Федеральное агентство научных организаций

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем химико-энергетических технологий
Сибирского отделения Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по научной работе,
д.х.н., доцент
_____ С.Г. Ильясов
«29» 03 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ОД.5 «МЕХАНИКА НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ»

Направление подготовки
16.06.01 Физико-технические науки и технологии

Направленность (профиль)
Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения – очная

Бийск 2018

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 16.06.01 «Физико-технические науки и технологии» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 882 (в ред. приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 № 469) и учебного плана, утвержденного директором ИПХЭТ СО РАН 27.03.2018 г.

1 Цели и задачи дисциплины, ее место в системе подготовки аспиранта, требования к уровню освоения содержания дисциплины

1.1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели изучения дисциплины – приобретение знаний в области механики неньютоновских сред.

Задачи дисциплины:

- подготовка аспирантов к использованию методов математического и физического моделирования гидродинамических и теплофизических процессов при деформировании неньютоновских сред;
- приобретение аспирантами практических навыков, необходимых для постановки и решения задач, связанных с исследованием течений реологически сложных жидкостей.

Дисциплина призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации.

1.2 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

Перечень формируемых компетенций:

- способность критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ОПК-1);
- способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств (ОПК-3);
- способность использовать знания современных проблем и новейших достижений механики жидкости, газа и плазмы в своей научно-исследовательской деятельности (ПК-1);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области механики жидкости, газа и плазмы, а также решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-2).

1.3 Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение данной дисциплины

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

- **иметь представление:** о методах исследования течений неньютоновских жидкостей;

- **знать:** основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, основные уравнения и краевые условия для задач тепломассообмена, методы решений уравнений с частными производными;

- **уметь:** ставить и решать задачи, по дисциплине изученными методами и приводить анализ полученного решения.

1.4 Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по основам физической химии, общей химической технологии, физики, высшей математики в сфере профессиональной и научной деятельности.

1.5 Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании диссертации в части экспериментально-теоретических исследований в области механики неньютоновских сред.

2 Содержание дисциплины

2.1 Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах и зачетных единицах)

3 год аспирантуры; вид отчетности – зачет.

Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетные единицы (108 часов): 34 часа лекций; 74 часа самостоятельной работы.

Вид учебной работы	**Объем часов / зачетных единиц**
Трудоемкость изучения дисциплины	108/ 3
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	34
в том числе:	
лекции	34
семинары	0
практические занятия	0
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	74
в том числе:	
Подготовка к практическим занятиям	0
Подготовка реферата	0
Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	74

2.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц			
		лекции	семинары	практич. занятия	самостоят. работа
1	Некоторые сведения из реологии. Псевдопластичные и вязкопластичные среды.	6	0	0	10
2	Основные уравнения динамики неньютоновских сред. Формулировка граничных условий	7	0	0	16
3	Стационарные течения неньютоновской жидкости в каналах и трубах	7	0	0	16
4	Неизотермические течения неньютоновской жидкости	7	0	0	16
5	Течения полимеризующихся сред	7	0	0	16
	Итого	34	0	0	74

2.3 Лекционный курс

Раздел 1. Некоторые сведения из реологии.

Общие сведения о реологических системах. Реологическое уравнение состояния среды.

Реологические кривые течения и вязкости жидкостей.

Зависимость модуля упругости сдвига, периода релаксации и энергии активации от напряжения в процессе течения реологических жидкостей.

Реология малопрочных твердообразных структур.

Раздел 2. Основные уравнения динамики неньютоновских сред. Формулировка граничных условий

Реологические модели неньютовских сред. Пластические жидкости – среды Шведова - Бингэма. Псевдопластичные жидкости – среды Освальда - Рейнера. Дилатантные жидкости – суспензии твердых частиц при их высоких концентрациях. Вязкоупругис среды – среды Фойхта-Максвелла.

Уравнения динамики и теплопереноса для неньютоновских жидкостей. Граничные условия.

Раздел 3. Стационарные течения неньютоновской жидкости в каналах и трубах.

Массоперенос в пленках реологически сложных жидкостей.

Анализ известных результатов течения и теплопереноса вязких сред в каналах.

Поле скоростей течения неньютоновской жидкости в трубах, круглых и кольцевых каналах.

Движение пленок неньютоновских жидкостей.

Раздел 4. Неизотермические течения неньютоновской жидкости

Теплоперенос в плоском канале и круглой трубе (с учетом диссипации).

Гидродинамический тепловой взрыв в неньютоновских жидкостях.

Обтекание плоской пластины степенной жидкостью.

Затопленная струя степенной жидкости.

Движение частиц, капель и пузырей в степенной жидкости.

