

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра физики фазовых переходов**

**Авторы-составители: Пшеничников Александр Федорович  
Сморodin Борис Леонидович**

Рабочая программа дисциплины  
**ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ**  
Код УМК 87931

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

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Физика магнитных жидкостей

## **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 **Физика магнитных жидкостей** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

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

**ОПК.4** Способен выбирать цели своей профессиональной деятельности и пути их достижения, осуществлять научный, технический, технологический и инновационный поиск, прогнозировать научные, производственные, технологические и социально-экономические последствия

#### **Индикаторы**

**ОПК.4.2** Применяет знания в области физико-математических и (или) естественных наук для прогнозирования научных, производственных, технологических и социально-экономических последствий

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

#### **Индикаторы**

**ПК.1.2** Выдвигает гипотезы, строит математические модели для описания изучаемых явлений и процессов

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	03.04.01 Прикладные математика и физика (направленность: Прикладные математика и физика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<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>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (4 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Физика магнитных жидкостей. Первый уч. период**

Дисциплина «Физика магнитных жидкостей» направлена на формирование компетенции студентов в области физики магнитных жидкостей – нового направления в науке, появившегося в последние десятилетия на стыке трех традиционных направлений: физики магнитных явлений, физической гидродинамики и коллоидной химии. В рамках дисциплины студенты изучают равновесную намагниченность разбавленных ферроколлоидов, эффекты, связанные с межчастичными (стерическими, магнитодипольными, Ван-дер-Ваальсовыми и гидродинамическими) взаимодействиями, магнитофорез, седиментацию и диффузию коллоидных частиц, гидродинамику магнитных жидкостей и вопросы, связанные с применением магнитных жидкостей в машино- и приборостроении.

### **Общее представление о магнитных жидкостях. Область применения**

Основные магнитные величины, единицы измерения в системе СИ и СГС. Общее представление о магнитных жидкостях. Их основные свойства и применение. Магнитожидкостные герметизирующие устройства, громкоговорители, сепараторы металлов и минералов, дефектоскопия, демпферы, насосы. Медицинские приложения.

### **Равновесная намагниченность ферроколлоидов**

Намагниченность в одночастичном приближении и ее асимптотики для монодисперсного ферроколлоида. Полидисперсность реальных жидкостей, ее учет в теории Ланжевена. Проблема учета межчастичных взаимодействий. Магнитное поле в окрестности однородно намагниченного шара. Модель Вейсса эффективного поля, модификация эффективного поля. Границы применимости различных теоретических моделей. Магнитогранулометрический анализ.

### **Магнитофорез, седиментация и диффузия коллоидных частиц**

Уравнение диффузии и характерные диффузионные времена. Формула Эйнштейна для коэффициента диффузии коллоидных частиц. Магнитофорез и диффузия в магнитном поле.

### **Гидродинамика магнитных жидкостей**

Уравнение движения магнитной жидкости в квазиравновесном приближении. Уравнение Бернулли. Сила, действующая на тело, погруженное в магнитную жидкость. Магнитный скачок давления на границе двух сред. Вязкость магнитных суспензий. Магнитореологический эффект. Механическое равновесие неизотермической магнитной жидкости. Тепловая конвекция в градиентном и однородном магнитных полях.

### **Магнитная жидкость в переменном поле**

Броуновский и неелевский механизмы релаксации магнитного момента. Динамическая восприимчивость монодисперсного ферроколлоида (формулы Дебая). Восприимчивость реальных ферроколлоидов. Роль полидисперсности частиц. Восприимчивость магнитных жидкостей при низких температурах. Диссипация энергии в переменном поле.

## **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. Полунин В. М. Акустические эффекты в магнитных жидкостях:[монография]/В.М. Полунин.- Москва:ФИЗМАТЛИТ,2008, ISBN 978-5-9221-0930-7.-207.-Библиогр.: с. 173-186 (245 назв.)
2. 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.-Москва:ФИЗМАТЛИТ,2005, ISBN 5-9221-0123-4.-656
3. Алешкевич, В.А. Электромагнетизм : учебник / В.А. Алешкевич. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 404 с. — ISBN 978-5-9221-1555-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. <https://elis.psu.ru/node/580915>

### Дополнительная:

1. Александров, Д. В. Прикладная гидродинамика : учебное пособие для вузов / Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 109 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-07621-9 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-0785-2 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/442034>
2. Руководство к лабораторным работам по электричеству: Магнитные свойства материалов:работы 38, 39/ПГУ им. А. М. Горького.-Пермь:ПГУ,1979.-19.

