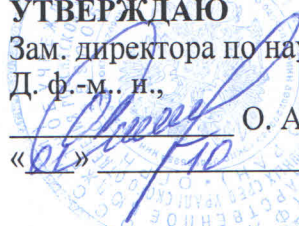


Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт механики сплошных сред
Уральского отделения
Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по научной работе
Д. ф.-м. н.,


«06» 10 О. А. Плехов
2015 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ РЕОЛОГИЯ»
(наименование дисциплины по учебному плану)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление 01.06.01 «Математика и механика»
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 1, 2 Семестр(ы): 2-4

Трудоёмкость:

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

Виды контроля:

Экзамен: - нет

Диф.зачёт: - 1

Курсовой проект: - нет Курсовая работа: - нет

Пермь 2015

Учебно-методический комплекс дисциплины

«Вычислительная реология»

(полное наименование дисциплины)

разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «25» августа 2014 г. номер приказа «866» по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Механика жидкости, газа и плазмы», утверждённой «10» 09 2015 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 «10» 09 2015 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин

1. Динамика магнитных жидкостей
2. Гидродинамика неньютоновских жидкостей

участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

Д.Т.Н.

(учёная степень, звание)

(подпись)

Березин И.К.

(инициалы, фамилия)

Рецензент

д.ф.-м. н, проф.

(учёная степень, звание)

(подпись)

Пшеничников А.Ф.

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учёным советом ИМСС УрО РАН
«10» 09 2015 г., протокол № 6-15

1. Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины – формирование системы знаний и основных понятий по современным быстро развивающимся разделам механики неньютоновских жидкостей (растворы и расплавы полимеров, биологические жидкости, резины). Отличительной особенностью этих композиционных сред является нелинейность вязкостных свойств жидкостей, возможность накапливать ими в процессе течения упругой энергии, приводящая к изменению конечной формы изготавливаемого изделия. Настоящий курс является междисциплинарным, он опирается на понятия и концепции как механики деформируемого твердого тела, так и механики жидкости.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие компетенции:

- способность использовать современные аналитические и численные методы моделирования ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей (ПК-2).

1.2. Задачи учебной дисциплины:

- **изучение**
 - основных проблем реологии полимеров, дать адекватные качественные формулировки и физически обоснованные соотношения, описывающие поведение этих систем при их деформировании;
 - направлений исследования вязких и вязкоупругих свойств аномальных сред, разрабатываемых в настоящее время в мировой науке;
 - современного уровня эксперимента в этой области, достоверно обнаруженных эффектов, которые открывают уникальные возможности для практического использования в реальных технологических процессах;
- **формирование умения и формирование навыков:**
 - овладение методами и приемами постановки и решения теоретических задач переработки этих существенно нелинейных систем.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

Неньютоновские жидкости (растворы и расплавы полимеров, биологические жидкости, резины)

1.4. Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Вычислительная реология» относится к *вариативной* части блока 1 и является *дисциплиной по выбору аспирантов* при освоении ООП ВО по направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика», направленность «01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить следующие компетенции и демонстрировать следующие результаты:

• **знать:**

- методологию, конкретные методы и приемы решения краевых задач, встречающихся при исследовании проблем механики жидкости и газа,

современное состояние развития программного обеспечения для моделирования течений жидкости и газа;

• **уметь:**

- ставить задачу и проводить численные и аналитические исследования краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях, в том числе с возможностью распараллеливания на современные вычислительных системах;
- применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации.

Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по высшей математике, уравнениям математической физики, общей физике в объеме программы высшего профессионального образования.

Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы при работе над и при написании диссертации по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-2.

