

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
**Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения
Российской академии наук**

Принято на заседании
Объединенного ученого совета
ПФИЦ УрО РАН
Протокол № 7
«24» сентября 2019 г.



**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

«Гидродинамика неньютоновских жидкостей»

Направление 01.06.01 Математика и механика
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры Механика жидкости, газа и плазмы (01.02.05)
Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь
Форма обучения: Очная

Курс: 1 **Семестр(ы):** 1, 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Виды контроля:

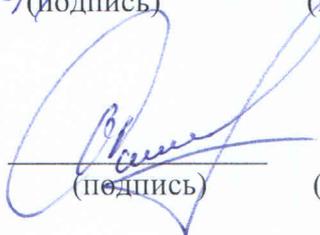
Экзамен: - **нет** Зачёт: **2** Курсовой проект: - **нет** Курсовая работа: - **нет**

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Гидродинамика неньютоновских жидкостей» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «30» июля 2014 г. номер приказа «866» по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- компетентностной модели выпускника ООП по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Механика жидкости, газа и плазмы», утверждённой «24» сентября 2019 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Механика жидкости, газа и плазмы», утверждённой «24» сентября 2019 г.;
- примерной программы кандидатского экзамена, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации;
- положением о формировании фонда оценочных средств, принятого на заседании Объединенного ученого совета ПФИЦ УрО РАН, протокол № 4 от 11.05.2018, утверждено распоряжением директора ПФИЦ УрО РАН №21 от 14.05.2018

Разработчик д.ф.-м.н., профессор  Любимова Т.П.
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рецензент: д.ф.-м.н., профессор  Фрик П.Г.
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Согласовано: д.ф.-м.н., профессор  Плехов О.А.
Зам. директора (учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)
ИМСС УрО РАН
по научной работе

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно профессиональной образовательной программе аспирантуры по направлению подготовки: 01.06.01 – Математика и механика, направленность Механика жидкости, газа и плазмы (01.02.05) учебная дисциплина Б1.В.ДВ1.2 «Гидродинамика неньютоновских жидкостей» предназначена для формирования системы знаний и основных понятий по современным разделам гидродинамики реологически сложных сред, а также формирование способности аспирантов к построению математических моделей для решения конкретных задач гидродинамики неньютоновских жидкостей и к построению и анализу численных решений задач в этой области. Настоящий курс опирается на понятия и концепции механики жидкости и механики деформируемого твердого тела.

В процессе изучения дисциплины «Гидродинамика неньютоновских жидкостей» аспирант формирует части следующих компетенций:

- ПК-1 (Способность проводить научные исследования в области механики жидкости и газа, ставить и решать конкретные фундаментальные и прикладные задачи механики жидкости и газа);
- ПК-3 (Способность планировать, проводить и анализировать результаты экспериментальных исследований ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей).

1.2 Этапы формирования компетенций.

Учебный материал дисциплины осваивается за 1-й и 2-й семестр, в которых предусмотрены аудиторские занятия и самостоятельная работа аспирантов. При изучении дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в дисциплинарных картах соответствующих компетенций в РПД. Уровень освоения дисциплины проверяется по результатам приобретения указанных компонент компетенций.

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	1 семестр		2 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Зачёт
Усвоенные знания				
3 ПК-1 Современные достижения, методология, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики жидкости и газа (основные уравнения движения жидкости и газа и методы их решения)	УО	ТВ	УО	ТВ
3 ПК-3 Современные методы, приемы планирования эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных по изучению поведения жидких и газообразных сред, современное состояние экспериментальных возможностей в области исследования задач механики жидкости и газа	УО	ТВ	УО	ТВ

Освоенные умения				
У ПК-1 Ставить задачу в области механики жидкости и газа и применять современные методы её анализа	ОТЗ			ПЗ
У ПК-3 Планировать проведение экспериментов, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные по изучению поведения жидких и газообразных сред	ОТЗ			ПЗ
Приобретенные владения				
В ПК-1 Методы формализации задач и анализа проблем механики жидкости и газа	ОТЗ	ПЗ		
В ПК-3 Методы самостоятельного анализа имеющейся информации (результатов механических и физических экспериментов), практические навыки и знания использования результатов современных исследований в области механики жидкости и газа	ОТЗ			ПЗ

УО - устный опрос; ТВ - теоретический вопрос; ТЗ - творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ - отчет по творческому заданию; ПЗ - практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Устный опрос - средство контроля, организованное для выяснения объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля. Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей **знаний, умений и владений** дисциплинарных частей компетенций проводится в форме устного опроса и защиты отчета по творческому заданию.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений при устном опросе

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.