Раздел 5. Течения полимеризующихся сред

Массоперенос, осложненный реакцией поверхностной полимеризации.

Диффузия к вращающемуся диску и плоской пластине при протекании объемной реакции полимеризации.

Внешние задачи массообмена частиц, капель и пузырей с потоком при различных числах Пекле и наличии объемной химической реакции.

Внутренние задачи массопереноса при наличии объемной химической реакции.

Нестационарный массообмен в полимеризующейся среде.

2.4 Практические (семинарские) занятия – не предусмотрены

2.5 Самостоятельная работа

Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубленное изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку. Выявление информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по следующим направлениям: - библиография по механики неньютоновских жидкостей. Публикации (в том числе электронные) источников по теории численной реализации постановок задач в динамике реологически сложных жидкостей; конспектирование и реферирование первоисточников и научно-исследовательской литературы по тематическим блокам.

3 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине.

Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации утверждается в виде отдельного документа и является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

- рабочее место с выходом в Интернет;
- современное оборудование, позволяющее проводить экспериментальные исследования, в том числе: «анализатор «АКИП-9101», тепловизионная камера «Gobi-384, XLP12-3S-H2» измеритель мощности лазерного излучения-термопарный детектор, M-Link модуль управления и регистрации универсальный, «PH100-SiUV-OD1+STAND-S-233» измеритель мощности лазерного излучения-фотоприемник+подставка, P-Link модуль управления и регистрации для фотоприемника, осциллограф, измеритель скорости и температуры, измеритель температуры бесконтактный, измеритель температуры, пирометр, весы лабораторные «ВМК153», весы «ВЛТЭ-150», весы «ТВ-S-200.2-A1».

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Л.И. Седов. Механика сплошной среды. 5-е изд., испр. – М.: Наука, 1994. – 528 с.
2. Л.И. Седов. Механика сплошной среды. Учеб. для вузов. - 6-е изд. - СПб.: Лань, 2004. – 560 с.
3. Л.Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа. Учебник для вузов. - 7-е изд., испр. - М.: Дрофа, 2003. - 840 с,
4. Кондратьев, А.С. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории: учебное пособие / А.С. Кондратьев, П.А. Райгородский. - Москва : Физматлит, 2007. - 254 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68401

5.2 Дополнительная литература

1. З. Тадмор, К. Гогос. Теоретические основы переработки полимеров. М.: Химия. 1984. – 632 с.
2. З.П. Шульман, В.П. Байков. Реодинамика и теплообмен в пленочных течениях. Минск: Наука и техника, 1979. - 297 с.
3. Зуйков, А.Л. Гидравлика: в 2 т. / А.Л. Зуйков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный строительный университет. - Москва : МГСУ, 2014. - Т. 1. Основы механики жидкости. - 517 с.: схем., ил. - Библиогр.: с. 506. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492030

Составитель:

С.н.с. Лаборатории физики преобразования энергии высокоэнергетических материалов, д.ф.-м.н., доцент — О.Б. Кудряшова

Согласовано:

Ученый секретарь, к.т.н. — С.С. Титов

Заведующая Отделом аспирантуры — В.В. Акеньшина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета ИПХЭТ СО РАН. Протокол от 26 марта 2018 г. № 3.

6. Лист внесения изменений и дополнений

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации на:

1. Заседании Ученого совета ИПХЭТ СО РАН (протокол № 11 от 23.10. 20 18 г.).

В программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения	Наименование раздела и № страницы с изменениями	Содержание изменения
1	Раздел 5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (подраздел 5.1 Основная литература), стр. 5	Включен источник: 4. Кондратьев, А.С. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории: учебное пособие / А.С. Кондратьев, П.А. Райгородский. - Москва: Физматлит, 2007. - 254 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68401
1	Раздел 5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (подраздел 5.1 Дополнительная литература), стр. 5	Включен источник: 3. Зуйков, А.Л. Гидравлика: в 2 т. / А.Л. Зуйков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный строительный университет. - Москва : МГСУ, 2014. - Т. 1. Основы механики жидкости. - 517 с.: схем., ил. - Библиогр.: с. 506. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492030

Федеральное агентство научных организаций

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем химико-энергетических технологий
Сибирского отделения Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по научной работе,
д.х.н., доцент
_____ С.Г. Ильясов
«_23_» _____03_____ 2018 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МЕХАНИКА НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ (Б1.В.ОД.5)
(текущий контроль и промежуточная аттестация)

Направление подготовки
16.06.01 Физико-технические науки и технологии

Направленность (профиль)
Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения – очная

Бийск 2018

Фонд оценочных средств разработан в соответствии с программой «Механика неньютоновских жидкостей» по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 16.06.01 «Физико-технические науки и технологии» (профиль: Механика жидкости, газа и плазмы).