2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код ПК-2	Формулировка компетенции
	Способность использовать современные аналитические и численные методы моделирования ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей
Код ПК-2. Б1.В.02.02	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	Способность использовать современные аналитические и численные методы для исследования вязких и вязкоупругих свойств аномальных сред.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент: Знает: - методологию, конкретные методы и приемы решения краевых задач, встречающихся при исследовании проблем механики жидкости и газа, современное состояние развития программного обеспечения для моделирования течений жидкости и газа (3 ПК-2);	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала и при подготовке реферата	Устный опрос для текущего контроля и промежуточного контроля.
Умеет: - ставить задачу и проводить численные и аналитические исследования краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при	Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-	Выполнение индивидуального плана аспирантов, в части публикаций и участия в

разнообразных воздействиях, в том числе с возможностью распараллеливания на современных вычислительных системах (У1 ПК-2); - применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации (У2 ПК-2).	исследовательской работы	конференциях. Дифференцированный зачет для итогового контроля
---	--------------------------	--

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч			
		по семестрам			всего
		2й	3й	4й	
1	2	3			4
1	Аудиторная работа	14	-	-	14
	- лекции (Л)	14	-	-	14
	- лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	3	-	-	3
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	19	36	34	89
	- изучение теоретического материала	19	36	34	89
4	Итоговая аттестация по дисциплине: <i>дифференцированный зачёт</i>	-	-	2	2
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:				
	в часах (ч)	36	36	36	108
	в зачётных единицах (ЗЕ)	1	1	1	3

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плины	Номер темы дисципл ины	Количество часов (очная форма обучения)							Трудоём кость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа					итогова я аттеста ция	самос тояте льная работ а	
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		Введение	1	1	-	-	-	-	-	1
	1	1	3	3	-	-	-	-	18	21
		2	4	3	-	-	1	-	18	22
	2	3	2	2	-	-	-	-	18	20
		4	3	2	-	-	1	-	18	21
	3	5	4	3	-	-	1	-	17	21
	Итого по модулю:		17	14	-	-	3	-	89	106/2.94
Итоговая аттестация			-	-	-	-	-	2	-	2/0.056
Всего:			17	14	-	-	3	2	89	108/3

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение.

Л – 1ч.

Организация учебного процесса. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.

Раздел 1. Введение в реологию.

Л – 6ч., КСР – 1ч., СРС – 36ч.

Тема 1. Некоторые необычные эффекты при течении полимерных материалов. Основы реологии. Напряжения, деформации, скорость деформации, вязкость, вязкоупругость. Приложения реологии к процессам переработки полимеров. Кинематика и напряженное состояние деформированного тела.

Тема 2. Описание движения. Кинематика в пространственных координатах. Кинематика в движущихся (конвективных) координатах. Реологические уравнения состояния – дифференциальные и интегральные модели.

Раздел 2. Основы практической реологии и реометрии.

Л – 4ч., КСР – 1ч., СРС – 36ч.

Тема 3. Основной закон. Напряжения сдвига. Скорость сдвига. Динамическая вязкость. Кинематическая вязкость. Кривые течения и вязкости. Параметры вязкости. Классификация материалов по их реологическому поведению.

Тема 4. Граничные условия. Типы вискозиметров. Материальные функции. Исследование упругого поведения вязкоупругих жидкостей. Некоторые аспекты определения вязкоупругих свойств жидкостей.

Раздел 3. Численные методы расчета течений реальных жидкостей.

Л – 3ч., КСР – 1ч., СРС – 17ч.

Тема 5. Основы методов конечных разностей применительно к задачам течения аномальных жидкостей на примере метода маркеров и ячеек и его модификаций.

4.3. Перечень тем практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4. Перечень тем лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.5. Виды самостоятельной работы студентов

Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	изучение теоретического материала	18
2	изучение теоретического материала	18
3	изучение теоретического материала	18
4	изучение теоретического материала	18
5	изучение теоретического материала	17
	Итого: в ч / в ЗЕ	89/2,47

4.5.1. Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно

Тема 1. Приложения реологии к процессам переработки полимеров. Кинематика и напряженное состояние деформированного тела.

Тема 2. Реологические уравнения состояния – дифференциальные и интегральные модели.

Тема 3. Параметры вязкости. Классификация материалов по их реологическому поведению.

Тема 4. Некоторые аспекты определения вязкоупругих свойств жидкостей.

Тема 5. Конечно-разностный метод для расчета течения вязко-упругой жидкости интегрального типа в канале фильеры и на ее выходе.

4.5.2. Курсовой проект (курсовая работа)

Курсовой проект не предусмотрен.

