

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

« 18 04 2023 г. »

Могильная Е.П.
2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИКА ПЛАЗМЫ»

По направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль подготовки «Физика»

]
]

Луганск 2023

* Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика плазмы» по направлению подготовки 03.03.02 Физика. — 13 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика плазмы» составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 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

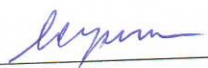
Заведующий кафедрой физики  Корсунов К.А.

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 2023 г., протокол № 3

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

© Корсунов К.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

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

Целью освоения дисциплины «Физика плазмы» является изложение основных положений физики плазмы, 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:

- изучение основных методов описания плазменного состояния вещества для формирования знаний и умений, необходимых при использовании методов физики плазмы в научно-исследовательской и инженерной деятельности;
- овладение наиболее известными методами расчета характеристик плазменных систем;
- развитие логического и абстрактного мышления студентов.

Содержание дисциплины:

Основные понятия физики плазмы. Приложение магнитной гидродинамики к плазме. Элементарные процессы в плазме. Термодинамика плазмы. Движение частиц плазмы во внешних силовых полях. Кинетика плазмы. Колебания и волны в плазме. Перспективы технического применения плазмы. Неустойчивости плазмы. Проблемы и достижения в области УТС.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Физика плазмы» относится к вариативной части математического и естественно-научного цикла дисциплин. Для овладения дисциплиной требуется знание таких дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Электродинамика», «Колебания и волны» и др.

Дисциплина реализуется кафедрой физики.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического	ПК-1.1. Знает теоретические основы физических методов исследования и методы анализа свойств физических систем разного уровня организации.	Знать: основные положения физики плазмы; методы описания физических процессов, протекающих в плазме; основные методы определения физических параметров плазмы; предысторию тематики исследования.
	ПК-1.2. Знает методы экспериментальных исследований в физике, возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения физических исследований.	Уметь: применять теоретический материал к решению задач физики плазмы; проводить расчеты характеристик плазмы; определять характеристики колебательных и волновых процессов в плазменной среде.
	ПК-1.3. Умеет осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач,	Владеть навыками: решения задач, основанных на практическом применении изучаемого материала; применения

оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование. ПК-1.4. Владеет навыками использования современных методов исследования в выбранной области.	основных законов физики плазмы в важнейших практических приложениях (магнитное удержание плазмы, магнитные ловушки, УТС); применения основных методов исследования плазмы для решения естественно-научных и технических задач; построения и исследования математических и механических моделей плазменных систем; использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при аналитическом и численном исследованиях математико-механических моделей плазменных систем.
---	---	---

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)	144 (4 зач. ед.)	Не предусмотрена
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	84	
Лекции	42	
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	42	
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	60/0	
Форма аттестация	экзамен	

4.2. Содержание разделов дисциплины

В разделе приводится полный перечень дидактических единиц, подлежащих усвоению при изучении данной дисциплины, структурированный по разделам дисциплины.

Семестр 8

Тема 1. Основные понятия физики плазмы.

Введение. Плазменное состояние вещества. Квазинейтральность, степень ионизации, временной и пространственный масштабы разделения зарядов, плазменная частота. Дебаевский радиус.

Тема 2. Приложение магнитной гидродинамики к плазме.

Понятие о магнитной гидродинамике. Модель проводящей жидкости. Модель двух жидкостей. Обобщенный закон Ома. Проводимость плазмы. Идеальная проводимость плазмы. Плазма в магнитном поле. «Вмороженность» магнитного потока и идеальная проводимость плазмы.

Тема 3. Элементарные процессы в плазме.

Основные типы элементарных процессов в плазме. Кулоновские столкновения. Сечение столкновений. Кулоновский логарифм. Перезарядка.

Тема 4. Термодинамика плазмы.

Температура плазмы. Равновесная и неравновесная плазма. Тепловая и кулоновская энергия плазмы. Излучение плазмы. Равновесие ионизации. Формула Саха. Формула Эльверта.

Тема 5. Движение частиц плазмы во внешних силовых полях.

Движение частиц плазмы в электрическом и магнитном полях. Циклотронное вращение. Понятие о дрейфовом движении. Электрический дрейф. Дрейф в неоднородном магнитном поле и градиентный дрейф. Поляризационный дрейф. Плазма как диамагнитная среда.

Тема 6. Кинетика плазмы.