Составитель:

Старший научный сотрудник Лаборатории физики преобразования энергии высокоэнергетических материалов, д.ф.-м.н., доцент О.Б. Кудряшова

Согласовано:

Ученый секретарь, к.т.н. С.С. Титов

Заведующая Отделом аспирантуры В.В. Акеньшина

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании Ученого совета ИПХЭТ СО РАН. Протокол от 26 марта 2018 г. № 3.

1 Цель фонда оценочных средств

Целью создания ФОС дисциплины «Механика неньютоновских жидкостей» (код Б1.В.ОД.5) является установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательной программы по направлению подготовки 16.06.01 – Физико-технические науки и технологии.

Назначение ФОС:

ФОС по дисциплине «Лазерная техника и лазерные технологии» используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) аспирантов, а также предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Механика неньютоновских жидкостей» в установленной учебным планом форме: зачета.

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

Код и наименование компетенции	Контролируемые разделы дисциплины	Наименование оценочного средства
ОПК-1: способностью критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	**Раздел 1.** Некоторые сведения из реологии. **Раздел 2.** Основные уравнения динамики неньютоновских сред. Формулировка граничных условий **Раздел 3.** Стационарные течения неньютоновской жидкости в каналах и трубах. **Раздел 4.** Неизотермические течения неньютоновской жидкости **Раздел 5.** Течения полимеризующихся сред	Комплект контролирующий материалов для зачёта
ОПК-3: способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств	**Раздел 3.** Стационарные течения неньютоновской жидкости в каналах и трубах. **Раздел 4.** Неизотермические течения неньютоновской жидкости **Раздел 5.** Течения полимеризующихся сред	Комплект контролирующий материалов для зачёта
ПК-1: способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений механики жидкости, газа и плазмы в своей научно-исследовательской деятельности	**Раздел 3.** Стационарные течения неньютоновской жидкости в каналах и трубах. **Раздел 4.** Неизотермические течения неньютоновской жидкости **Раздел 5.** Течения полимеризующихся сред	Комплект контролирующий материалов для зачёта
ПК-2: способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области механики жидкости, газа и плазмы, а также решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	**Раздел 3.** Стационарные течения неньютоновской жидкости в каналах и трубах. **Раздел 4.** Неизотермические течения неньютоновской жидкости **Раздел 5.** Течения полимеризующихся сред	Комплект контролирующий материалов для зачёта

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

Код и наименование	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения			
		1	2	3	4
ОПК-1: способностью критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	*Знать*: методы критического анализа и оценки современных физико-технических проблем	Не имеет базовых знаний	Допускает существенные ошибки	В целом демонстрирует знания, но допускает не существенные ошибки	Демонстрирует уверенные знания
	Уметь: ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач	Отсутствие умений	Частичное освоение умениями	В целом успешно применяет умения, но допускает не существенные ошибки	Уверено пользуется умениями
	Владеть: навыками критического анализа современных физико-технических проблем и результатов исследования; навыками представления и применения полученных результатов	Не владеет навыками	Плохо владеет навыками	Владеет навыками, но допускает не существенные ошибки	Уверено владеет навыками
ОПК-3: способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств	*Знать*: современные способы использования стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств в выбранной сфере деятельности	Не имеет базовых знаний	Допускает существенные ошибки	В целом демонстрирует знания, но допускает не существенные ошибки	Демонстрирует уверенные знания
	Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Отсутствие умений	Частичное освоение умениями	В целом успешно применяет умения, но допускает не существенные ошибки	Уверено пользуется умениями

