

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра общей физики

Авторы-составители: **Колчанов Николай Викторович
Бабушкин Игорь Аркадьевич
Колчанова Екатерина Андреевна**

Рабочая программа дисциплины
КОНВЕКЦИЯ В МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЯХ
Код УМК 95919

Утверждено
Протокол №9
от «25» мая 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Конвекция в магнитных жидкостях

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **03.04.02** Физика

направленность Физика акустических и гидродинамических волновых процессов

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Конвекция в магнитных жидкостях** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.04.02 Физика (направленность : Физика акустических и гидродинамических волновых процессов)

ПК.1 Способен использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики

Индикаторы

ПК.1.1 Определяет цели и задачи современных научных исследований в области физики

ПК.2 Способен принимать участие в разработке новых задач, методов и подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

Индикаторы

ПК.2.1 Проводит анализ и оценку результата измерений физических величин и характеристик технологических процессов

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.04.02 Физика (направленность: Физика акустических и гидродинамических волновых процессов)
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	12
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Конвекция в магнитных жидкостях

Дисциплина «Конвекция в магнитных жидкостях» входит в профессиональные и является дисциплиной по выбору. При освоении дисциплины формируются представления о понятиях, закономерностях и явлениях в области на стыке физических наук, электромагнетизма и гидродинамики несжимаемой жидкости. В дисциплине рассматривается поведение несжимаемой жидкости с особыми свойствами во внешних полях (гравитационном и магнитном). Рассматривается действие силовых полей на неоднородно нагретую магнитную жидкость. Бесконтактное управление тепло и массопереносом является актуальной задачей в технике, медицине, химических и биологических технологиях. Использование магнитных жидкостей в рамках этой задачи открывает новые возможности для её решения.

Основные понятия электромагнетизма и гидродинамики несжимаемой жидкости

Выписываются основные понятия и законы из электромагнетизма и гидродинамики несжимаемой жидкости, необходимые для изучения конвекции в магнитных жидкостях

Магнитные жидкости

Перечисляются состав, способы изготовления и основные физико-химические свойства магнитных жидкостей. Методом теории размерности выводятся критерии физико-химической устойчивости магнитных жидкостей.

Состав. Свойства.

Перечисляются состав, способы изготовления и основные физико-химические свойства магнитных жидкостей

Условия стабильности.

Методом теории размерности выводятся критерии физико-химической устойчивости магнитных жидкостей.

Явления переноса в магнитных жидкостях

Описываются физические явления, приводящие к гидродинамической неустойчивости и возникновению конвекции в магнитной жидкости.

Седиментация.

Описывается седиментация как физическое явление, благодаря которому из-за действия сил тяжести в магнитной жидкости возникает неоднородный равновесный профиль концентрации магнитных частиц.

Термодиффузия.

Описывается термодиффузия как физическое явление, благодаря которому из-за градиентов температуры в магнитной жидкости может возникнуть равновесный или неравновесный неоднородный профиль концентрации магнитных частиц.

Магнитофорез.

Описывается магнитофорез как физическое явление, благодаря которому из-за градиентов магнитного поля в магнитной жидкости может возникнуть равновесный или неравновесный неоднородный профиль концентрации магнитных частиц.

Вязкость.

Описывается свойство вязкости магнитных жидкостей.

Гравитационная конвекция в магнитных жидкостях

Изучается конвекция в магнитных жидкостях в условиях гравитационного воздействия.

Характер возникновения конвекции.

Определяются условия возникновения конвективного движения

Условия мягкого и жёсткого возбуждения конвективных течений.

Рассматриваются причины двух возможных сценариев перехода от механического равновесия к состоянию гравитационной конвекции.

Термомагнитная конвекция в магнитных жидкостях

Изучается конвекция в магнитных жидкостях, возникающая в них под действием внешнего магнитного поля.

Температурная зависимость намагниченности среды.

Рассматривается основная причина, по которой в магнитной жидкости под действием внешнего однородного поля возникает термомагнитная конвекция.

Структуры конвективных течений в магнитных полях различной ориентации.

Перечисляются возможные планформы конвективных течений в горизонтальном слое магнитной жидкости при различных ориентациях силовых линий внешнего магнитного поля.

