

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **Методы решения нестационарных задач механики сплошной среды.**
2. Уровень высшего образования – специалитет.
3. Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальная математика и механика. Специализация: Фундаментальная математика.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП. Является специальной дисциплиной (спецкурсом) для студентов 3-6 годов обучения, специализирующихся в данной научной области или смежной научной области, спецкурсом по выбору студента.  
Освоение дисциплины необходимо для последующего изучения дисциплин образовательной программы: курсовая работа, научно-исследовательская практика, преддипломная практика, выпускная квалификационная работа.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Результатами освоения дисциплины являются

- знание основных постановок начально-краевых задач механики сплошной среды (З-1, З-2 ПК1);
- умение строить численные алгоритмы для решения этих задач, используя современные методы (В-1 ПК1);
- знание способов теоретической и практической оценки точности этих методов (З-1, В-1 ПК1).

В результате изучения модуля студенты расширяют и углубляют знания, полученные после освоения обязательного курса численных методов.

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часа, из которых 44 (46\*) часа составляет контактная работа студента с преподавателем (34 (36\*) часа занятия лекционного типа, 12 часов мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 64 (62\*) часа составляет самостоятельная работа студента.

\* - если специальный курс читается в нечетном семестре (продолжительность нечетного семестра 18 недель, четного семестра 17 недель).

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Для того чтобы изучение дисциплины было возможно, обучающийся должен

- 1) освоить следующие дисциплины образовательной программы: математический анализ, линейную алгебру, функциональный анализ, обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных, численные методы.
- 2) обладать следующими компетенциями:

Знать: основные направления, проблемы, теории и методы современной математики.

Уметь: решать стандартные задачи математического анализа, линейной алгебры, действительного анализа, комплексного анализа, функционального анализа, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, численных методов и применять идеи, использованные в их решениях, для решения аналогичных задач.

Владеть: основными понятиями и теоремами из этих разделов математики.

Иметь навык: программирования на языке высокого уровня типа Си.

8. Формат обучения.

Очная форма обучения, лекционные занятия.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (Перечень тем см. Приложения).

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

<b>форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)</b>		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	<b>Всего</b>
Тема 1	6	2					2	4		4
Тема 2	6	2					2	4		4
Тема 3	6	2					2	4		4
Тема 4	6	2					2	4		4
Тема 5	6	2					2	4		4
Тема 6	6	2					2	4		4
Тема 7	6	2					2	4		4
Тема 8	6	2					2	4		4
Текущий контроль успеваемости	6					2	2	4		4
Тема 9	6	2					2	4		4
Тема 10	6	2					2	4		4
Тема 11	6	2					2	4		4
Тема 12	6	2					2	4		4

Тема 13	6	2					2	4		4
Тема 14	6	2					2	4		4
Тема 15	6	2					2	4		4
Тема 16	4						0	4		4
Тема 17*	2*							2*		2*
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> <u>зачет</u>	8 (6*)					2	2	6(4*)		6 (4*)
<b>Итого</b>	108	30				4	34	74		74

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю):  
Конспекты лекций, списки задач к лекциям, основная и дополнительная учебная литература.

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).

- Перечень компетенций 3-1, 3-2, В-1 ПК-1 (см. карта компетенций специальности 01.01.07).
- Описание шкал оценивания:  
*экзамен с оценкой по пятибалльной шкале*  
*зачет («зачтено» или «не зачтено»)*
- Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по	ШКАЛА оценивания	ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
-----------------------------	---------------------	-------------------------

дисциплине (модулю)						
	1	2	3	4	5	
3-1 (ПК-1)	Не имеет базовых знаний	Допускает существенные ошибки	Демонстрирует частичные знания	Демонстрирует знания с небольшими пробелами	Раскрывает полное содержание основных и специальных разделов методов функционального анализа, используемых при обосновании решений задач механики сплошной среды и численных методов для них.	экзамен в форме индивидуального собеседования
3-2 (ПК-1)	Не имеет базовых знаний	Допускает существенные ошибки	Демонстрирует частичные знания	Демонстрирует знания с небольшими пробелами	Раскрывает полное содержание основных постановок начально-краевых задач механики сплошной среды	экзамен в форме индивидуального собеседования
B1 (ПК-1)	Не владеет методами и навыками.	Владеет отдельными приемами	Владеет приемами и навыками решения основных стандартных задач	Владеет методами и навыками, но не готов оценивать значимость конкретных задач в современной науке.	Полностью владеет умением строить численные алгоритмы для решения задач механики сплошной среды, используя современные	экзамен в форме индивидуального собеседования

					методы и способами теоретической и практической оценки точности этих методов.	
--	--	--	--	--	---	--

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций. См. Приложения.

12. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной учебной литературы: см. Приложение

Перечень дополнительной учебной литературы: см. Приложения

Перечень ресурсно-информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: см. Приложения.

Описание материально-технической базы: аудитории для проведения лекционных занятий.