<i>Не зачтено</i>	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.
-------------------	---

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений, аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Не зачтено</i>	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

2.2 Итоговая аттестация

Допуск к итоговой аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Аттестация проводится в виде зачета по дисциплине в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций (Приложение 1).

Оценка результатов обучения дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «не зачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил практическое задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал отличные или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Не зачтено</i>	При собеседовании с преподавателем аспирант продемонстрировал фрагментарные знания . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении практического задания аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при

	решении профессиональных задач в рамках учебного процесса. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.
--	---

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины. Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «не зачтено».

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Не зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «не зачтено»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. Уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. Степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. Приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Сформулировать общие положения и определения неньютоновских жидкостей, перечислить условия их классификации.
2. Перечислить неньютоновские жидкости с реологическими характеристиками, не зависящими от времени, описать их физико-химические свойства.
3. Перечислить неньютоновские жидкости, реологические характеристики которых зависят от времени. Описать их поведение при сдвиге.
4. Вязкоупругие жидкости: жидкость Максвелла, жидкость Олдройда.
5. Модель Фойгта. Обобщенное фойгтовское тело. Примеры применения.
6. Модель Максвелла. Обобщенная максвелловская модель. Примеры применения.
7. Жидкости Рейнера-Ривлина.
8. Вискозиметрический метод анализа. Вискозиметрические функции.
9. Исследование стационарно реологических жидкостей с помощью ротационных вискозиметров.
10. Перечислить динамические характеристики вязкоупругих материалов при периодическом течении.
11. Дать понятие простой жидкости. Сформулировать теорию простой жидкости.
12. Жидкость Ривлина-Эриксона.
13. Перечислить методы решения задач о неоднородных течениях реологически-сложных жидкостей в замкнутых полостях.
14. Описать условия возникновения конвективных течений реологически-сложных жидкостей в слоях и замкнутых полостях.
15. Дать понятие жидкости с внутренним вращением. Записать систему уравнений гидродинамики жидкостей с внутренним вращением.
16. Сформулировать законы сохранения гидродинамики жидкостей с внутренним вращением.
17. Записать термодинамические соотношения жидкостей с внутренним вращением. Привести примеры уравнений движения.

4.2 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Вывести функцию ползучести и релаксации. Описать границы применимости.
2. Записать уравнения чисто вязких неньютоновских жидкостей. Перечислить требования объективности реологических уравнений состояния.
3. Вывести связь между вязкостью и молекулярной массой на основе уравнения Марка-Куна-Хаувинка.
4. Решить задачу о ламинарном течении неньютоновской жидкости с реологическими характеристиками, не зависящими от времени, в круглой трубе для (1) ньютоновской жидкости, (2) бингамовского пластика, (3) степенной жидкости.
5. Рассчитать истинную скорость сдвига неньютоновской жидкости используя уравнение Рабиновича-Муни
6. Вывести зависимости между скоростью вращения и замеренным крутящим моментом при ламинарном течении неньютоновских жидкостей с реологическими характеристиками, не зависящими от времени, в зазоре ротационного вискозиметра для (1) ньютоновской жидкости, (2) бингамовского пластика, (3) степенной жидкости.
7. Записать принцип затухания памяти. Вывести общие уравнения состояния простой жидкости с затухающей памятью.
8. Привести решение гидростатической задачи в приближении общих уравнений состояния простых жидкостей для предельного случая медленных течений и малых деформаций.
9. Записать уравнения состояния в дифференциальной и интегральной форме.
10. Адаптировать вискозиметрические функции в приближении второго порядка для общего уравнения состояния простых жидкостей.

