

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

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

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

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.ura.it.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

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.4.2 Применяет знания в области физико-математических и (или) естественных наук для прогнозирования научных, производственных, технологических и социально-экономических последствий</p>	<p>ЗНАЕТ основные магнитные величины, терминологию и области применения магнитных жидкостей в технике и медицине, уравнение диффузии, уравнение Навье-Стокса для магнитной жидкости, уравнение Бернулли. УМЕЕТ изобразить графически зависимость намагниченности от напряженности внешнего поля, рассчитать равновесную намагниченности магнитной жидкости, оценить магнитный момент и средний диаметр коллоидных частиц. ВЛАДЕЕТ методами оценки характерных времен релаксации для концентрационных, температурных и гидродинамических возмущений.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</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">Удовлетворительн</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;">Удовлетворительн</p> <p>владение методами оценки характерных времен релаксации для концентрационных, температурных и гидродинамических возмущений.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</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;">Отлично</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>ПК.1.2 Выдвигает гипотезы, строит математические модели для описания изучаемых явлений и процессов</p>	<p>ЗНАЕТ основные модели для описания феррожидкости, параметры, определяющие равновесную намагниченность, теорию намагничивания разбавленных ферроколлоидов. УМЕЕТ определить границы применимости моделей феррожидкости и использовать алгоритм магнитогранулометрического анализа. ВЛАДЕЕТ методами выдвижения гипотез и верного использования моделей изучаемых явлений и процессов.</p>	<p>Неудовлетворительн 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>Удовлетворительн 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>Хорошо 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;">Хорошо</p> <p>содержащее отдельные пробелы владение методами выдвижения гипотез и верного использования моделей изучаемых явлений и процессов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</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
Входной контроль	Общее представление о магнитных жидкостях. Область применения Входное тестирование	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.
ОПК.4.2 Применяет знания в области физико-математических и (или) естественных наук для прогнозирования научных, производственных, технологических и социально-экономических последствий	Равновесная намагниченность ферроколлоидов Письменное контрольное мероприятие	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
<p>ПК.1.2 Выдвигает гипотезы, строит математические модели для описания изучаемых явлений и процессов</p>	<p>Гидродинамика магнитных жидкостей Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>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.</p>
<p>ПК.1.2 Выдвигает гипотезы, строит математические модели для описания изучаемых явлений и процессов ОПК.4.2 Применяет знания в области физико-математических и (или) естественных наук для прогнозирования научных, производственных, технологических и социально-экономических последствий</p>	<p>Магнитная жидкость в переменном поле Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Броуновский и неелевский механизмы. Формулы Дебая. Восприимчивость реальных ферроколлоидов. Роль полидисперсности частиц. Восприимчивость магнитных жидкостей при низких температурах. Диссипация энергии в переменном поле.</p>

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**

Показатели оценивания	Баллы
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**

Показатели оценивания	Баллы
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**

Показатели оценивания	Баллы
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