

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра общей физики**

Авторы-составители: **Колчанов Николай Викторович  
Кирко Галина Евгеньевна  
Сидоров Александр Сергеевич  
Бабушкин Игорь Аркадьевич**

Рабочая программа дисциплины  
**МАГНИТНАЯ ГИДРОДИНАМИКА И ФИЗИКА ПЛАЗМЫ**  
Код УМК 51472

Утверждено  
Протокол №9  
от «19» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Магнитная гидродинамика и физика плазмы

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Направление: **03.03.02** Физика

направленность Фундаментальная физика

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Магнитная гидродинамика и физика плазмы** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**03.03.02** Физика (направленность : Фундаментальная физика)

**ПК.1** способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

**ПК.2** способность 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

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	03.03.02 Физика (направленность: Фундаментальная физика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (10 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Магнитная гидродинамика и физика плазмы**

Проведение базового курса магнитной гидродинамики

#### **Предмет магнитной гидродинамики и её уравнения.**

Исторический обзор открытия МГД - явлений. Определение магнитной гидродинамики, магнитная гидродинамика и физика плазмы. Уравнения магнитной гидродинамики, их безразмерная форма. Классификация разделов МГД

#### **Методы теории размерности и подобия в МГД.**

Теория размерности физических единиц. «Пи- теорема» Букингема, теорема физического подобия Гухмана- Кирпичева, подобие МГД- явлений

#### **МГД- течения жидких металлов.**

Течение Гартмана, задача Куэтта в магнитном поле, первая и вторая задачи Стокса в классической гидродинамике и в МГД. ( Поперечное магнитное поле.)

#### **МГД-пограничный слой**

Уравнение Прандтля пограничного слоя для МГД. Обтекание пластины в поперечном магнитном поле. Обтекание тел в магнитном поле. Пограничный слой скрещенных Е-Н полей. Управление пограничным слоем морского корабля и космического аппарата. Эксперимент А. Цинобера, патенты Васильева.

#### **Устойчивость течения и особенности перехода от ламинарного течения к турбулентному в магнитной гидродинамике. Развитая турбулентность в МГД.**

Влияние на устойчивость магнитного поля. Формула О.Лиелаусиса для зависимости критического числа Рейнольдса от числа Гартмана. Особенности турбулентного течения жидких металлов в магнитном поле. Гидравлическое сопротивление в сильных магнитных полях, число Стюарта, его физический смысл.

#### **МГД-канал в скрещенных постоянных магнитном и электрическом полях. (Общая теория МГД-машины).**

Полуэмпирическая теория турбулентности в магнитном поле, теория эквивалентной длины перемешивания Г. Брановера в МГД. Анизотропия турбулентности в магнитном поле, течение в продольном магнитном поле.

#### **МГД-машины с бегущим полем.**

Классификация кондукционных МГД- машин. Реакция якоря. Методы расчета магнитных систем. Работы А.Вольдека и Ю.Бирзвалка.

#### **МГД-явления при больших значениях магнитного числа Рейнольдса.**

МГД- машины с бегущим магнитным полем. Скин-эффект в бегущем поле. МГД- канал с бегущим полем. Эксперимент Я.Лиелпетера , концевые эффекты МГД-машин. Мощные МГД машины для атомных реакторов А.Глухих.

#### **Магнитные поля космических объектов и ядерного взрыва.**

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

#### **МГД-генерация и самовозбуждение магнитного поля.**

Течения при больших  $Rem$ , задача Кольма, пограничный вынос магнитного поля. Теорема о «вмороженности» магнитного поля, теорема Валена. Поперечные МГД- волны Альфвена, продольные МГД- волны («магнитный звук»). МГД-генерация и самовозбуждение магнитного поля. Эксперименты Лоуса и Вилькинсона, эксперимент Г.Кирко. Динамо Дробышевского, явления

генерации магнитного поля в натриевом реакторе на быстрых нейтронах БН-600, теория главного диполя Земли. (Г.Кирко, И.Кирко).

