток в газе. Установившийся ток – М.: Наука, 1971. – 542 с.
4. Дашкевич И.П. Высокочастотные разряды – промышленное применение. – Л.: Машиностроение, 1990. – 81 с.

б) дополнительная литература:

1. Смирнов Б.М. Физика слабоионизованного газа (в задачах с решениями). – М.: Наука, 1985.
2. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы. – М.: Атомиздат, 1968. – 286 с.
3. Физика и техника низкотемпературной плазмы / Под ред. С. В. Дресвина. – М.: Атомиздат, 1972. – 352 с.
4. Дзюба В.Л., Даутов Г.Ю., Абдуллин И.Ш. Электродуговые и высокочастотные плазмотроны в химико-металлургических процессах. – К.: Вища шк., 1991. – 170 с.
5. Арцимович Л.А. Элементарная физика плазмы. – М.: Госатомиздат, 1963. – 192 с.
6. Энгель А. Ионизованные газы. – М.: Физматгиз, 1959. – 332 с.

в) Интернет-ресурсы:

- Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
- Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
- Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
- Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
- Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
- Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
- Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» –

<https://www.studmed.ru>

• Электронный каталог Научно-технической библиотеки ЮРГПУ (НПИ) – <https://libweb.srsu.ru/MegaProWeb/Web>

• Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/register>

• Научная электронная библиотека eLibrary – <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

• Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

На лекционных занятиях используются комплекты электронных презентаций / слайдов, раздаточный материал, наглядные пособия в аудиториях, оснащенных презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические и лабораторные занятия проводятся в специальных лабораториях, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл–менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине «Физика газового разряда»

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Физика газового разряда»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Тема 1. Типы газовых разрядов.	1
				Тема 2. Элементарные процессы в газоразрядной плазме.	1
				Тема 3. Свойства тлеющего и дугового разрядов.	1
				Тема 4. Искровой разряд. Коронный разряд. Молния.	1
				Тема 5. Нестационарные газовые разряды	1
				Тема 6. Особенности конструкции и применения газоразрядной техники..	1
2	ПК-2	Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Темы 1-6	1
3	ПК-3	Способен использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Темы 1-6	1

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-1 ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Знать: методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований газоразрядных процессов, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований; Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики газового разряда с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий; Владеть навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики газового разряда с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований.	Темы 1-6	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.
2	ПК-2 ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4	Знать: разделы физики, необходимые для решения научно-инновационных задач Уметь: применять теоретические и экспериментальные навыки для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности; Владеть: разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Темы 1-6	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы
3	ПК-3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Знать: новые методы и методические подходы в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности в области физики; Уметь: самостоятельно разрабатывать новые методы и методические подходы в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности; Владеть: современными методами научно-инновационной и научно-исследовательской деятельности.	Темы 1-6	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы

Фонды оценочных средств по дисциплине «Физика газового разряда»

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы:

1. Понятие газового разряда. Классификация газовых разрядов.
2. Несамостоятельный и самостоятельный газы разряды.
3. Процессы ионизации и рекомбинации. Несамостоятельный разряд и его ВАХ.
4. Развитие электронной лавины. Условие зажигания разряда. Темный таунсендовский разряд.
5. Прикатодные процессы: термоэлектронная эмиссия.
6. Прикатодные процессы: автоэлектронная эмиссия.
7. Прикатодные процессы: фотоэлектронная эмиссия, вторичная электронная эмиссия, поверхностная ионизация.
8. Прианодные процессы.
9. Особенности тлеющего разряда. Прикатодная область тлеющего разряда. Положительный столб тлеющего разряда.
10. Дуговой разряд. Виды дуговых разрядов. Прикатодные и прианодные процессы.
11. Столб дуги. Особенности дуговой плазмы.
12. Особенности искрового разряда. Понятие о стримере. Искровой канал.
13. Коронный разряд. Условия возникновения коронного разряда. Структура короны.
14. Лидерный механизм пробоя длинных промежутков. Молния. Механизм развития молнии.
15. Свойства ВЧИ- и ВЧЕ-разрядов. Особенности плазмы ВЧ-разрядов.
16. Высокочастотные тлеющий и барьерный разряды.
17. СВЧ-разряд. Оптический разряд.
18. Генераторы низкотемпературной плазмы (плазмотроны). Классификация плазмотронов.
19. Особенности конструкции и характеристики электродуговых плазмотронов.
20. Особенности конструкции ВЧ-плазмотроны. СВЧ-плазмотроны.
21. МГД-генераторы. Плазменные двигатели.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в

	устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)