

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра общей физики

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

Рабочая программа дисциплины
МАГНИТНАЯ ГИДРОДИНАМИКА
Код УМК 95930

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

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Магнитная гидродинамика

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 **Магнитная гидродинамика** 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.3 Способен организовывать и планировать физические исследования и опытно-конструкторские разработки

Индикаторы

ПК.3.2 Проводит составление и оформление научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей

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	1
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	12
Проведение практических занятий, семинаров	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	108
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (1 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Магнитная гидродинамика (МГД)

При освоении дисциплины формируются представления о понятиях, закономерностях и явлениях в области на стыке физических наук, электромагнетизма и гидродинамики несжимаемой жидкости. В магнитной гидродинамике исследуется поведение несжимаемой жидкости во внешнем магнитном поле. Рассматривается действие магнитного поля на два типа жидкостей: электропроводящие и магнитные жидкости. К электропроводящим жидкостям относятся жидкие металлы и электролиты. Магнитные жидкости - это искусственно созданные жидкие среды, состоящие из стабилизированных нанометровых феррочастиц и жидкости-носителя (в зарубежной литературе для обозначения этих жидкостей используется термин "фиррожидкости"). Магнитная гидродинамика продолжает активно развиваться и приобретает всё большую значимость в технике, медицине, химических и биологических технологиях.

Основные понятия электромагнетизма и гидродинамики несжимаемой жидкости

Перечисляются основные понятия электромагнетизма и гидродинамики несжимаемой жидкости, на базе которых выводятся уравнения магнитной гидродинамики.

МГД электропроводящих жидкостей

Рассмотрено влияние внешнего магнитного поля на электропроводящие среды.

Предмет и уравнения МГД электропроводящей жидкости. Методы теории размерности и подобия в МГД.

Описываются свойства и виды электропроводящих жидкостей. Выписываются уравнения МГД электропроводящей жидкости. Разбираются теория размерности физических единиц, «Пи- теорема» Букингема, теорема физического подобия Гухмана- Кирпичева, подобие МГД- явлений

Плоскопараллельное равномерное течение в поперечном магнитном поле.

Решается задача Гартмана или задача о стационарном равномерном плоскопараллельном течении электропроводящей жидкости между непроводящими стенками. Проведено обобщение на случай, когда стенки имеют произвольную проводимость.

Течение в прямоугольной трубе.

Рассматривается исследование двумерных течений в трубах прямоугольного сечения. Производится сравнения с плоскопараллельным течением Гартмана.

Устойчивость ламинарного течения и особенности перехода к турбулентному состоянию в присутствии магнитного поля.

Показывается влияние магнитного поля на переход ламинарного режима течения к турбулентному. Приводится формула для зависимости критического числа Рейнольдса от числа Гартмана. Рассматриваются особенности турбулентного течения жидких металлов в магнитном поле. Определяется гидравлическое сопротивление канала в сильных магнитных полях, число Стюарта, его физический смысл.

Обтекание тел электропроводящей жидкостью в магнитном поле.

Описываются характерные особенности обтекания тел (пластина, цилиндр и др.) электропроводящей жидкостью в магнитном поле. Рассматривается случай малых магнитных чисел Рейнольдса.

Пограничный слой в МГД электропроводящей жидкости.

Проводятся оценки толщины пограничного слоя для течения электропроводящей жидкости вблизи пластины, находящейся в поперечном магнитном поле. Выписываются уравнения Прандтля для магнитной гидродинамики. Решается задача о течении вдоль пластины.

МГД-машины.

Описывается элементарная теория кондукционных машин, созданных на основе МГД-канала.

МГД-теория происхождения магнитных полей космических объектов.

Излагается теория альфа- эффекта Штеенбека, Краузе, Редлера и теория МГД-динамо Солнца и звезд.

МГД намагничивающихся жидкостей

МГД намагничивающихся жидкостей или феррогидродинамика - это сравнительно новое направление в науке, в котором исследуется вопрос о влиянии внешнего магнитного поля на искусственно синтезированные жидкие и дисперсные среды со способностью к намагничиванию. Описываются основные особенности, отличающие МГД поведение намагничивающихся жидкостей от изученного ранее поведения электропроводящих жидкостей. Рассматриваются условия стабильности и свойства магнитных коллоидных жидкостей, являющихся одним из примеров намагничивающихся жидкой сред. Выписываются уравнения движения и решается ряд задач о течениях магнитной жидкости. Оценивается потенциал использования магнитных жидкостей в медицине, технике, науке, биологических и химических производствах.

Общие сведения о ферромагнитных материалах.

Приводятся сведения о магнитных материалах, состоящих из большого числа доменов, и об однодоменных магнитных частицах.

Магнитные жидкости. Условия стабильности магнитных жидкостей.