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.library.psu.ru/node/738> Ресурсы Научной библиотеки ПГНИУ

<https://ufn.ru/ru/articles/1974/3/b/> Шлиомис М. И. "Магнитные жидкости". Успехи физических наук. 112, 427–458 (1974)

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmmm.2017.01.069> Pshenichnikov, A., Lebedev, A., Lakhtina, E., & Kuznetsov, A. (2017). Effect of centrifugation on dynamic susceptibility of magnetic fluids. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 432, 30-36.

<https://doi.org/10.7242/1999-6691/2014.7.1.1> Пшеничников, А. Ф., & Буркова, Е. Н. (2014). О силах, действующих на постоянный магнит, помещенный в прямоугольную полость с магнитной жидкостью

<https://www.nkj.ru/archive/articles/4971/> Журнал «НАУКА И ЖИЗНЬ» №11, 2002. Магнитная жидкость

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

Образовательный процесс по дисциплине **Физика магнитных жидкостей** 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  
Физика магнитных жидкостей**

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

**ОПК.4**

**Способен выбирать цели своей профессиональной деятельности и пути их достижения, осуществлять научный, технический, технологический и инновационный поиск, прогнозировать научные, производственные, технологические и социально-экономические последствия**

<b>Индикатор</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.4.2</b> Применяет знания в области физико-математических и (или) естественных наук для прогнозирования научных, производственных, технологических и социально-экономических последствий</p>	<p><b>ЗНАЕТ</b> основные магнитные величины, терминологию и области применения магнитных жидкостей в технике и медицине, уравнение диффузии, уравнение Навье-Стокса для магнитной жидкости, уравнение Бернулли. <b>УМЕЕТ</b> изобразить графически зависимость намагниченности от напряженности внешнего поля, рассчитать равновесную намагниченности магнитной жидкости, оценить магнитный момент и средний диаметр коллоидных частиц. <b>ВЛАДЕЕТ</b> методами оценки характерных времен релаксации для концентрационных, температурных и гидродинамических возмущений.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные магнитные величины, терминологию и области применения магнитных жидкостей в технике и медицине. Не знает уравнение диффузии, уравнение Навье-Стокса для магнитной жидкости, уравнение Бернулли. Не умеет изобразить графически зависимость намагниченности от напряженности внешнего поля, рассчитать равновесную намагниченности магнитной жидкости, оценить магнитный момент и средний диаметр коллоидных частиц. Не владеет методами оценки характерных времен релаксации для концентрационных, температурных и гидродинамических возмущений.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает основные магнитные величины, терминологию и области применения магнитных жидкостей в технике и медицине. Демонстрирует частично сформированное знание уравнения диффузии, уравнения Навье-Стокса для магнитной жидкости, уравнения Бернулли. Демонстрирует частично сформированное умение изобразить графически зависимость намагниченности от напряженности внешнего поля, рассчитать равновесную намагниченности магнитной жидкости, оценить магнитный момент и средний диаметр коллоидных частиц. Демонстрирует частично сформированное</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>владение методами оценки характерных времен релаксации для концентрационных, температурных и гидродинамических возмущений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные магнитные величины, терминологию и области применения магнитных жидкостей в технике и медицине. Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание уравнения диффузии, уравнения Навье-Стокса для магнитной жидкости, уравнения Бернулли.</p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение изобразить графически зависимость намагниченности от напряженности внешнего поля, рассчитать равновесную намагниченности магнитной жидкости, оценить магнитный момент и средний диаметр коллоидных частиц.</p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы владение методами оценки характерных времен релаксации для концентрационных, температурных и гидродинамических возмущений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные магнитные величины, терминологию и области применения магнитных жидкостей в технике и медицине. Знает уравнение диффузии, уравнение Навье-Стокса для магнитной жидкости, уравнение Бернулли.</p> <p>Умеет изобразить графически зависимость намагниченности от напряженности внешнего поля, рассчитать равновесную намагниченности магнитной жидкости, оценить магнитный момент и средний диаметр коллоидных частиц.</p> <p>Владеет методами оценки характерных времен релаксации для концентрационных, температурных и гидродинамических возмущений.</p>

