

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра теоретической физики

Авторы-составители: **Любимова Татьяна Петровна**

Рабочая программа дисциплины
ДИНАМИКА АНОМАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ
Код УМК 61994

Утверждено
Протокол №6
от «08» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Динамика аномальных жидкостей

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 **Динамика аномальных жидкостей** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.02 Физика (направленность : Фундаментальная физика)

ОПК.7 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

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

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.02 Физика (направленность: Фундаментальная физика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	56
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	0
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Динамика аномальных жидкостей. Первый семестр

Классификация неньютоновских жидкостей

Общие положения и определения. Неньютоновские жидкости с реологическими характеристиками, не зависящими от времени: бингамовские пластики, псевдопластичные жидкости, дилатантные жидкости. Неньютоновские жидкости, реологические характеристики которых зависят от времени: тиксотропные жидкости, разрушение структуры при сдвиге; реопектические жидкости, структурообразование при сдвиге. Вязкоупругие жидкости: жидкость Максвелла, жидкость Олдройда. Механические модели реологически-сложных жидкостей. Модель Фойгта. Модель Максвелла. Обобщенное фойгтовское тело. Функция ползучести. Обобщенная максвелловская модель. Функция релаксации. Примеры применения моделей для описания реальных жидкостей.

Реологические уравнения для чисто вязких неньютоновских жидкостей

Требования объективности реологических уравнений состояния. Жидкости Рейнера-Ривлина. Реологическое уравнение. Линейное течение Куэтта. Обобщенные ньютоновские жидкости.

Реология вязкоупругих жидкостей

Понятие простой жидкости. Принцип затухания памяти. Общие уравнения состояния простой жидкости с затухающей памятью. Гидростатическая задача. Приближения для общих уравнений состояния простых жидкостей в предельных случаях медленных течений и малых деформаций. Дифференциальные уравнения состояния. Жидкость Ривлина-Эриксона. Интегральные уравнения состояния. Релаксационные уравнения состояния.

Течения в реометрических системах

Понятие простой жидкости. Принцип затухания памяти. Общие уравнения состояния простой жидкости с затухающей памятью. Гидростатическая задача. Приближения для общих уравнений состояния простых жидкостей в предельных случаях медленных течений и малых деформаций. Дифференциальные уравнения состояния. Жидкость Ривлина-Эриксона. Интегральные уравнения состояния. Релаксационные уравнения состояния.

Конвекция неньютоновских жидкостей

Устойчивость механического равновесия нелинейно-вязких и вязкопластичных жидкостей в замкнутых полостях при подогреве снизу. Конвекция вязкопластичной жидкости в замкнутой полости при нагреве сбоку. Возникновение конвекции упруговязкой жидкости в плоском горизонтальном слое, подогреваемом снизу.

Жидкости с внутренним вращением

Уравнения гидродинамики жидкостей с внутренним вращением. Парамагнитные жидкости. Гиромагнитные явления в жидких парамагнетиках. Магнитные жидкости.

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. Любимов Д. В., Любимова Т. П. Физическая гидродинамика. Расчетный семинар: учебное пособие / Д. В. Любимов, Т. П. Любимова. - Пермь, 2007, ISBN 5-7944-0818-9. - 84.
2. Климов, Д. М. Механика сплошной среды: вязкопластические течения : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Д. М. Климов, А. Г. Петров, Д. В. Георгиевский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 394 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08780-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/441996>

Дополнительная:

1. Фалькович, Г. Современная гидродинамика / Г. Фалькович. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, Регулярная и хаотическая динамика, 2019. — 252 с. — ISBN 978-5-4344-0635-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/92090.html>
2. Полунин, В.М. Акустические свойства нанодисперсных магнитных жидкостей : монография / В.М. Полунин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 384 с. — ISBN 978-5-9221-1376-. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://elis.psu.ru/node/619683>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

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

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

Образовательный процесс по дисциплине **Динамика аномальных жидкостей** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- 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 и т.д.)

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- приложение, позволяющее просматривать PDF-файлы
- офисный пакет приложений «LibreOffice».
- Свободный компилятор gfortran языка FORTRAN;
- Графический пакет GNUplot;
- Пакет аналитических вычислений Maxima;

Дополнительный перечень используемых информационных технологий и программного обеспечения определяется читающими курс преподавателями.