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. Фертман В. В. Магнитные жидкости-естественная конвекция и теплообмен/В. В. Фертман ; ред. Р. И. Солоухин.-Минск:Наука и техника,1978.-206.-Библиогр.: с. 193-204
2. Розенцвейг Р. Феррогидродинамика:пер. с англ./Р. Розенцвейг ; пер. В. В. Кирюшин ; ред. В. В. Гогосов.-Мир:Мир,1989, ISBN 5-03-000997-3.-357.-Библиогр.: с. 332-344
3. Берковский Б. М.,Медведев В. Ф.,Краков М. С. Магнитные жидкости/Б. М. Берковский, В. Ф. Медведев, М. С. Краков.-Москва:Химия,1989.-240.-Библиогр.: с. 225-231

Дополнительная:

1. Магнитная гидродинамика:материалы симпозиума; пер. с англ./ред. Д. А. Франк-Каменецкий.-Москва:Атомиздат,1958.-122.-Библиогр. в конце ст.
2. Магнитные жидкости в электрических аппаратах с магнитожидкостным рабочим телом:межвузовский сборник научных трудов/Ивановский энергетический институт.-Иваново,1982.-105.
3. Космическая магнитная гидродинамика:Пер.с англ/Под.ред.Э.Приста,А.Худа.-М.:Мир,1995, ISBN 5-03-003008-5.-439.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17073924> МАГНИТОФОРЕЗ ЧАСТИЦ И АГРЕГАТОВ В КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B6%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C Магнитные жидкости

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42763036> РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ДЕЙСТВИИ ТЕРМОФОРЕЗА И СЕДИМЕНТАЦИИ

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36727172> О СЕДИМЕНТАЦИИ ЧАСТИЦ В КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЯХ

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

Образовательный процесс по дисциплине **Конвекция в магнитных жидкостях** 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;
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Программное обеспечение:

- открытая операционная система "ALT Linux"
- открытая операционная система "Альт Образование 8.2"
- офисный пакет приложений "LibreOffice";
- приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиа контент PDF-файлов;
- программы демонстрации видео материалов;
- программы просмотра интернет контента.

При освоении материала и выполнения 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. Лекционные занятия.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Лаборатории «Электричества и магнетизма», "Механики и молекулярной физики", "Конвекции

магнитных жидкостей", "Теплофизических измерений" оснащенные специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

3. Групповые (индивидуальные) консультации.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Текущий контроль.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Самостоятельная работа.

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.

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
Конвекция в магнитных жидкостях**

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

ПК.1

Способен использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.1 Определяет цели и задачи современных научных исследований в области физики</p>	<p>Обладает знаниями о современных зарубежных и российских научных исследованиях в области конвекции в магнитных жидкостях. Может сделать постановку задачи данных исследований и объяснить их результаты.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не демонстрирует знания о современных зарубежных и российских научных исследованиях в области конвекции в магнитных жидкостях. Не умеет делать постановку задачи этих исследований. Не может объяснить их результаты.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует частичные знания о современных зарубежных и российских научных исследованиях в области конвекции в магнитных жидкостях, но не может корректно сделать постановку задачи этих исследований и не может логично объяснить их результаты.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Демонстрирует не полные знания о современных зарубежных и российских научных исследованиях в области конвекции в магнитных жидкостях. Может корректно сделать постановку задачи этих исследований и объяснить их результаты, но допускает не значительные ошибки.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Демонстрирует знания о современных зарубежных и российских научных исследованиях в области конвекции в магнитных жидкостях. Может корректно сделать постановку задачи этих исследований и объяснить их результаты.</p>

ПК.2

Способен принимать участие в разработке новых задач, методов и подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.1 Проводит анализ и оценку результата измерений физических величин и характеристик технологических процессов</p>	<p>Обладает базовыми знаниями в области конвекции в магнитной жидкости. Владеет методами экспериментального исследования в данной области. Умеет выполнить обработку полученных результатов, провести их анализ и сделать корректный вывод.</p>	<p>Неудовлетворител Не демонстрирует знания в области конвекции в магнитной жидкости. Не владеет методами экспериментального исследования в данной области. Не может выполнить обработку полученных результатов, провести их анализ и сделать корректный вывод.</p> <p>Удовлетворительн Демонстрирует частичные знания в области конвекции в магнитной жидкости. В целом владеет методами экспериментального исследования в данной области, допуская существенные ошибки, которые способен исправить при указании на них преподавателем. Может выполнить обработку полученных результатов, провести их анализ и сделать вывод, но так же допускает ошибки.</p> <p>Хорошо Демонстрирует знания в области конвекции в магнитной жидкости. Владеет методами экспериментального исследования в данной области, допуская не существенные ошибки. Может выполнить обработку полученных результатов, провести их анализ и сделать вывод, при этом допуская неточности.</p> <p>Отлично Демонстрирует знания в области конвекции в магнитной жидкости. Владеет методами экспериментального исследования в данной области. Может выполнить обработку полученных результатов, провести их анализ и сделать вывод.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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	Основные понятия электромагнетизма и гидродинамики несжимаемой жидкости Входное тестирование	Знания электромагнетизма и гидродинамики несжимаемой жидкости, необходимые для освоения дисциплины "Конвекция в магнитных жидкостях"
ПК.1.1 Определяет цели и задачи современных научных исследований в области физики ПК.2.1 Проводит анализ и оценку результата измерений физических величин и характеристик технологических процессов	Температурная зависимость намагниченности среды. Защищаемое контрольное мероприятие	Умение делать обзор литературы и представлять по выбранной теме.
ПК.1.1 Определяет цели и задачи современных научных исследований в области физики ПК.2.1 Проводит анализ и оценку результата измерений физических величин и характеристик технологических процессов	Структуры конвективных течений в магнитных полях различной ориентации. Итоговое контрольное мероприятие	Основные законы и явления, наблюдаемые при конвекции магнитных жидкостей. Владение понятийным аппаратом магнитной гидродинамики магнитных жидкостей.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.1 Определяет цели и задачи современных научных исследований в области физики ПК.2.1 Проводит анализ и оценку результата измерений физических величин и характеристик технологических процессов	Структуры конвективных течений в магнитных полях различной ориентации. Защищаемое контрольное мероприятие	Умение проводить физический эксперимент по измерению основных свойств магнитных жидкостей, анализировать полученные данные с использованием современных информационных технологий и делать правильные выводы. Умение проводить конвективный эксперимент по определению порога возникновения гравитационной и термомагнитной конвекции, анализировать полученные данные с использованием современных информационных технологий и делать правильные выводы.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Основные понятия электромагнетизма и гидродинамики несжимаемой жидкости