Код и наименование	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения			
		1	2	3	4
ПК-1: способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений механики жидкости, газа и плазмы в своей научно-исследовательской деятельности	*Знать*: основные уравнения и краевые условия для задач тепломассообмена, методы решений уравнений с частными производными	Не имеет базовых знаний	Допускает существенные ошибки	В целом демонстрирует знания, но допускает не существенные ошибки	Демонстрирует уверенные знания
	Уметь: использовать полученные теоретические знания при решении практических задач, относящихся к области механики жидкости, газа и плазмы	Отсутствие умений	Частичное освоение умениями	В целом успешно применяет умения, но допускает не существенные ошибки	Уверено пользуется умениями
	Владеть: современными методами и подходами исследований в области механики жидкости, газа и плазмы	Не владеет навыками	Плохо владеет навыками	Владеет навыками, но допускает не существенные ошибки	Уверено владеет навыками
ПК-2: способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области механики жидкости, газа и плазмы, а также решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	*Знать*: методики анализа современных проблем в области механики жидкости, газа и плазмы; методы исследования течений неньютоновских жидкостей	Не имеет базовых знаний	Допускает существенные ошибки	В целом демонстрирует знания, но допускает не существенные ошибки	Демонстрирует уверенные знания
	Уметь: формулировать замысел научного исследования: цель, задачи, критерии, показатели развития конкретного явления, соотносящиеся к выбранным методам исследования; последовательность применения этого метода, управление ходом исследования (эксперимента)	Отсутствие умений	Частичное освоение умениями	В целом успешно применяет умения, но допускает не существенные ошибки	Уверено пользуется умениями
	Владеть: способами и методами проведения научных исследований с использованием современных информационных технологий и новейшего отечественного и зарубежного опыта	Не владеет навыками	Плохо владеет навыками	Владеет навыками, но допускает не существенные ошибки	Уверено владеет навыками
Шкала оценивания (соотношение с традиционными формами аттестации)		***«Не зачтено»***	***«Зачтено»***	***«Зачтено»***	***«Зачтено»***

4. Типовые контрольные задания и иные материалы

4.1 Фонд оценочных средств для текущего контроля

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала по дисциплине «Механика неньютоновской жидкости» организован как контрольный опрос (собеседование).

Вопросы для контрольного опроса (собеседования)

Раздел 1. Некоторые сведения из реологии.

Общие сведения о реологических системах. Реологическое уравнение состояния среды.

Раздел 2. Основные уравнения динамики неньютоновских сред. Формулировка граничных условий

Реологические модели неньютовских сред.

Уравнения динамики и теплопереноса для неньютоновских жидкостей. Граничные условия.

Раздел 3. Стационарные течения неньютоновской жидкости в каналах и трубах.

Поле скоростей течения неньютоновской жидкости в трубах, круглых и кольцевых каналах.

Движение пленок неньютоновских жидкостей.

Раздел 4. Неизотермические течения неньютоновской жидкости

Гидродинамический тепловой взрыв в неньютоновских жидкостях.

Движение частиц, капель и пузырей в степенной жидкости.

Раздел 5. Течения полимеризующихся сред

Массоперенос, осложненный реакцией поверхностной полимеризации.

Диффузия к вращающемуся диску и плоской пластине при протекании объемной реакции полимеризации.

Нестационарный массообмен в полимеризующейся среде.

Критерии оценки контрольного опроса (собеседования):

«зачтено» - аспирант проявил знание программного материала, демонстрирует сформированные (иногда не полностью) умения и навыки, указанные в программе компетенции, умеет (в основном) систематизировать материал и делать выводы

«не зачтено» - аспирант не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать выводы, четко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями.

4.2 Фонд оценочных средств для промежуточного контроля

Форма промежуточной аттестации – зачет. К зачёту допускаются аспиранты, не имеющие задолженностей по итогам работы в семестре (посещение лекций, устные опросы).

Перечень контрольных вопросов для зачета

1. Общие сведения о реологических системах. Реологическое уравнение состояния среды.
2. Реологические кривые течения и вязкости жидкостей.
3. Реология малопрочных твердообразных структур.
4. Реологические модели неньютоновских сред.

5. Уравнения динамики и теплопереноса для неньютоновских жидкостей. Граничные условия.
6. Массоперенос в пленках реологически сложных жидкостей.
7. Движение пленок неньютоновских жидкостей.
8. Гидродинамический тепловой взрыв в неньютоновских жидкостях.
9. Движение частиц, капель и пузырей в степенной жидкости.
10. Массоперенос, осложненный реакцией поверхностной полимеризации.
11. Внутренние задачи массопереноса при наличии объемной химической реакции.
12. Теплоперенос в плоском канале и круглой трубе (с учетом диссипации)
13. Нестационарный массообмен в полимеризующейся среде.

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Лазерная техника и лазерные технологии» используется двухуровневая шкала.

«зачтено» - аспирант проявил знание программного материала, демонстрирует сформированные (иногда не полностью) умения и навыки, указанные в программе компетенции, умеет (в основном) систематизировать материал и делать выводы

«не зачтено» - аспирант не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать выводы, четко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация по итогам освоения программы «Механика неньютоновских жидкостей» проводится в форме зачета. К зачету допускаются лица, выполнившие все задания текущего контроля, предусмотренные программой.

Зачёт проводится в форме устного ответа на вопросы. Результаты промежуточной аттестации преподаватель вносит в зачетную ведомость.

Успеваемость аспирантов определяется показателями: «зачтено», «не зачтено».