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

Суперпарамагнетизм магнитных жидкостей. Теория Ланжевена.

Выводятся соотношения суперпарамагнетизма с использованием классической теории Ланжевена.

Уравнения движения магнитной жидкости. Тензор напряжений. Плотность магнитной объёмной силы.

Выводятся выражения для тензора напряжения и плотности объёмной силы, возникающих в магнитных жидкостях в результате действия внешнего магнитного поля. Формулируются уравнения движения для магнитной жидкости.

Течение магнитной жидкости по каналу.

Описываются особенности течения магнитной жидкости по каналу в присутствие внешнего магнитного поля.

Вязкость магнитной жидкости. Магнито-вязкий эффект.

Показывается, что действие магнитного поля может приводить к увеличению эффективной вязкости магнитной жидкости.

Уравнение Бернулли. Задача Квинке. Подъём поверхности жидкости в перпендикулярном поле.

Выводится обобщённое уравнение Бернулли для магнитной жидкости и на его основе производится анализ некоторых задач (задача Квинке, задача о подъёме поверхности магнитной жидкости в перпендикулярном поле и др.)

Устойчивость магнитной жидкости к тепловой конвекции.

Рассматривается явление неустойчивости механического равновесия магнитной жидкости, аналогичное эффекту в задаче о Релеевской конвекции обычной жидкости. Магнитная жидкость подогревается с одной стороны и одновременно помещается в однородное магнитное поле, в результате чего, на жидкость действует объёмная сила, отличная от сил плавучести и возникающая из-за температурной зависимости намагниченности от температуры.

Устойчивость поверхности магнитной жидкости в ортогональном магнитном поле

Находятся условия спонтанного образования на плоской поверхности магнитной жидкости упорядоченных структур из острых пиков в случае ортогонально приложенного однородного 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. Кирко И. Г., Кирко Г. Е. Магнитная гидродинамика: современное видение проблем/И. М. Кирко, Г. Е. Кирко.-Ижевск:Регулярная и хаотическая динамика,2009, ISBN 978-5-93972-752-5.-630.-Библиогр. в подстроч. примеч.. - Указ. имен.: с. 621-630
2. Гавриков М. Б. Двухжидкостная электромагнитная гидродинамика: научное издание/М. Б. Гавриков.- Москва:КРАСАНД,2018, ISBN 978-5-396-00886-1.-584.-Библиогр.: с. 572-581

Дополнительная:

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. Кирко И. М., Кирко Г. Е. Магнитная гидродинамика проводящих сред: учебное пособие для вузов/И. М. Кирко, Г. Е. Кирко.-Пермь,2007, ISBN 5-7944-0739-5.-3112.-Библиогр. в подстроч. примеч.
3. Фертман В. Е. Магнитные жидкости: справочное пособие/В. Е. Фертман.-Минск:Высшая школа,1988.-184.
4. 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
5. 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
6. Хрипченко С. Ю. Магнитная гидродинамика в плоских слоях проводящей жидкости: учебное пособие к спецкурсу для студентов механико-математического факультета, обучающихся по специальности "Механика. Прикладная математика"/С. Ю. Хрипченко.-Пермь,2010, ISBN 978-5-7944-1430-1.-104.-Библиогр.: с. 100-104
7. 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

http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/MAGNITNAYA_GIDRODINAMIKA_MGD.html?page=0,0 Магнитная гидродинамика

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

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

Образовательный процесс по дисциплине **Магнитная гидродинамика** 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 "Альт Образование"
- 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. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия)

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

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
Магнитная гидродинамика**

**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>УМЕТЬ: сделать постановку задачи магнитной гидродинамики и решить её, используя современные методы экспериментальных и теоретических исследований; проводить анализ полученных данных с использованием современных информационных технологий и делать правильные выводы.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не умеет делать постановку и решать задачи магнитной гидродинамики.</p> <p align="center">Удовлетворительн Умеет делать постановку задач магнитной гидродинамики, но не знает методы решения этих задач.</p> <p align="center">Хорошо Умеет делать постановку задач магнитной гидродинамики, знает методы их решения, но допускает неточности при реализации, приводящие к количественным несоответствиям.</p> <p align="center">Отлично Умеет делать постановку и решать задачи магнитной гидродинамики, осуществлять количественный и качественный анализ результатов решения с использованием современных информационных технологий.</p>

ПК.3

Способен организовывать и планировать физические исследования и опытно-конструкторские разработки

