

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физики фазовых переходов

**Авторы-составители: Ильин Владимир Алексеевич
Сморodin Борис Леонидович**

Рабочая программа дисциплины
**ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ НЕУСТОЙЧИВОСТИ И
СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ**

Код УМК 95905

Утверждено
Протокол №10
от «24» мая 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Электрогидродинамические неустойчивости и структурообразование

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.04.01** Прикладные математика и физика
направленность Прикладные математика и физика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Электрогидродинамические неустойчивости и структурообразование** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.04.01 Прикладные математика и физика (направленность : Прикладные математика и физика)

ПК.1 Способен ставить и решать научные задачи, проводить самостоятельные исследования и получать новые научные результаты

Индикаторы

ПК.1.1 Находит, анализирует и обобщает информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.04.01 Прикладные математика и физика (направленность: Прикладные математика и физика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	12
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Электрогидродинамические неустойчивости и структурообразование

Введение

Входной контроль. Электрогидродинамическое приближение. Слабопроводящие жидкости. Актуальность исследований в области электрогидродинамики.

Диэлектрофоретическая неустойчивость и структурообразование

Идеальные диэлектрики. Диэлектрофоретическая неустойчивость.

Электроконвекция диэлектрика в горизонтальном слое подогреваемом снизу в электрическом поле. Маломодовая модель. Постоянное поле. Структурообразование. Линейный анализ устойчивости стационарных решений.

Переменное поле. Высокочастотное приближение.

Электрокондуктивная неустойчивость и структурообразование

Переход из основного состояния (неподвижной жидкости или плоско-параллельного течения) к конечно-амплитудным режимам.

Стационарные и колебательные режимы конвекции.

Стоячие и бегущие электроконвективные режимы.

Надкритические регулярные и хаотические колебания.

Электроконвекция в переменном поле.

Инжекционный механизм зарядообразования и структурообразование

Инжекционный механизм зарядообразования. Виды инъекции.

Неустойчивость равновесия в горизонтальном слое.

Структурообразование. Методы решения нелинейных задач в электрогидродинамике.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. учебное пособие для студентов физических специальностей университетов : в 10 т. Т. 8. Электродинамика сплошных сред / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; ред. Л. П. Питаевский. - 3-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2001, ISBN 5-9221-0123-4. - 656
2. Фалькович, Г. Современная гидродинамика / Г. Фалькович. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, Регулярная и хаотическая динамика, 2019. — 252 с. — ISBN 978-5-4344-0635-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/92090.html>
3. Белевич, М. Ю. Гидромеханика. Основы классической теории : учебное пособие / М. Ю. Белевич. — Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006. — 213 с. — ISBN 5-86813-178-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/17911>

Дополнительная:

1. Лотов, К. В. Физика сплошных сред : учебное пособие для вузов / К. В. Лотов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 135 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-10208-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/442391>
2. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин [и др.]. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 200 с. — ISBN 978-5-8256-1146-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63924.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<https://sfiz.ru> Физический информационный портал

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Электрогидродинамические неустойчивости и структурообразование** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);
- 2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);
- 3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специального программного обеспечения.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Для проведения лекционных занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Для проведения занятий семинарского типа (семинары, практические занятия) - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Для проведения групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
4. Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
5. Для самостоятельной работы - аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной

техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Электрогидродинамические неустойчивости и структурообразование**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Способен ставить и решать научные задачи, проводить самостоятельные исследования и получать новые научные результаты

