

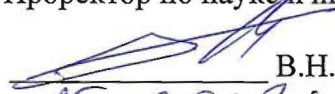


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям


В.Н. Коротаев
«25» «Октябрь» 2018г.

**Рабочая программа дисциплины
«Численные методы решения задач теории гидродинамической устойчивости»**

Направление подготовки	01.06.01 Математика и механика
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Механика жидкости, газа и плазмы
Научная специальность	01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Прикладная физика
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 4
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	2 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	72 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 4


Пермь 2018 г.

Рабочая программа дисциплины «Методы решения задач теории гидродинамической устойчивости» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 882 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы.

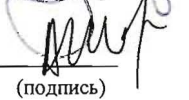
Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ПФ
Протокол от « 25 » октября 2018г. № 2 .

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., доцент
(учёная степень, звание)


(подпись)


Брацун Д.А.
(Фамилия И.О.)

Разработчик к.ф.-м.н., доцент
программы (учёная степень, должность)


(подпись)

Шарифулин А.Н.
(Фамилия И.О.)

Руководитель к.ф.-м.н., доцент
программы (учёная степень, должность)


(подпись)

Шарифулин А.Н.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник ФПКВК


(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области теории гидродинамической устойчивости.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- Анализировать математические модели механики сплошной среды, самостоятельно осваивать и применять новые численные методы для исследования на устойчивость стационарных и нестационарных решений задач механики жидкости и газа.

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• **формирование знаний**

- об основных уравнениях, методах исследования и современных проблемах теории гидродинамической устойчивости;

• **формирование умений**

- решать задачи исследования на устойчивость решений задач гидродинамики с применением программных систем компьютерной алгебры;

• **формирование навыков**

- владения современными методами вычислительной гидродинамики;

- построения физико-механических, математических и компьютерных моделей для анализа устойчивости задач прикладной механики с применением программных систем компьютерной алгебры.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- физико-механические процессы и явления в жидких и газообразных средах;
- химико-технологические процессы в жидких и газообразных средах;
- расчётно-экспериментальные технологии, суперкомпьютерные технологии и технологии распределённых вычислений на основе высокопроизводительных кластерных систем.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.4 «Численные методы решения задач теории гидродинамической устойчивости» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- современные методы анализа устойчивости решений уравнений механики жидкости и газа;
- структуру и интерфейс современных систем численного моделирования и примеры их реализации.

Уметь:

- математически формулировать физическую задачу путем сведения ее к модельной начально-краевой задаче;
- провести бифуркационный анализ стационарных решений полученной модели аналитическими методами, методами математической теории бифуркаций обыкновенных дифференциальных уравнений и численными методами вычислительной гидродинамики;

- самостоятельно формулировать, решать аналитически и численно задачи на собственные значения и собственные функции.

Владеть:

- методами поиска и анализа неустойчивостей и анализа математических моделей механики жидкости и газа
- навыками по самостоятельному изучению новых методов исследования бифуркаций и неустойчивостей математических моделей механики жидкости и газа

2. 1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

Код	Формулировка компетенции
ПК-4	самостоятельно осваивать и применять новые теории, физико-математические и вычислительные методы решения нелинейных и линейных матричных уравнений, новые системы компьютерной математики для эффективного решения профессиональных задач

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-4	самостоятельно осваивать и применять новые вычислительные методы, новые системы компьютерной

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенции аспирант Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – современные методы исследования бифуркаций и устойчивости решений моделей механики жидкости и газа – структуру и интерфейс современных систем численного определения собственных чисел и собственных функций сложных линейных матричных уравнений 	<p>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</p>	<p>Собеседование.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – математически формулировать физическую задачу – рационально сочетать аналитические методы и численные методы вычислительной гидродинамики – самостоятельно осваивать и применять новые системы компьютерного моделирования 	<p>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</p>	<p>Собеседование. Творческое задание.</p>
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-математическим аппаратом теории гидродинамической устойчивости – навыками по самостоятельному изучению новых вычислительных методов, новых систем компьютерного моделирования, систем компьютерной алгебры 	<p>Самостоятельная работа аспирантов.</p>	<p>Собеседование. Творческое задание.</p>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы
 Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч
		4 семестр
1	Аудиторная работа	32
	В том числе:	
	Лекции (Л)	16
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
	Самостоятельная работа (СР)	36
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1		2	2			5	
	2		2	2			5	
Всего по разделу:			4	4			10	
2	3		2	2			5	
	4		2	2	2		5	
Всего по разделу:			4	4	2		10	
3	5		2	2			4	
	6		2	2			4	
	7		2	2			4	
	8		2	2	2		4	
Всего по разделу:			8	8	2		16	
Промежуточная аттестация								
Итого:			16	16	4		36	
							72	

