

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий
(ИРИТ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

подпись
“_10_”_06_____ А.В. Мякиньков
ФИО
2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.7 Численные методы гидродинамики
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.02Прикладная математика и информатика

Направленность: Математическое моделирование и компьютерные технологии

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра ПМ

Кафедра-разработчик ПМ

аббревиатура кафедры

Объем дисциплины 144/4

часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

Разработчик: Рувинская Е.А., к.ф.-м.н.

Нижний Новгород, 2021

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 года № 9, на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол №6 от 10.06.2021.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 4.06.2021 № 9/1

Зав. кафедрой д.ф-м.н, профессор А.А. Куркин

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ.
Протокол от 10.06.2021 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 01.03.02-П-54
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

Н.И. Кабанина

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1 ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.2 ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	12
5.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	12
5.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ.....	12
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
6.1 УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	14
6.2 СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.	14
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ.....	15
7.2 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	15
7.3 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	15
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	16
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	17
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
11.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ.....	19
11.3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Численные методы гидродинамики» является приобретение базовых знаний и умений в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом и формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации, воспитание культуры в информационных технологиях посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)

Дисциплина «Численные методы гидродинамики» способствует подготовке студентов к формированию следующих умений:

1. Систематизировать полученные знания и практические умения по дисциплине;
2. Запоминать и осваивать новые понятия;
3. Осуществлять поиск, обобщать, анализировать необходимую информацию.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Численные методы гидродинамики» включена в перечень дисциплин базовой части, определяющий направленность образовательной программы «Прикладная математика и информатика». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы бакалавриата по направлению «Прикладная математика и информатика» профиля «Математическое моделирование и компьютерные технологии»: «Уравнения математической физики», «Механика сплошных сред», «Элементы теории операторов монотонного типа», «Элементы теории операторов монотонного типа», «Математическое моделирование биологических процессов и систем», «Интегральные уравнения», «Элементы дифференциальной геометрии и тензорного анализа», «Методы стохастического анализа», «Вариационное исчисление».

Дисциплина «Численные методы гидродинамики» является основополагающей для подготовки к сдаче государственного экзамена, а также выполнения и защиты ВКР, преддипломной и производственной практики.

Рабочая программа дисциплины «Численные методы гидродинамики» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1. Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Код компетенции ПКС-1								*
Уравнения математической физики					*			
Механика сплошных сред					*	*		
Теория игр и исследование операций								*
Элементы теории операторов монотонного типа						*		
Математическое моделирование биологических процессов и систем						*		
Интегральные уравнения							*	
Элементы дифференциальной геометрии и тензорного анализа							*	
Методы стохастического анализа							*	
Вариационное исчисление							*	
Численные методы гидродинамики								*
Методы компьютерной томографии								*
Технологическая (проектно-технологическая) практика				*				
Технологическая (проектно-технологическая) практика							*	
Преддипломная практика								*
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена								*
Выполнение и защита ВКР								*

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1. Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу.	ИПКС-1.3. Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач.	<p>Знать: в каких научных, производственных и социально-общественных сферах деятельности возникают прикладные задачи, связанные с современными моделями гидродинамики; основные понятия и методы механики сплошных сред, численных методов; методы построения дискретных моделей основных уравнений гидродинамики; понятие устойчивости разностных методов; базовые схемы Годунова, Лакса-Вендрофа, Аракавы, Кабаре для уравнения переноса; уравнение конвекции-диффузии, системы гиперболических уравнений и методы их решения; метод расщепления для систем уравнений гидродинамики;расщепления для систем уравнений гидродинамики;</p>	<p>Уметь: строить логически выверенные рассуждения; пользоваться методами дискретного моделирования (в частности, использовать основные операции над матрицами и векторами); строить дискретные математические модели основных уравнений гидродинамики ; исследовать точность и устойчивость используемых методов;</p>	<p>Владеть: навыками решения простейших гидродинамических задач, связанных с использованием методов анализа, анализа результатов решения задач с математической и физической точек зрения, самостоятельного пополнения математических знаний, навыками самостоятельной работы и умения находить и перерабатывать дополнительную информацию в данной предметной области</p>	Вопросы для письменного опроса. Задания для лабораторных работ	Вопросы для устного опроса