4.5.3. Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.5.4. Расчётно-графические работы

Расчётно-графические работы не предусмотрены.

5. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Участие в научных мероприятиях различного уровня

№ п/п	Полное название мероприятия
1	Научный семинар ИМСС УрО РАН
2	Зимняя школа по механике сплошных сред, г. Пермь, ИМСС УрО РАН (ежедвухгодичная)
3	Всероссийская конференция молодых ученых «Математическое моделирование в естественных науках», г. Пермь, ПНИПУ (ежегодная)
4	Всероссийская конференция молодых ученых «Неравновесные процессы в сплошных средах», г. Пермь, ПГНИУ (ежегодная)

6. Управление и контроль освоения компетенций

6.1. Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме:

- устного опроса.

6.2. Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании каждого раздела в форме устного опроса.

6.3. Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Дифференцированный зачёт

Условия проставления зачёта по дисциплине:

- зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и самостоятельной работы.

2) Экзамен

Не предусмотрен.

6.4. Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля			
	ТК	ПК	ЛР	Диф. зачёт
В результате освоения компетенции студент:				
Знает:				
- методологию, конкретные методы и приемы решения краевых задач, встречающихся при исследовании проблем механики жидкости и газа, современное состояние развития программного обеспечения для моделирования течений жидкости и газа (З ПК-2);	+	+		
Умеет:				
- ставить задачу и проводить численные и аналитические исследования краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях, в том числе с возможностью распараллеливания на современные вычислительные системы (У1 ПК-2);				+
- применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации (У2 ПК-2).				+

ТК – текущий контроль в форме устного опроса по темам (контроль знаний по теме);

ПК – промежуточный контроль в форме устного опроса по темам (контроль знаний по теме);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка умений и навыков).

7. График учебного процесса по дисциплине

2-й семестр

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого , ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	В	Р1							Р2						Р3				
Лекции	1	2		2		2				2		2			2	1			14
ПЗ (семинары лаборатории)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
КСР								1						1				1	3
СРС (изучение теоретического материала)			2		2		3		2		2		2		2	2	2		19
Модуль:	М1																		
Устный опрос								+						+				+	
Дисциплинарный Контроль																			диф. Зачёт
Итого за семестр:																			36

3-й семестр

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого, ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	Р1								Р2						Р3				
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
КСР	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Изучение теоретического материала		3	3	3	3	3				3	3	3	3	3	2	2	2		36
Модуль:	М1																		
Устный опрос	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Дисциплинарный Контроль																			диф. зачёт
Итого за семестр:																			36

4-й семестр

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого, ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	Р1								Р2						Р3				
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
КСР	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Изучение теоретического материала		3	3	3	3	2				3	3	3	3	3	3	2			34
Модуль:	М1																		
Устный опрос	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Дисциплинарный Контроль																		+	диф. зачёт
Итого за семестр:																			36

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1. Основная литература		
1	Чанг Дей Хан. Реология в процессах переработки полимеров. М.: «Химия», 1979, 368 с.	1
2	Г.В.Виноградов, А.Я.Малкин. Реология полимеров. «Химия», 1977, 440 с.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Р.Берд, В.Стюарт, Е.Лайтфуд. Явления переноса. М.: «Химия», 1974, 688 с.	1
2	Г.Шрамм. Основы практической реологии и реометрии. М.: «Колосс» 2003, 312 с.	2
3	Д.Поттер. Вычислительные методы в физике. М.: «Мир», 1975, 392 с.	1
2.2. Периодические издания		
1	Журнал «Вычислительная механика сплошных сред»	
2.3. Нормативно-технические издания		
2.4. Официальные издания		
2.5. Электронные информационно-образовательные ресурсы		
1	Наукометрическая и реферативная база данных Scopus	
2	Электронная база данных Web of Science	

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1.	Лекционная мультимедийная аудитория	ИМСС, корп. А	ауд.321	72	30
2.	Лекционная мультимедийная аудитория	ИМСС, корп. Б	ауд.233	72	30

3.	Компьютерный класс	ИМСС, корп. А	ауд.220	72	10
----	--------------------	---------------	---------	----	----

9.2. Основное учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютеры	10	оперативное управление	220