### **Предмет физики плазмы и её связь с молекулярной физикой, электронной теорией и магнитной гидродинамикой.**

Физика плазмы как часть молекулярной физики и электронной теории.

### **Квазинейтральность плазмы и колебания Ленгмюра**

Вывод частоты колебаний Ленгмюра. Статистический характер законов в физике плазмы, понятие о частице плазмы, квазинейтральность плазмы.

### **Электростатика плазмы. Слой Дебая.**

Ионосфера Земли как космическая плазменная лаборатория. Строение атмосферы Земли. Место ионосферы. Способы исследования ионосферы. Ионосферные слои.

### **Электропроводность изотропной плазмы. Закон Спицера.**

Плазма в электрическом поле. Слой Дебая. Электростатика плазмы. Электрический заряд в плазме и в конденсированном проводнике, плазма в однородном поле конденсатора.

### **Двужидкостная модель плазмы. Анизотропия замагниченной плазмы.**

Вывод формулы электропроводности изотропной плазмы, как функции температуры (Закон «три вторых» Спицера).

### **Газовый разряд. Виды газовый разрядов. Их использование в технике. Барьерный электрический разряд – основной элемент озонатора. Озонаторы с турбулентным потоком озонируемого газа.**

Вывод уравнения связи плотности тока и приложенных внешних электрического и магнитного полей. «Закон Ома» для плазмы.

### **Дрейф в замагниченной плазме.**

Дрейф в скрещенном электрическом и магнитном полях. Дрейф в неоднородной плазме. Глобальный электрический ток ионосферы Земли.

### **Интегралы движения замагниченной плазмы.**

Константы плазмы. Интеграл импульса и момента импульса в плазме. «Магнитное зеркало», «магнитная бутылка» Будкера.

### **Управляемая термоядерная реакция, глобальная энергетика, облик цивилизации будущего.**

Представление о глобальной энергетике Земли и облике будущей цивилизации человека. Энергетические резервы управляемой термоядерной реакции. Токамак. Устойчивость. Термоизоляция плазмы в Токамаке. Энергетический критерий Лоусона целесообразности термоядерной реакции. Геометрический принцип Шафранова-Крускала оптимальности токамака.

### **Физика плазмы ядерного взрыва.**

Принцип автомодельности сильного взрыва Л.И.Седова. Распределение плотности, температур и проводимости во взрывной волне атомного взрыва. Магнитный диполь сферически симметричного взрыва в магнитном поле Земли. Эффект Комптона и распределение электрических зарядов в кратере взрыва в течение  $5 \times 10^{-7} - 10^{-6}$  сек. с момента начала реакции. Асимметричный ядерный взрыв. Принцип электромагнитного импульсного (ЭМИ) оружия.

### **Физика магнитосферы**

Земля и ее магнитосфера. Теории происхождения земного магнетизма. Радиационные пояса. Магнитные бури.

### **Ионосфера Земли, ее динамика.**

Ионосфера Земли как космическая плазменная лаборатория. Строение атмосферы Земли. Место ионосферы. Способы исследования ионосферы. Ионосферные слои.

### **Газовый разряд в плазме. Озонаторы**

Газовый разряд в плазме. Виды газовых разрядов. Плазма различных видов газовых разрядов, ее практическое применение. Барьерный электрический разряд как источник озона. Пермские озонаторы с турбулентным потоком озонируемого газа. Озонаторы постоянного и переменного тока.

### **Озоновый слой, его динамика**

Озоновый слой – щит Земли. Расположение озонового слоя. Зависимость толщины озонового слоя от широты. Спектры поглощения ультрафиолета озоновым слоем. Изменение толщины слоя в зависимости от процессов на Земле: военные действия; развитие авиации и космонавтики; использование различных веществ, содержащих хлор, фтор и др., разрушающих озон. Монреальский протокол.