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		8сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	76	76
Аудиторная работа, в том числе:		
занятия лекционного типа (Л)	24	24
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практик. занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	48	48
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
2. Самостоятельная работа (СРС)	68	68
Подготовка к экзамену (контроль)		
Вид промежуточной аттестации – зачет		

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)											
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)															
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)																
8 семестр																				
Раздел 1. Введение. Уравнения движения несжимаемой и сжимаемой жидкости в декартовой системе координат.																				
ПКС-1, ИПКС-1.3.	Тема 1.1 Область вычислительной гидродинамики. Существование и единственность решения. Аппроксимация, сходимость и устойчивость решений.	2	4		7	Подготовка к лекциям и лабораторным работам [6.1.1, 6.1.2]	Выполнение домашнего задания; Чтение конспекта предыдущей лекции и материала, заданного для самостоятельного изучения; Подготовка студентами вопросов, связанных с пройденным материалом.													
	Тема 1.2 Уравнения движения сжимаемой и несжимаемой жидкости. Уравнение переноса вихря и уравнение для функции тока. Консервативная форма уравнений. Одномерные модельные уравнения переноса.	2	4		7															
Итого по 1 разделу		4	8		14															
Раздел 2. Основные численные методы расчета движений несжимаемой жидкости.																				
ПКС-1, ИПКС-1.3.	Тема 2.1 Методы решения уравнения переноса: основные конечно-разностные формулы, методы контрольного объема, метода дискретных возмущений, метод фон Неймана для многомерных задач, одношаговые явные схемы, схема «чехарда» Дюфорта-Франкела, транспортные и консервативные	2	4		6	Подготовка к лекциям и лабораторным работам [6.1.3, 6.1.4]	Выполнение домашнего задания; Чтение конспекта предыдущей лекции и материала, заданного для самостоятельного изучения; Подготовка студентами													

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)									
	разностные схемы, схема Адамса-Бэшфорта, схема Лейта, неявные схемы, схема Фромма, схема Аракавы						вопросов, связанных с пройденным материалом.						
	Тема 2.2 Методы решения уравнений для функции тока: метод Ричардсона, метод Либмана, метод релаксации невязки Саусвелла, метод последовательной верхней релаксации, неявные схемы метода чередующихся направлений, методы, использующие ряды Фурье.	2	4		6								
	Тема 2.3 Начальные и граничные условия: стенка в расчетных стеках, линия симметрии, верхняя граница, условия «на бесконечности», угловые точки, начальные условия.	3	6		6								
	Тема 2.4 Расчет давления, температуры и концентрации: численное интегрирование для определения давления, уравнение Пауссона для давления, граничные условия, итерационные методы решения, конечно разностное представление диссипативной функции, источниковые члены и жесткие уравнения, методы решения уравнений для простейших переменных.	3	6		6								
	Итого по 2 разделу	10	20		24								
Раздел 3.Основные схемы расчета движений сжимаемой жидкости													
ПКС-1, ИПКС-1.3.	Тема 3.1 Методы расчета течений безударных волн и методы с выделением ударных волн. Методы численного расчета ударных волн.	2	4		6	Подготовка к лекциям и лабораторным работам [6.1.1,	Выполнение домашнего задания; Чтение конспекта предыдущей лекции и						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)									
	Тема 3.2 Схемы с явной искусственной вязкостью (схема фон Неймана-Рихтмайера, схемы Ландсхова и Лонгли, схема Русланова), схемы с неявной искусственной вязкостью (схемы с разносятми против потока, методя частиц, схема Лакса, схемы Лакса – Вендроффа, алгоритм Бориса переноса с коррекцией потоков).	2	4		6	6.1.2]	материала, заданного для самостоятельного изучения; Подготовка студентами вопросов, связанных с пройденным материалом.						
	Тема 3.3 Начальные и граничные условия для течений сжимаемой жидкости: стенка с условием скольжения, стенка с прилипанием, угловые точки, линии симметрии, входная и выходная границы, верхняя граница, начальные условия.	2	4		6								
	Итого по 3 разделу	6	12		18								

