

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от «16» июня 2021 г. № 8

Рабочая программа дисциплины

Численные схемы гидроаэромеханики

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Фундаментальная механика и приложения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2021 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части, к части, формируемой участниками образовательных отношений

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.01, «Численные схемы гидроаэромеханики» относится к части ООП специальность 01.05.01 Фундаментальные математика и механика, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-1. Владеет методами математического исследования при анализе проблем механики на основе знаний фундаментальных физико-математических и компьютерных наук и навыками проблемно-задачной формы представления научных знаний	ПК-1.1. Знает теоретические основы фундаментальных методов исследования проблем математики и механики. ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для анализа объекта исследования, определения целей и задач исследования, а также выбора корректного метода исследования научной проблемы. ПК-1.3. Владеет навыками научно-исследовательской деятельности в области математического моделирования, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой.	Знает теоретические основы фундаментальных методов исследования проблем гидроаэромеханики. Умеет самостоятельно применять полученные знания для анализа объекта исследования, определения целей и задачи исследования, а также выбора корректного метода исследования научной проблемы. Владеет навыками научно-исследовательской деятельности в области математического моделирования, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой.	<i>Собеседование, Выполнение заданий Собеседование по отчетам о выполненных работах</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	4 з.е.
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	66
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСР ¹)	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения							
№	Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
			из них				
			ЗЛеТ ²	ЗСеТ ³	ЗЛаТ ⁴	Всего	
1.	Введение в теорию разностных схем для одномерного уравнения переноса и уравнений акустики. Метод характеристик.	23	8	8		16	7
2.	Явные схемы для уравнений газовой динамики. Адаптирующиеся эйлерово-лагранжевые алгоритмы с использованием подвижных разностных сеток.	27	10	10		20	7
3.	Неявные разностные схемы типа «предиктор-корректор»	15	4	4		8	7
4.	Гибридные схемы переменной точности. Метод коррекции потоков, TVD-схемы.	15	4	4		8	7
5.	Современные тенденции в численном моделировании задач аэрогидродинамики и механики сплошной среды.	26	6	6		12	14
	Текущий контроль (КСР)	2				2	
	ИТОГО	108	32	32		66	42
¹ Самостоятельная работа обучающегося. ² Занятия лекционного типа. ³ Занятия семинарского типа. ⁴ Занятия лабораторного типа.							

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

¹ КСР – контроль самостоятельной работы (АВЖ)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестовых заданий и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		<u>Знания</u>	<u>Умения</u>	<u>Навыки</u>
плохо	не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа
неудовлетворительно		Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
удовлетворительно	зачтено	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
очень хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
отлично		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
превосходно		Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания сформированности компетенций	Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
	Знания	Умения	Навыки
		объеме без недочетов	

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
незачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

№	Вопрос	Код компетенции
1.	Простейшие схемы для линейного уравнения переноса (вверх и вниз по потоку, центральная).	ПК-1
2.	Схема Лакса для линейного уравнения переноса.	ПК-1
3.	Схема Лакса-Вендроффа для линейного уравнения переноса.	ПК-1
4.	Схема прямоугольник для линейного уравнения переноса.	ПК-1
5.	Схема "кабаре" для линейного уравнения переноса.	ПК-1
6.	Схема "крест" для уравнений акустики.	ПК-1
7.	Схема Лакса для уравнений акустики.	ПК-1
8.	Схема Лакса-Вендроффа для уравнений акустики.	ПК-1
9.	Неявная схема с весами для уравнений акустики.	ПК-1
10.	Схема распада разрывов для уравнений акустики.	ПК-1
11.	Метод характеристик для уравнений акустики.	ПК-1
12.	Неявная схема предиктор-корректор для уравнения переноса.	ПК-1
13.	Схема распада разрывов для уравнений газовой динамики.	ПК-1
14.	Схема распада разрывов для двумерных уравнений акустики.	ПК-1
15.	Схема распада разрывов для двумерных уравнений газовой динамики.	ПК-1

№	Вопрос	Код компетенции
16.	Схема Лакса-Вендроффа для двумерных уравнений газовой динамики.	ПК-1
17.	Схема "крест" для двумерных уравнений газовой динамики.	ПК-1
18.	Схема Годунова повышенной точности.	ПК-1
19.	Схема коррекции потоков.	ПК-1
20.	Схема Мак-Кормака.	ПК-1
21.	Гибридная схема Залезака.	ПК-1
22.	Полностью консервативная схема Головизнина-Самарского.	ПК-1
23.	TVD-схемы.	ПК-1

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции «ПК-1»

Получить численное решение задачи переноса заданного импульса по одной из разностных схем для различных чисел Куранта.

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции «ПК-1»

Определить конфигурацию и параметры распада разрыва для заданных начальных условий.

5.2.4. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции «ПК-1»

Определить зависимости численной ошибки для различных схем при описании непрерывных и разрывных решений от числа Куранта.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

№	а) основная литература:	К-во
1.	Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные схемы газовой динамики//М.: Наука, 1980 г. (11 экз.) http://mexalib.com/view/25654	11
2.	Рождественский Б.Л., Яненко Н.Н. Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике// М.: Наука, 1978 г. (4 экз.)	4
3.	Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы//М.: Наука, 1977 г. (7 экз.)	7
4.	Численное решение многомерных задач газовой динамики// Под редакцией С.К. Годунова /М.: Наука, 1976 г. (4 экз.) http://mexalib.com/view/25676 , http://mexalib.com/view/27321	4
5.	Рихтмайер Р., Мортон К. Разностные методы решения краевых задач// М.: Наука, 1972 г. (4 экз.) http://mexalib.com/view/27244	4
6.	Афанасьев С.Б., Баженов В.Г., Кочетков А.В., Фельдгун В.Р. Численное решение начально-краевой задачи для линейного уравнения переноса// Компьютерная лабораторная работа/ Нижегородский гос. ун-т, 1996. (20 экз. на кафедре ТКиЭМ)	20
7.	Кочетков А.В. Задача о распаде произвольного разрыва// Учебно-методическая разработка для студентов механико-математического факультета/Нижегор. ун-т, 2004 г. (20 экз. на кафедре ТКиЭМ)	20

№	б) дополнительная литература:	К-во
1.	Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей// М.: Мир,	7

№	б) дополнительная литература:	К-во
	Т.Т.1,2, 1991 г. (7 экз.)	

№	в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)	«Л» или «С»
1.	При проведении практических занятий используются методические программные разработки НИИ механики ННГУ.	

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.05.01 Фундаментальные математика и механика.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 2 июня 2021 года, протокол № 8.

Автор(ы) _____ А.В.Кочетков

Рецензент(ы) _____

Заведующий кафедрой _____ Л.А. Игумнов