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 проводится в форме опроса. Опрос состоит из 20 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.	20

Температурная зависимость намагниченности среды.

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Представленный обзор сделан с использованием не менее 5 научных источников, индексируемых в базах научного цитирования Scopus, Web of Science и РИНЦ.	5
Сделан устный 45-минутный доклад по выбранной теме, с использованием современных методов дистанционного или очного форматов презентации.	5
Сделан реферата обзора и предоставлен в электронном или печатном виде.	5
Присутствует полнота и последовательность обзора, оценка которых производится по охвату материала на всём временном интервале от первых исследований изучаемого предмета до настоящего момента с соблюдением хронологического порядка.	5

Структуры конвективных течений в магнитных полях различной ориентации.

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

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

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

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет выводить физические уравнения гидродинамики магнитных жидкостей	12
Умеет объяснять законы и конвективные явления гидродинамики магнитных жидкостей	12
Знает математическую запись основных законов гидродинамики магнитных жидкостей	8
Знает определения физических величин из курса "Конвекция магнитных жидкостей"	4
Корректно использует термины и понятия гидродинамики магнитных жидкостей при устных ответах на задаваемые вопросы	4

Структуры конвективных течений в магнитных полях различной ориентации.

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
В формате статьи оформлен индивидуальный отчёт о работе по решению задачи 1, связанной с изучением свойств магнитных жидкостей. Отчёт должен содержать следующие смысловые части: 1) заглавие, соответствующее теме исследования и содержанию работы; 2) аннотация, кратко раскрывающее основное содержание; 3) введение, включающее обзор литературы по теме задачи 1 и описание основных целей работы; 4) логически выстроенная основная часть, содержащая постановку задачи, методы решения, порядок выполнения работы и другие необходимые авторские подразделы; 5) описание результатов решения задачи 1; 6) заключение, которое должна содержать информацию об анализе полученных результатов и сравнении с известными работами; 7) список литературы, соответствующий правилами оформления статей. Каждая часть оценивается в 2 балла. Если какие-то части отчёта отсутствуют или содержат ошибки (противоречия физическим законам, ошибочная информация и др.), то баллы за эти части отчёта не начисляются.	14
В формате статьи оформлен индивидуальный отчёт о работе по решению задачи 2, связанной с изучением конвекции в магнитных жидкостях. Отчёт должен содержать следующие смысловые части: 1) заглавие, соответствующее теме исследования и содержанию работы; 2) аннотация, кратко раскрывающее основное содержание; 3) введение, включающее обзор литературы по теме задачи 1 и описание основных целей работы; 4) логически выстроенная основная часть, содержащая постановку задачи, методы решения, порядок выполнения работы и другие необходимые авторские подразделы; 5) описание результатов решения задачи 1; 6) заключение, которое должна содержать информацию об анализе полученных результатов и сравнении с известными работами; 7) список литературы, соответствующий правилами оформления статей. Каждая часть оценивается в 2 балла. Если какие-то части отчёта отсутствуют или содержат ошибки (противоречия физическим законам, ошибочная информация и др.), то баллы за эти части	14

отчёта не начисляются.	
Проделан количественный и качественный анализ результатов решения задачи 1 с использованием современных информационных технологий	3
Проделан количественный и качественный анализ результатов решения задачи 2 с использованием современных информационных технологий	3
Решена задача 1 и получены результаты	3
Решена задача 2 и получены результаты.	3