### **Солнечно-земные связи. Резонансы Шумана**

Солнечно-земные связи. Резонансы Шумана. Зависимость земных процессов от процессов на Солнце, связь с солнечными циклами. Сферический резонатор между слоем Хевисайда и поверхностью Земли – резонатор Шумана. Стоячие волны в резонаторе Шумана. Связь процессов в резонаторе Шумана с биологическими процессами на Земле

## **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. Ильин В. А. Физика плазмы: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Прикладная математика и физика"/В. А. Ильин.-Пермь: ПГНИУ, 2017, ISBN 978-5-7944-2888-9.-1.-Библиогр.: с. 98 <https://elis.psu.ru/node/407440>
2. Кирко И. М., Кирко Г. Е. Физика плазмы в магнитогидродинамическом приближении: учебное пособие/И. М. Кирко, Г. Е. Кирко.-Пермь, 2009, ISBN 978-5-7944-1175-1.-288.
3. Франк-Каменецкий Д. А. Лекции по физике плазмы: учебное пособие для вузов/Д. А. Франк-Каменецкий.-Долгопрудный: Интеллект, 2008, ISBN 978-5-91559-002-0.-280.-Библиогр.: с. 276
4. 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

### Дополнительная:

1. Паркинсон У. Д. Введение в геомагнетизм: Пер. с англ./Под ред. М. С. Жданова.-М.: Мир, 1986.-527.
2. Шерклиф Дж. Курс магнитной гидродинамики: Пер. с англ./Под ред. Г. А. Любимова.-М.: Мир, 1967.-320.-Библиогр.: с. 306-308
3. 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.
4. Реутов, А. Т. Физика лазеров. Часть 2. Основы теории лазеров : учебное пособие / А. Т. Реутов. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2011. — 96 с. — ISBN 978-5-209-03654-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/11534>
5. Ядерный взрыв в космосе, на земле и под землей. (Электромагнитный импульс ядерного взрыва): сборник статей/пер. с английского О. К. Петренко, сост., ред. С. Л. Давыдов.-Москва: Воениздат, 1974.-235.
6. 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.-3-е изд., испр.-Москва: Наука, 1992, ISBN 5-02-014673-0.-664

## 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](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/MAGNITNAYA_GIDRODINAMIKA_MGD.html?page=0,0) магнитная гидродинамика

<http://www.inp.nsk.su/chairs/plasma/sk/fpl.ru.shtml> физика плазмы

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

Образовательный процесс по дисциплине **Магнитная гидродинамика и физика плазмы** 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:

- ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020);
- офисный пакет приложений "LibreOffice";
- приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиа контент PDF-файлов;
- программы демонстрации видео материалов;
- программы просмотра интернет контента;
- Windows XP;
- TermodatNet;
- TermodatReader;
- Turbo Delphi;
- SuperVisc;
- MS Office 2003;

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. Лабораторные занятия. "Лаборатория конвекции магнитных жидкостей", "Лаборатория теплофизических измерений", оснащенные специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лабораторий.