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.1 Находит, анализирует и обобщает информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности</p>	<p>ЗНАТЬ: основные механизмы зарядообразования в жидкости, типы электрогидродинамической неустойчивости, характеристики нелинейных течений. УМЕТЬ: самостоятельно решать задачи о распространении заряда в жидкости, в том числе при помощи электроконвективного переноса. ВЛАДЕТЬ: навыками математического моделирования для качественного и количественного описания явлений в слабопроводящей жидкости.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>НЕ знает основные механизмы зарядообразования в жидкости, типы электрогидродинамической неустойчивости, характеристики нелинейных течений. НЕ умеет решать задачи о распространении заряда в жидкости, в том числе при помощи электроконвективного переноса. НЕ владеет навыками анализа результатов исследования</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует частично сформированное знание основных механизмов зарядообразования в жидкости, типы электрогидродинамической неустойчивости, характеристики нелинейных течений. Демонстрирует частично сформированное умение самостоятельно решать задачи о распространении заряда в жидкости, в том числе при помощи электроконвективного переноса. Демонстрирует частично сформированное владение навыками математического моделирования для качественного и количественного описания явлений в слабопроводящей жидкости.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание основных механизмов зарядообразования в жидкости, типы электрогидродинамической неустойчивости, характеристики нелинейных течений. Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение самостоятельно решать задачи о</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>распространении заряда в жидкости, в том числе при помощи электроконвективного переноса. Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками математического моделирования для качественного и количественного описания явлений в слабопроводящей жидкости.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные механизмы зарядообразования в жидкости, типы электрогидродинамической неустойчивости, характеристики нелинейных течений. Умеет самостоятельно решать задачи о распространении заряда в жидкости, в том числе при помощи электроконвективного переноса. Владеет навыками математического моделирования для качественного и количественного описания явлений в слабопроводящей жидкости.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Введение Входное тестирование	Проверка базовых знаний из разделов теоретической физики.
ПК.1.1 Находит, анализирует и обобщает информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности	Диэлектрофоретическая неустойчивость и структурообразование Письменное контрольное мероприятие	Идеальные диэлектрики. Диэлектрофоретическая неустойчивость. Электроконвекция диэлектрика в горизонтальном слое подогреваемом снизу в электрическом поле. Маломодовая модель. Постоянное поле. Структурообразование. Линейный анализ устойчивости стационарных решений. Переменное поле. Высокочастотное приближение.
ПК.1.1 Находит, анализирует и обобщает информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности	Электрокондуктивная неустойчивость и структурообразование Письменное контрольное мероприятие	Переход из основного состояния (неподвижной жидкости или плоско-параллельного течения) к конечно-амплитудным режимам. Стационарные и колебательные режимы конвекции. Стоячие и бегущие электроконвективные режимы. Надкритические регулярные и хаотические колебания. Электроконвекция в переменном поле.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.1 Находит, анализирует и обобщает информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности	Инжекционный механизм зарядообразования и структурообразование Итоговое контрольное мероприятие	Инжекционный механизм зарядообразования. Виды инъекции. Неустойчивость равновесия в горизонтальном слое. Структурообразование. Методы решения нелинейных задач в электрогидродинамике.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Введение

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Входной контроль содержит 8 заданий. Правильное выполнение каждого оценивается в 1 балл.	8

Диэлектростатическая неустойчивость и структурообразование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Верно описан теоретический вопрос - 10 баллов; если содержатся ошибки - 5 баллов; нет ответа - 0 баллов.	10
Верно решена задача - 10 баллов; если содержатся ошибки - 5 баллов; нет решения - 0 баллов.	10
Верно проведены математические выкладки - 10 баллов; если содержатся ошибки - 5 баллов; нет ответа - 0 баллов.	10

Электропроводящая неустойчивость и структурообразование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Верно описан теоретический вопрос - 10 баллов; если содержатся ошибки - 5 баллов; нет ответа - 0 баллов.	10
Верно решена задача - 10 баллов; если содержатся ошибки - 5 баллов; нет решения - 0	10

баллов.	
Верно проведены математические выкладки - 10 баллов; если содержатся ошибки - 5 баллов; нет ответа - 0 баллов.	10

Инжекционный механизм зарядообразования и структурообразование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Верно описан теоретический вопрос - 10 баллов; если содержатся ошибки - 5 баллов; нет ответа - 0 баллов.	10
Верно решена задача №2- 10 баллов; если содержатся ошибки - 5 баллов; нет решения - 0 баллов.	10
Верно решена задача №1 - 10 баллов; если содержатся ошибки - 5 баллов; нет решения - 0 баллов.	10
Верно проведены математические выкладки - 10 баллов; если содержатся ошибки - 5 баллов; нет ответа - 0 баллов.	10