Процессы переноса в плазме. Диффузия и теплопроводность. Процессы переноса в магнитном поле. Амбиполярная диффузия. Подвижность частиц и соотношение Эйнштейна. Методы кинетического описания процессов переноса в плазме. Кинетическое уравнение Больцмана. Интеграл столкновений. Кинетическое уравнение с самосогласованным полем.

Тема 7. Колебания и волны в плазме.

Колебания и волны в холодной плазме. Волны в плазме без магнитного поля. Распространение волн при наличии магнитного поля. Магнитогидродинамические волны. Резонансные частоты. Поляризация волн, волны с круговой поляризацией. Магнитный звук. Гибридные частоты. Горячая плазма и электрорезонансные волны. Магнито-звуковые волны и ионный звук. Затухание и раскачка колебаний.

Тема 8. Перспективы технического применения плазмы. Неустойчивости плазмы. Проблемы и достижения в области УТС.

Типы плазменных неустойчивостей. МГД неустойчивости. Возмущения пинча. Кинетические неустойчивости плазмы. Пучковая неустойчивость. Физические основы управляемого термоядерного синтеза. Системы для удержания плазмы. Проблемы и достижения в области УТС.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Основные понятия физики плазмы.	4	-
2	Приложение магнитной гидродинамики к плазме.	4	-
3	Элементарные процессы в плазме.	4	-
4	Термодинамика плазмы.	6	-
5	Движение частиц плазмы во внешних силовых полях.	6	-
6	Кинетика плазмы.	6	-
7	Колебания и волны в плазме.	6	-
8	Перспективы технического применения плазмы. Неустойчивости плазмы. Проблемы и достижения в области УТС.	6	-
Итого:		42	-

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Основные понятия физики плазмы.	4	-
2	Приложение магнитной гидродинамики к плазме.	4	-
3	Элементарные процессы в плазме.	4	-
4	Термодинамика плазмы.	6	-
5	Движение частиц плазмы во внешних силовых полях.	6	-
6	Кинетика плазмы.	6	-
7	Колебания и волны в плазме.	6	-
8	Перспективы технического применения плазмы. Неустойчивости плазмы. Проблемы и достижения в области УТС.	6	-
Итого:		42	-

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

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Основные понятия физики плазмы.	Изучение дополнительной литературы по данной теме. Выполнение домашнего задания	8	-
2	Приложение магнитной гидродинамики к плазме.	Изучение дополнительной литературы по данной теме. Выполнение домашнего задания	8	-
3	Элементарные процессы в плазме.	Изучение дополнительной литературы по данной теме. Выполнение домашнего задания	8	-
4	Термодинамика плазмы.	Изучение дополнительной литературы по данной теме. Выполнение домашнего задания	8	-
5	Движение частиц плазмы во внешних силовых полях.	Изучение дополнительной литературы по данной теме. Выполнение домашнего задания	8	-
6	Кинетика плазмы.	Изучение дополнительной литературы по данной теме. Выполнение домашнего задания	8	-
7	Колебания и волны в плазме.	Изучение дополнительной литературы по данной теме. Выполнение домашнего задания	6	-

		задания		
8	Перспективы технического применения плазмы. Неустойчивости плазмы. Проблемы и достижения в области УТС.	Изучение дополнительной литературы по данной теме. Выполнение домашнего задания	6	-
Итого:			60	-

4.7. Курсовые работы по дисциплине «Физика плазмы» 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. Миямото, К. Основы физики плазмы и управляемого синтеза / К. Миямото. – М.: Физматлит, 2007. – 424 с.
2. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы. – М.: Атомиздат, 1968. – 286 с.
3. Чернетский А.В. Введение в физику плазмы. – М.: Атомиздат, 1969. – 303 с.
4. Трубников, Б.А. Теория плазмы / Б.А.Трубников. - М.: Энергоатомиздат, 1996. – 463 с.

б) дополнительная литература:

1. Франк-Каменецкий Д.А. Плазма- четвертое состояние вещества. - М.: Атомиздат, 1968. – 160 с.
2. Смирнов Б.М. Введение в физику плазмы. – М.: Наука, 1982. – 224 с.
3. Швилкин Б.Н. Газовая электрогика и физика плазмы в задачах. – М.: Наука, 1978. – 160 с.

в) методические указания:

1. Корсунов К.А., Харченко Е.И., Чаленко А.В. Введение в физику плазмы: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки « Физика». – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 208 с.
2. Методические указания к практическим занятиям и контрольные задания по дисциплине «Физика плазмы», часть 1. (для студентов,

обучающихся по направлению «Физика», специальность 03.03.02) / Сост.: А.В. Чаленко, К.А. Корсунов. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 16 с.