## 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><b>ПК.1.2</b> Выдвигает гипотезы, строит математические модели для описания изучаемых явлений и процессов</p>	<p><b>ЗНАЕТ</b> основные модели для описания феррожидкости, параметры, определяющие равновесную намагниченность, теорию намагничивания разбавленных ферроколлоидов. <b>УМЕЕТ</b> определить границы применимости моделей феррожидкости и использовать алгоритм магнитогранулометрического анализа. <b>ВЛАДЕЕТ</b> методами выдвижения гипотез и верного использования моделей изучаемых явлений и процессов.</p>	<p><b>Неудовлетворительн</b> Не знает основные модели для описания феррожидкости, параметры, определяющие равновесную намагниченность, теорию намагничивания разбавленных ферроколлоидов. Не умеет определить границы применимости моделей феррожидкости и использовать алгоритм магнитогранулометрического анализа. Не владеет методами выдвижения гипотез и верного использования моделей изучаемых явлений и процессов.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Знает основные модели для описания феррожидкости, параметры, определяющие равновесную намагниченность, теорию намагничивания разбавленных ферроколлоидов. Демонстрирует частично сформированное умение определить границы применимости моделей феррожидкости и использовать алгоритм магнитогранулометрического анализа. Демонстрирует частично сформированное владение методами выдвижения гипотез и верного использования моделей изучаемых явлений и процессов.</p> <p><b>Хорошо</b> Знает основные модели для описания феррожидкости, параметры, определяющие равновесную намагниченность, теорию намагничивания разбавленных ферроколлоидов. Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение определить границы применимости моделей феррожидкости и использовать алгоритм магнитогранулометрического анализа. Демонстрирует сформированное, но</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>содержащее отдельные пробелы владение методами выдвижения гипотез и верного использования моделей изучаемых явлений и процессов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные модели для описания феррожидкости, параметры, определяющие равновесную намагниченность, теорию намагничивания разбавленных ферроколлоидов.</p> <p>Умеет определить границы применимости моделей феррожидкости и использовать алгоритм магнитогранулометрического анализа.</p> <p>Владеет методами выдвижения гипотез и верного использования моделей изучаемых явлений и процессов.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 9538

**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
<b>Входной контроль</b>	Общее представление о магнитных жидкостях. Область применения <b>Входное тестирование</b>	Проверке подлежат остаточные знания, полученные в процессе обучения студентов на 2-м – 4-м курсах по разделам «электричество и магнетизм», «равновесная и неравновесная термодинамика» и «механика жидкости». Обсуждаемые вопросы: основные магнитные величины и соотношения между ними, распределение Больцмана и барометрическая формула, уравнение Навье-Стокса и явления переноса в жидкостях и газах.
<b>ОПК.4.2</b> Применяет знания в области физико-математических и (или) естественных наук для прогнозирования научных, производственных, технологических и социально-экономических последствий	Равновесная намагниченность ферроколлоидов <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Общее представление о магнитных жидкостях. Их основные свойства и применение. Намагниченность в одночастичном приближении. Полидисперсность реальных жидкостей. Модель Вейсса. Границы применимости различных теоретических моделей. Магнитогранулометрический анализ.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.1.2</b> Выдвигает гипотезы, строит математические модели для описания изучаемых явлений и процессов	Гидродинамика магнитных жидкостей <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Уравнение диффузии. Формула Эйнштейна для коэффициента диффузии коллоидных частиц. Магнитофорез и диффузия в магнитном поле. Уравнение движения магнитной жидкости в квазиравновесном приближении. Уравнение Бернулли. Магнитореологический эффект. Механическое равновесие неизотермической магнитной жидкости. Тепловая конвекция в градиентном и однородном магнитных полях.
<b>ПК.1.2</b> Выдвигает гипотезы, строит математические модели для описания изучаемых явлений и процессов <b>ОПК.4.2</b> Применяет знания в области физико-математических и (или) естественных наук для прогнозирования научных, производственных, технологических и социально-экономических последствий	Магнитная жидкость в переменном поле <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Броуновский и неелевский механизмы. Формулы Дебая. Восприимчивость реальных ферроколлоидов. Роль полидисперсности частиц. Восприимчивость магнитных жидкостей при низких температурах. Диссипация энергии в переменном поле.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Общее представление о магнитных жидкостях. Область применения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.3 часа**