11. Адаптировать вискозиметрические функции для интегральных уравнений первого порядка.
12. Записать релаксационные уравнения состояния в общем виде с использованием вискозиметрических функций.
13. Привести аналитическое решение задачи о плоскопараллельном течении вязкоупругой жидкости в плоском канале.
14. Привести аналитическое решение задачи о течении степенной жидкости с вязкостью, зависящей от температуры, в круглой трубе.
15. Решить задачу о течении нелинейно-вязких, вязкопластических жидкостей при подогреве снизу.
16. Рассмотреть условия возникновения и нелинейные режимы конвекции вязкоупругих жидкостей при подогреве снизу.
17. Решить задачу о конвекции вязкопластичной жидкости в замкнутой полости при подогреве сбоку.

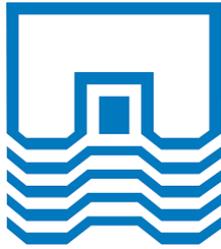
4.3 Типовые вопросы для текущего контроля по дисциплине:

1. Классификация неньютоновских жидкостей. Дать определение ньютоновской жидкости, бингамовским пластикам, псевдопластичным и дилатантным жидкостям.
2. Перечислить свойства тиксотропных и реопектических жидкостей.
3. Укажите основные принципы модели вязкоупругих жидкостей.
4. Перечислить требования объективности реологических уравнений состояния.
5. Реология жидкости Рейнера-Ривлина.
6. Реология обобщенных ньютоновских жидкостей.
7. В чем заключается понятие простой жидкости и принципа затухания памяти.
8. Основные постулаты гидростатической задачи.
9. Перечислить приближения для общих уравнений состояния простых жидкостей в предельных случаях медленных течений и малых деформаций.
10. Вискозиметрические функции для приближения второго порядка для общего уравнения состояния простых жидкостей.
11. Вискозиметрические функции для интегральных уравнений первого порядка.
12. Основные выводы о структуре и особенностях течения неньютоновских жидкостей с реологическими характеристиками, не зависящими от времени, в круглой трубе.
13. Описать этапы исследования стационарно реологических жидкостей с помощью ротационных вискозиметров.
14. Перечислить динамические характеристики вязкоупругих материалов.
15. Перечислить условия, приводящие к возникновению конвекции упруговязкой жидкости в плоском горизонтальном слое, подогреваемом снизу.
16. Привести примеры жидкостей с внутренним вращением.
17. Какое влияние оказывает продольное магнитное поле на течение Пуазейля магнитной жидкости?
18. В чем заключаются парамагнитные аналоги эффектов Эйнштейна-де Гааза и Барнетта.
19. Волны в жидком парамагнетике.

4.4 Типовые творческие задания:

1. Решить задачу о конвективном факеле.
2. Получить дифференциальные уравнения для вихревой линии в неньютоновской жидкости.
3. Вычислить форму свободной поверхности вязкопластической жидкости при вращении ее в цилиндре с угловой скоростью Ω в поле тяжести Земли.

4. Рассчитать профиль температуры в бесконечном слое вязкоупругой жидкости, заключенной между твердыми горизонтальными поверхностями при подогреве снизу.
5. Решить линейную задачу устойчивости равновесия упруговязкой жидкости Олдройда в плоском горизонтальном слое со свободными границами, подогреваемом снизу
6. Решить задачу о стационарном течении парамагнитной жидкости в круглой трубе под действием перепада давления, при наличии продольного магнитного поля
7. Вывести уравнения движения для случая проводящего жидкого парамагнетика. Получить дисперсионные соотношения для плоских волн.
8. Решить задачу о течении около нагретого цилиндра.
9. Задача о влиянии продольного магнитного поля на течение Пуазейля.
10. Гиромагнитные явления в жидких парамагнетиках. Парамагнитные аналоги эффектов Эйнштейна-де Гааза и Барнетта



Институт механики сплошных сред Уральского
отделения Российской академии наук" - филиал
ФГБУН Пермский федеральный
исследовательский центр УрО РАН

Направление подготовки
01.06.01 «Математика и механика»
*Профили аспирантуры «Механика деформируемого
твёрдого тела», «Механика жидкости и газа»*

Дисциплина
«Гидродинамика неньютоновских жидкостей»

БИЛЕТ №1

1. Сформулировать общие положения и определения неньютоновских жидкостей, перечислить условия их классификации. (*контроль знаний*).
2. Вывести функцию ползучести и релаксации. Описать границы применимости. (*контроль умений и навыков*).

Преподаватель

(подпись)

Т. П. Любимова

« »

20__ г.