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

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных работ - компьютерный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и компьютерной техникой с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным 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
Динамика аномальных жидкостей**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.7 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p>	<p>Знать понятия простой жидкости и общие уравнения состояния простой жидкости с затухающей памятью. Уметь использовать приближения для общих уравнений состояния простых жидкостей в предельных случаях медленных течений и малых деформаций. Владеть навыками решения профессиональных задач.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает понятия простой жидкости и общие уравнения состояния простой жидкости с затухающей памятью. Не умеет производить расчеты для общих уравнений состояния простых жидкостей в предельных случаях медленных течений и малых деформаций. Не владеет навыками решения профессиональных задач.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания понятий простой жидкости и общие уравнения состояния простой жидкости с затухающей памятью. Демонстрирует частично сформированное умение использовать приближения для общих уравнений состояния простых жидкостей в предельных случаях медленных течений и малых деформаций, давать интерпретацию результатов. Имеет представление о решении профессиональных задач.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания понятий простой жидкости и общие уравнения состояния простой жидкости с затухающей памятью. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить расчёты, давать интерпретацию результатов, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания. В целом успешно, но с отдельными пробелами владеет навыками решения профессиональных задач.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания понятий простой жидкости и общие</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>уравнения состояния простой жидкости с затухающей памятью. Сформированное умение производить расчёты общих уравнений состояния простых жидкостей в предельных случаях медленных течений и малых деформаций. Успешное и систематическое применение навыков решения профессиональных задач.</p>
<p>ПК.1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>	<p>Знать уравнения гидродинамики жидкостей с внутренним вращением. Уметь описывать гироманнитные явления в жидких парамагнетиках. Владеть навыком решения профессиональных задач.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает уравнения гидродинамики жидкостей с внутренним вращением. Не умеет описывать гироманнитные явления в жидких парамагнетиках. Не владеет навыком решения профессиональных задач.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания уравнений гидродинамики жидкостей с внутренним вращением. Демонстрирует частично сформированное умение производить расчёты, давать интерпретацию результатов. Имеет представление о решении профессиональных задач.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания уравнений гидродинамики жидкостей с внутренним вращением. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить расчёты, давать интерпретацию результатов, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания. В целом успешно, но с отдельными пробелами владеет навыком решения профессиональных задач.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания уравнений гидродинамики жидкостей с внутренним вращением.. Сформированное умение производить расчёты гироманнитных явлений в жидких парамагнетиках. Успешное и систематическое применение навыков решения профессиональных задач.</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 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Классификация неньютоновских жидкостей Входное тестирование	Элементы гидродинамики вязкой жидкости
ОПК.7 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Течения в реометрических системах Письменное контрольное мероприятие	Понятия простой жидкости и общие уравнения состояния простой жидкости с затухающей памятью.
ОПК.7 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Конвекция неньютоновских жидкостей Письменное контрольное мероприятие	Знание уравнений конвекции неньютоновских жидкостей. Умение определять условия возникновения конвекции.
ПК.1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Жидкости с внутренним вращением Итоговое контрольное мероприятие	Уравнения гидродинамики жидкостей с внутренним вращением.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Классификация неньютоновских жидкостей

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
Стационарные течения вязкой жидкости в каналах (задача Куэтта, задача Пуазейля)	5
Тензор вязких напряжений. Динамическая вязкость.	5

Течения в реометрических системах

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

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Приближения для общих уравнений состояния простых жидкостей в предельных случаях медленных течений и малых деформаций.	9
Дифференциальные уравнения состояния. Жидкость Ривлина-Эриксона.	8
Понятие простой жидкости. Принцип затухания памяти. Общие уравнения состояния простой жидкости с затухающей памятью. Гидростатическая задача.	7
Интегральные уравнения состояния. Релаксационные уравнения состояния.	6

Конвекция неньютоновских жидкостей

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

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Возникновение конвекции упруговязкой жидкости в плоском горизонтальном слое, подогреваемом снизу.	9
Устойчивость механического равновесия нелинейно-вязких жидкостей в замкнутых полостях при подогреве снизу.	8
Устойчивость механического равновесия вязкопластичных жидкостей в замкнутых полостях при подогреве снизу.	7
Конвекция вязкопластичной жидкости в замкнутой полости при нагреве сбоку.	6

Жидкости с внутренним вращением

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

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Уравнения гидродинамики жидкостей с внутренним вращением.	12
Гирромагнитные явления в жидких парамагнетиках.	11

Парамагнитные жидкости.	10
Магнитные жидкости.	7