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3.2 Проводит составление и оформление научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей</p>	<p>УМЕТЬ: составлять и оформлять научные отчёты, доклады, обзоры и статьи ЗНАТЬ: структуры научного отчёта, доклада, обзора и статьи</p>	<p align="center">Неудовлетворител - не умеет оформлять научные отчёты, доклады, обзоры и статьи; - не знает типовые структуры научного отчёта, доклада, обзора и статьи.</p> <p align="center">Удовлетворительн - умеет оформлять научный отчёт по результатам исследований, но не в состоянии сделать по полученным результатам доклад, сделать обзор для верификации и оформить статью</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>- умеет оформлять научный отчёт по результатам исследований, представлять полученные результаты перед аудиторией, делать обзор, качество которого не позволяет верифицировать результаты исследования и опубликовать из в рейтинговых научных журналах.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>- умеет оформлять научный отчёт по результатам исследований, представлять полученные результаты перед аудиторией, делать обзор, верифицировать результаты исследования и публиковать статьи в рейтинговых научных журналах.</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 и навыки решения физических задач в области электромагнетизма и гидродинамики сплошной несжимаемой жидкости
ПК.1.1 Определяет цели и задачи современных научных исследований в области физики ПК.3.2 Проводит составление и оформление научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	МГД-теория происхождения магнитных полей космических объектов. Защищаемое контрольное мероприятие	Основные законы и явления магнитной гидродинамики электропроводящих жидкостей. Владение понятийным аппаратом магнитной гидродинамики электропроводящих жидкостей.
ПК.1.1 Определяет цели и задачи современных научных исследований в области физики ПК.3.2 Проводит составление и оформление научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	Уравнение Бернулли. Задача Квинке. Подъем поверхности жидкости в перпендикулярном поле. Защищаемое контрольное мероприятие	Умение делать постановку задачи из области магнитной гидродинамики и решать её, используя современные методы экспериментальных и теоретических исследований; проводить анализ полученных данных с использованием современных информационных технологий и делать правильные выводы.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.1 Определяет цели и задачи современных научных исследований в области физики ПК.3.2 Проводит составление и оформление научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	Устойчивость поверхности магнитной жидкости в ортогональном магнитном поле Итоговое контрольное мероприятие	Основные законы и явления магнитной гидродинамики намагничивающихся жидкостей. Владение понятийным аппаратом магнитной гидродинамики намагничивающихся жидкостей.

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

МГД-теория происхождения магнитных полей космических объектов.

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет выводить физические уравнения магнитной гидродинамики электропроводящей жидкости	6
Умеет объяснять законы и явления магнитной гидродинамики электропроводящей жидкости, устанавливать причинно-следственные связи	6
Знает математическую запись основных законов магнитной гидродинамики электропроводящей жидкости	4
Знает определения физических величин из курса магнитной гидродинамики электропроводящей жидкости	2
Корректно использует термины и понятия магнитной гидродинамики электропроводящей жидкости при устных ответах на задаваемые вопросы	2

Уравнение Бернулли. Задача Квинке. Подъем поверхности жидкости в перпендикулярном поле.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **60**

Проходной балл: **30**

Показатели оценивания	Баллы
Оформлен индивидуальный отчёт о работе по решению задачи 1 из области магнитной гидродинамики в форме статьи. 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 их с известными работами; 7) список литературы, соответствующий правилам 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
Оформлен индивидуальный отчёт о работе по решению задачи 2 из области магнитной гидродинамики в форме статьи. 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 их с известными работами; 7) список литературы, соответствующий правилам 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
Сделан устный 45-минутный доклад по теме и результатам решения задачи 1 из области магнитной гидродинамики	6
Сделан устный 45-минутный доклад по теме и результатам решения задачи 2 из области магнитной гидродинамики	6
Решена задача 2 из области магнитной гидродинамики и получены результаты	4
Решена задача 1 из области магнитной гидродинамики и получены результаты	4
Сделаны исчерпывающие ответы на вопросы аудитории во время устного доклада по теме и результатам решения задачи 1 из области магнитной гидродинамики	4
Сделаны исчерпывающие ответы на вопросы аудитории во время устного доклада по теме и результатам решения задачи 2 из области магнитной гидродинамики	4
Проделан количественный и качественный анализ результатов решения задачи 2 из области магнитной гидродинамики с использованием современных информационных технологий	2
Проделан количественный и качественный анализ результатов решения задачи 1 из области магнитной гидродинамики с использованием современных информационных технологий	2

Устойчивость поверхности магнитной жидкости в ортогональном магнитном поле

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет выводить физические уравнения магнитной гидродинамики намагничивающейся жидкости	6
Умеет объяснять законы и явления магнитной гидродинамики намагничивающейся жидкости	6
Знает математическую запись основных законов магнитной гидродинамики намагничивающейся жидкости	4
Знает определения физических величин из курса магнитной гидродинамики намагничивающейся жидкости	2
Корректно использует термины и понятия магнитной гидродинамики намагничивающейся жидкости при устных ответах на задаваемые вопросы	2