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные магнитные величины и соотношения между ними	2
Знает уравнение Навье-Стокса	1
Знает распределение Больцмана	1
Знает понятие диффузии	1
Знает понятие температуры	1

#### Равновесная намагниченность ферроколлоидов

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

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

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

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Дан полный ответ на вопрос в билете. Отсутствуют ошибки в формулах и формулировках основных положений. Вывод формул сопровождается соответствующими текстовыми пояснениями.	6
Дан полный ответ на вопрос в билете. Есть незначительные неточности в ряде формулировок.	5
Дан полный ответ на вопрос в билете. Допущены несущественные ошибки в доказательствах/формулировках/определениях или математические выкладки не сопровождаются соответствующими текстовыми пояснениями	4
Основное содержание ответа на вопрос билета представлено. Есть незначительные ошибки в доказательствах/формулировках/определениях. Математические выкладки не сопровождаются текстовыми пояснениями	3
Основное содержание вопроса не раскрыто. В доказательствах теорем допущены грубые ошибки	2
Нет ответа на вопрос билета	1
Здесь указаны критерии получения первичных баллов за контрольное мероприятие. Итоговые баллы в рейтинг по дисциплине рассчитывает ЕТИС согласно вкладу (30%) контрольного мероприятия в итоговую оценку.	0

### **Гидродинамика магнитных жидкостей**

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

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

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

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Дан полный ответ на вопрос в билете. Отсутствуют ошибки в формулах и формулировках основных положений. Вывод формул сопровождается соответствующими текстовыми пояснениями.	6
Дан полный ответ на вопрос в билете. Есть незначительные неточности в ряде формулировок.	5
Дан полный ответ на вопрос в билете. Допущены несущественные ошибки в доказательствах/формулировках/определениях или математические выкладки не сопровождаются соответствующими текстовыми пояснениями	4
Основное содержание ответа на вопрос билета представлено. Есть незначительные ошибки в доказательствах/формулировках/определениях. Математические выкладки не сопровождаются текстовыми пояснениями	3
Основное содержание вопроса не раскрыто. В доказательствах теорем допущены грубые ошибки	2



Нет ответа на вопрос билета	1
Здесь указаны критерии получения первичных баллов за контрольное мероприятие. Итоговые баллы в рейтинг по дисциплине рассчитывает ЕТИС согласно вкладу (30%) контрольного мероприятия в итоговую оценку.	0

### **Магнитная жидкость в переменном поле**

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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Дан полный ответ на вопрос в билете. Отсутствуют ошибки в формулах и формулировках основных положений. Вывод формул сопровождается соответствующими текстовыми пояснениями.	6
Дан полный ответ на вопрос в билете. Есть незначительные неточности в ряде формулировок.	5
Дан полный ответ на вопрос в билете. Допущены незначительные ошибки в доказательствах/формулировках/определениях или математические выкладки не сопровождаются соответствующими текстовыми пояснениями	4
Основное содержание ответа на вопрос билета представлено. Есть незначительные ошибки в доказательствах/формулировках/определениях. Математические выкладки не сопровождаются текстовыми пояснениями	3
Основное содержание вопроса не раскрыто. В доказательствах теорем допущены грубые ошибки	2
Нет ответа на вопрос билета	1
Здесь указаны критерии получения первичных баллов за контрольное мероприятие. Итоговые баллы в рейтинг по дисциплине рассчитывает ЕТИС согласно вкладу (40%) контрольного мероприятия в итоговую оценку.	0