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Раздел 1. Решение уравнений и систем уравнений

(Л – 4, ПЗ – 4, СР – 10)

Тема 1. Методы секущих и касательных

Тема 2. Решение системы нелинейных уравнений

Раздел 2. Численное интегрирование, вычисление определенных интегралов

(Л – 4, ПЗ – 4, СР – 10)

Тема 3. Методы Рунге-Кутты-Мерсона и Фельдберга
Тема 4. Методы предиктор-корректор, рядов Тейлора

Раздел 3. Краевые задачи
(Л – 8, ПЗ – 8, СР – 16)

Тема 5. Численное построение фундаментальной системы решений
Тема 6. Методы ортогонализации и дифференциальной прогонки
Тема 7. Сложные краевые задачи
Тема 8. Численное исследование устойчивости неодномерных течений

4.3. Перечень тем практических занятий

Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Методы секущих и касательных 1. Вывод формул методов секущих, касательных и комбинированного метода. 2. Написание программ в системе Maple или Matlab для заданного уравнения	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Решение системы нелинейных уравнений 1. Обобщение метода секущих на случай системы двух уравнений 2. Написание программ в системе Maple или Matlab для заданной системы уравнений	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Методы Рунге-Кутты-Мерсона и Фельдберга 1. Общее описание методов решения задач исследования устойчивости нелинейных систем в частных производных 2. Написание кода в системе Maple или Matlab с обращением к стандартной процедуре для заданной системы уравнений	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	4	Методы предиктор-корректор, рядов Тейлора 1. Описание методов предиктор-корректор и рядов Тейлора решения задач исследования устойчивости нелинейных систем в частных производных 2. Написание кода в системе Maple или Matlab с обращением к стандартной процедуре для заданной системы уравнений	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

5	5	Численное построение фундаментальной системы решений 1. Методика нахождения решения начально-краевой задачи путем сведения к задаче Коши 2. Написание кода в системе Maple или Matlab для заданной задачи	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
6	6	Методы ортогонализации и дифференциальной прогонки 1. Анализ методов ортогонализации и дифференциальной прогонки Особенности построения алгоритмов. 2. Написание кода в системе Maple или Matlab для заданной задачи	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
7	7	Сложные краевые задачи 1. Неоднородные краевые задачи 2. Сингулярности прогоночной матрицы	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
8	8	Численное исследование устойчивости течений неоднородных 1. Метод Галеркина 2. Разложение по полиномам Чебышева	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Численные методы решения задач теории гидродинамической устойчивости» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты 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 установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Численные методы решения задач теории гидродинамической устойчивости» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.ДВ.2.4 «Численные методы решения задач теории гидродинамической устойчивости»

(индекс и полное название дисциплины)

БЛОК 1

(цикл дисциплины/блок)

х

базовая часть цикла
вариативная часть цикла

х

обязательная по выбору аспиранта

**01.06.01/
01.02.05**

код направления / шифр научной специальности

**Математика и механика /
Механика жидкости, газа и плазмы**

(полные наименования направления подготовки / направленности программы)

2018

(год утверждения учебного плана)

Семестр(-ы): 4

Количество аспирантов: 3

Факультет Прикладной математики и механики

Кафедра Прикладной физики

*тел. 8(342)239-12-83; sharifulin@bk.ru
(контактная информация)*

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Гершуни Г. З. Устойчивость конвективных течений / Г. З. Гершуни, Е. М. Жуховицкий, А. А. Непомнящий. М.: Наука, 1989.	35
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Лобов Н. И., Любимов Д. В., Любимова Т. П. Численные методы решения задач теории гидродинамической устойчивости. – Перм. ун-т, 2004.	1
2	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Изд. 3. М: Наука, 1986.	5
3	Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 7-ое изд., испр. - М. Дрофа, 2003.	116
2.2 Периодические издания		
1	Вычислительная механика сплошных сред : журнал / Российская академия наук, Уральское отделение; Институт механики сплошных сред. - Пермь: ИМСС УрО РАН, 2008 - .	
2	Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа : научный журнал / Российская академия наук. - Москва: Наука, 1966 - .	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не используется	
2.4 Официальные издания		
	Не используется	

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения научных исследований

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультидисциплинар. электрон. версии журн. на ин. яз.] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. Scopus [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Elsevier B. V. – Amsterdam, 2016. – Режим доступа:

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

<http://www.scopus.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Web of Science [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Thomson Reuters. – New York, 2016. – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	ПЗ	MAPLE	Лиц. договор	Компьютерное моделирование
2	ПЗ	MATLAB	Лиц. договор	Компьютерное моделирование

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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	Компьютерный класс	Кафедра ОФ	252	48	20

9.2. Основное учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры	6	Оперативное управление	252

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		