13. Язык преподавания: русский (при необходимости – английский).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

1. **Методы решения нестационарных задач механики сплошной среды: «разностные методы решения задач газовой динамики».**
2. Преподаватель – доц. А.В.Попов
3. Аннотация курса: специальный курс для студентов знакомит с вариантами постановок начально-краевых задач для уравнений Навье-Стокса, алгоритмами поиска их решений, теоретическими и практическими результатами исследований этих алгоритмов.
4. Тематическое содержание курса:

Тема 1	Система уравнений Навье-Стокса. Обзор результатов разрешимости задач для системы уравнений Навье-Стокса.
Тема 2	Уравнения переноса, Хопфа, теплопроводности и Бюргерса, как модельные для нестационарных задач сжимаемой среды.
Тема 3	Сравнение свойств явных и неявных алгоритмов для модельных задач сжимаемой среды.
Тема 4	Законы сохранения. Понятие консервативности численного алгоритма.
Тема 5	Схемы Русанова и Годунова. Монотонность разностной схемы.
Тема 6	Современные удароулавливающие схемы.
Тема 7	Кинетически согласованные разностные схемы и квазигазодинамическая модель течений плотных газов и жидкостей.
Тема 8	Метод Бахвалова оценки точности задачи с негладкими данными.
Тема 9	Неявная разностная схема для линейного и нелинейного уравнения Бюргерса.
Тема 10	Неявные разностные схемы для системы уравнений одномерного движения вязкого газа в переменных Эйлера.
Тема 11	Уравнение теплопроводности в многомерном случае. Метод расщепления Яненко.
Тема 12	Использование метода Яненко для построения схем с расщепляющимися операторами для многомерных уравнений неразрывности и Бюргерса.

Тема 13	Неявные разностные схемы с расщепляющимся оператором для системы уравнений вязкого газа в многомерном случае. Экономичность численного алгоритма.
Тема 14	Устойчивость метода прогонки.
Тема 15	Слабосжимаемые течения газа. Линеаризованная модель слабосжимаемых течений вязкого газа.
Тема 16	Экономичные разностные и проекционно-разностные схемы для линейных слабосжимаемых течений вязкого газа.
Тема 17*	Разностные схемы для задач течений слабосжимаемого газа, описываемых системой уравнений Навье-Стокса.

\* - если специальный курс читается в нечетном семестре (продолжительность нечетного семестра 18 недель, четного семестра 17 недель).

5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.

### **Примеры вопросов к экзамену**

1. Система уравнений Навье-Стокса. Примеры задания с ее помощью различных течений жидкости и газа.
2. Использование уравнений переноса, Хопфа, теплопроводности и Бюргеса, как модельных при описании конвективных и диссипативных процессов.
3. Условия устойчивости явных и неявных разностных схем для уравнения Бюргерса.
4. Консервативность разностных схем.
5. Монотонность разностных схем.
6. Схема Годунова для уравнения Хопфа.
7. Кинетически согласованные разностные схемы.
8. Метод Бахвалова оценки точности задач с негладкими данными.
9. Неявная разностная схема для нелинейного уравнения Бюргерса.
10. Неявная разностная схема для одномерного движения вязкого газа в переменных Эйлера.
11. Метод Яненко построения экономичных разностных схем для многомерного уравнения теплопроводности.
12. Разностная схема с расщепляющимся оператором для многомерных уравнений переноса и Бюргерса.
13. Экономичная разностная схема для многомерного движения вязкого газа.
14. Устойчивость метода прогонки.
15. Экономичная разностная схема для линеаризованной системы, описывающей нестационарное движение вязкого слабосжимаемого газа.

16. Проекционно-разностная схема для линеаризованной системы, описывающей нестационарное движение вязкого слабосжимаемого газа.
17. Пример неявной разностной схемы для системы уравнений Навье-Стокса и использование метода сопряженных градиентов для поиска ее решения.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Антонцев С.Н., Кажихов В.Н., Монахов В.Н. Краевые задачи механики неоднородных жидкостей. Новосибирск: Наука, 1983,
2. Андерсон Д., Таннехил Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. т.1, М.: Мир, 1990.
3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. Лаборатория базовых знаний. 2000.
4. Елизарова Т.Г. Квазигазодинамические уравнения и методы расчета вязких течений. М: Научный мир. 2007.
5. Ковеня В.М. Алгоритмы расщепления при решении многомерных задач аэрогидродинамики. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2014.
6. А.Г.Куликовский, Н.В.Погорелов, А.Ю.Семенов Математические вопросы численного решения гиперболических уравнений. М.: Физматлит, 2001.
7. Попов А.В. Практикум на ЭВМ. Разностные методы решения квазилинейных уравнений первого порядка. М.: Изд-во центра прикладных исследований при механико-математическом ф-те МГУ, 2003.
8. Попов А.В. Неявные разностные схемы для нестационарного движения вязкого газа. Труды математического центра имени Н.И.Лобачевского. т.13. Численные методы решения линейных и нелинейных краевых задач. Материалы всероссийской молодежной научной школы-конференции (Казань, 19-23 ноября 2001 г.). Казань. Издательство "ДАС". 2001 г. с. 4-54.
9. Рождественский Б.Л., Яненко Н.Н. Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике. М.: Наука, 1978.

**Приложение утверждено на заседании кафедры вычислительной математики**

**Протокол № 1 от 7 сентября 2015 г.**