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 и физика плазмы**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> основные законы и явления "Магнитной гидродинамики и физики плазмы". <b>ВЛАДЕТЬ:</b> основным понятийным аппаратом "Магнитной гидродинамики и физики плазмы".</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не демонстрирует знание основных законов и явлений "Магнитной гидродинамики и физики плазмы". Не владеет основными понятиями, необходимыми для объяснения основных явлений и закономерностей "Магнитной гидродинамики и физики плазмы".</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общие, но не структурированные знания основных законов и явлений "Магнитной гидродинамики и физики плазмы". Перечисляет основные понятия "Магнитной гидродинамики и физики плазмы", но допускает существенные ошибки при изложении законов и явлений.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях основных законов и явлений "Магнитной гидродинамики и физики плазмы". В целом успешно применяет основной понятийный аппарат при изложении основных законов и явлений "Магнитной гидродинамики и физики плазмы".</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Демонстрирует отличные систематизированные знания основных законов и явлений "Магнитной гидродинамики и физики плазмы". Свободно владеет основными понятиями "Магнитной гидродинамики и физики плазмы", необходимыми для объяснения явлений, закономерностей.</p>
<p><b>ПК.2</b> способность проводить</p>	<p><b>УМЕТЬ:</b> сделать постановку задачи магнитной</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не умеет делать постановку и решать задачи</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>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</p>	<p>гидродинамики и решить ее, используя современные методы экспериментальных исследований и математического аппарата; проводить анализ полученных данных и делать правильные выводы.  <b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками работы с измерительной аппаратурой.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b>  магнитной гидродинамики. Не знает и не владеет навыками работы с измерительными приборами, используемыми при экспериментальных исследованиях в области магнитной гидродинамики.</p> <p><b>Удовлетворительн</b>  Умеет делать постановку задач магнитной гидродинамики, но не знает методы решения этих задач. Знает и может перечислить основные измерительные приборы, используемые при экспериментальных исследованиях в области магнитной гидродинамики, но не может объяснить их принцип действия и составные элементы.</p> <p><b>Хорошо</b>  Умеет делать постановку задач магнитной гидродинамики, знает методы их решения, но допускает неточности при реализации, приводящие к количественным несоответствиям. Знает и владеет навыками работы с измерительными приборами, используемыми при экспериментальных исследованиях в области магнитной гидродинамики, но испытывает трудности при объяснении их принципа действия и описании составных элементов.</p> <p><b>Отлично</b>  Умеет делать постановку и решать задачи магнитной гидродинамики, осуществлять количественный и качественный анализ результатов решения с использованием современных информационных технологий. Знает и владеет навыками работы с измерительными приборами, используемыми при экспериментальных исследованиях в области магнитной гидродинамики, не испытывает трудности в объяснении их принципа действия и описании составных элементов .</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**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	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Предмет магнитной гидродинамики и её уравнения. <b>Входное тестирование</b>	Знания по основам следующих курсов: Механика сплошных сред, Электричество и магнетизм, Атомная и ядерная физика.
<b>ПК.1</b> способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин <b>ПК.2</b> способность 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	МГД-генерация и самовозбуждение магнитного поля. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание основных законов и уравнений предмета "Магнитная гидродинамика и физика плазмы". Умение объяснить принцип работы МГД-машин.
<b>ПК.1</b> способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Двужидкостная модель плазмы. Анизотропия замагниченной плазмы. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание основных законов и уравнений предмета "Физика плазмы".

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.1</b> способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Солнечно-земные связи. Резонансы Шумана <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание основных законов и уравнений предмета "Физика плазмы". Умение объяснять газовые разряды, физику плазмы ядерного взрыва, физику магнитосферы.

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Предмет магнитной гидродинамики и её уравнения.**

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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Отвечает на вопросы по основам курса "Механика сплошных сред"	8
Отвечают на вопросы по основам курса "Электричество и магнетизм"	8
Отвечают на вопросы по основам курса "Атомная и ядерная физика"	4

#### **МГД-генерация и самовозбуждение магнитного поля.**

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

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

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

Проходной балл: **30**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Решена задача из области магнитной гидродинамики и получен результат	10
Оформлен индивидуальный отчёт о проделанной работе в соответствии с рекомендациями преподавателя	10
Проделан количественный и качественный анализ результатов решения задачи магнитной гидродинамики с использованием современных информационных технологий.	8
Умеет объяснить законы магнитной гидродинамики	6
Сделана правильная постановка предложенной задачи из области магнитной гидродинамики	6
Проведены лабораторные измерения в соответствии с методическими указаниями	6
Умеет выводить физические уравнения магнитной гидродинамики	6
Знает определения физических величин из курса магнитной гидродинамики и их единицы измерения	4
Знает математическую запись основных законов магнитной гидродинамики	4

#### **Двужидкостная модель плазмы. Анизотропия замагниченной плазмы.**

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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет выводить физические уравнения физики плазмы	6
Умеет объяснить законы физики плазмы	6
Знает определения физических величин из курса физики плазмы и их единицы измерения	4
Знает математическую запись основных законов физики плазмы	4

### **Солнечно-земные связи. Резонансы Шумана**

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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет выводить физические уравнения физики плазмы	6
Умеет объяснить законы магнитной гидродинамики и физики плазмы	6
Знает математическую запись основных законов физики плазмы	4
Знает определения физических величин из курса физика плазмы и их единицы измерения	4