г) 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.srspu.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 раздаточный материал, наглядные пособия, мультимедийный проектор для показа фильмов, имеется экран, компьютер.

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 плазмы»

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине «Физика плазмы»

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 проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Тема 1. Основные понятия физики плазмы	8
				Тема 2. Приложение магнитной гидродинамики к плазме.	8
				Тема 3. Элементарные процессы в плазме	8
				Тема 4. Термодинамика плазмы	8
				Тема 5. Движение частиц плазмы во внешних силовых полях	8
				Тема 6. Кинетика плазмы	8
				Тема 7. Колебания и волны в плазме	8
				Тема 8. Перспективы технического применения плазмы. Неустойчивости плазмы. Проблемы и достижения в области УТС	8

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: основные положения физики плазмы; методы описания физических процессов, протекающих в плазме; основные методы определения физических параметров плазмы; предысторию тематики исследования. Уметь: применять теоретический материал к решению задач физики плазмы; проводить расчеты характеристик плазмы; определять характеристики колебательных и волновых процессов в плазменной среде. Владеть навыками решения задач, основанных на практическом применении изучаемого материала; применения основных законов физики	Темы 1–8	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.

		плазмы в важнейших практических приложениях (магнитное удержание плазмы, магнитные ловушки, УТС); применения основных методов исследования плазмы для решения естественно-научных и технических задач; построения и исследования математических и механических моделей плазменных систем; использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при аналитическом и численном исследовании математико-механических моделей плазменных систем.		
--	--	--	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Квантовая теория»

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы:

- 1 Плазменное состояние вещества. Квазинейтральность, степень ионизации.
- 2 Временной и пространственный масштабы разделения зарядов, плазменная частота.
- 3 Экранировка частиц плазмы. Дебаевский радиус.
- 4 Понятие о магнитной гидродинамике. Модель проводящей жидкости.
- 5 Модель двух жидкостей.
- 6 Обобщенный закон Ома.
- 7 Проводимость плазмы. Идеальная проводимость плазмы.
- 8 Плазма в магнитном поле. «Вмороженность» магнитного потока и идеальная проводимость плазмы.
- 9 Основные типы элементарных процессов в плазме.
- 10 Описание упругих и неупругих столкновений. Сечение столкновений.
- 11 Кулоновские столкновения. Кулоновский логарифм.
- 12 Перезарядка.
- 13 Температура плазмы. Равновесная и неравновесная плазма.
- 14 Тепловая и кулоновская энергия плазмы.
- 15 Излучение плазмы. Равновесие ионизации. Формула Саха.
- 16 Неравновесные процессы. Формула Эльверта.
- 17 Описание движения частиц плазмы в электрическом и магнитном полях.
- 18 Циклотронное вращение.
- 19 Понятие о дрейфовом движении. Электрический дрейф.
- 20 Дрейф в неоднородном магнитном поле
- 21 Градиентный дрейф.
- 22 Поляризационный дрейф.
- 23 Плазма как диамагнитная среда
- 24 Процессы переноса в плазме. Диффузия и теплопроводность.
- 25 Процессы переноса в магнитном поле.
- 26 Амбиполярная диффузия.

- 27 Подвижность частиц и соотношение Эйнштейна.
- 28 Методы кинетического описания процессов переноса в плазме. Кинетическое уравнение Больцмана. Интеграл столкновений.
- 29 Кинетическое уравнение с самосогласованным полем.
- 30 Колебания и волны в холодной плазме. Волны в плазме без магнитного поля.
- 31 Распространение волн при наличии магнитного поля. Магнитогидродинамические волны.
- 32 Резонансные частоты. Поляризация волн, волны с круговой поляризацией.
- 33 Магнитный звук. Гибридные частоты.
- 34 Горячая плазма и электрозвуковые волны.
- 35 Магнито-звуковые волны и ионный звук.
- 36 Затухание и раскачка колебаний.
- 37 Типы плазменных неустойчивостей.
- 38 МГД неустойчивости. Возмущения пинча.
- 39 Кинетические неустойчивости плазмы. Пучковая неустойчивость.
- 40 Физические основы управляемого термоядерного синтеза.
- 41 Системы для удержания плазмы.
- 42 Проблемы и достижения в области УТС.

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

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме 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 чёткие 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)