Раздел 4. Специальные расчетные сетки, системы координат и системы уравнений

ПКС-1, ИПКС-1.3.	Тема 4.1 Специальные расчетные сетки	2	4		6	Подготовка к лекциям и лабораторным работам [6.1.3, 6.1.5, 6.1.6]	Выполнение домашнего задания; Чтение конспекта предыдущей лекции и материала, заданного для самостоятельного изучения; Подготовка студентами вопросов, связанных с пройденным материалом.		
	Тема 4.2 Преобразования координат. Ортогональные системы координат. Системы уравнений.	2	4		6				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	Самостоятельная работа студентов (час)								
	Итого по 4 разделу	4	8		12								
	Итого по дисциплине	24	48		68								

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в п.11

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета, хранятся на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24 и находятся в свободном доступе.

5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица5.

Шкала оценивания	Дифференцированный зачет
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

Таблица 6. Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-69% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 70-84% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 85-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу	ИПКС-1.3. Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач.	Не способен разработать алгоритмы решения прикладных задач.	Способен разработать минимальный список алгоритмов для решения прикладных задач	Способен разработать алгоритмы решения задач прикладной математики в достаточном объеме.	Способен в полном объеме разработать требуемый алгоритм для решения прикладных задач.

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятное решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения лабораторных работ.
Средний уровень «4» (хорошо)	Способен логично мыслить, излагает материал, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении лабораторных работ, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Способен применять знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами. Способен к решению конкретных лабораторных задач из числа предусмотренных рабочей программой.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет лабораторные задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

6.1.1 Математические модели и алгоритмы для имитационного моделирования задач гидродинамики и аэrodинамики: Учеб.пособие/ А.С. Козелков [и др.]; НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Н.Новгород: 2014. – 164 с.: ил. – Библиогр.в конце гл. – ISBN 978-5-502-00491-6

6.1.2 Основы гидродинамики в примерах и задачах: Учеб.пособие / В. Е. Давидсон. – М. : Академия, 2008. – 320с. – (Высшее профессиональное образование). – Библиогр.с.316-318. – ISBN 978-5-7694-4250-3: 432-30

6.1.3 Новые алгоритмы вычислительной гидродинамики для многопроцессорных вычислительных комплексов / В. М. Головизнин [и др.]. – М. : Изд-во МГУ, 2013. – 478 с. : ил. – (Суперкомпьютерное образование). – Библиогр.в конце гл. – ISBN 978-5-211-06426-3

6.1.4 Динамика нелинейных внутренних гравитационных волн в слоистых жидкостях / Е. А. Рувинская, О. Л. Куркина, А. А. Куркина; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. – Н.Новгород : [Б.и.], 2014. – 160с. – Прил.:с.155-159 – Библиогр.:с.143-155. – ISBN 978-5-502-00539-5

6.1.5 Уравнение Навье-стокса и турбулентные пульсации / Л. Н. Пятницкий. – М. : Граница, 2006. – 192 с.: ил. – Прил.:с.252-259. – Библиогр.:с.260. – ISBN 978-5-94178-128-7 :418-70.

6.1.6 Гидродинамика двухфазных систем : Учеб. Пособие / А. С. Тимофеева. – Старый оскол : ТНТ, 2014. – 264 с. : ил.. – Прил.:с252-259. – Библиогр.:с.260. – Библиогр.:с.260. – ISBN 978-5-94178-128-7 : 418-70.

6.1.7 Павловский В. А., Никущенко Д. В.Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы. – Издательство "Лань", 2021. – 368 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1 Перечень информационных ресурсов

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа:
2. <http://elibrary.ru/defaultx.asp\КонсультантПлюс> [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanius.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanius.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2 Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	E-LIBRARY.ru	http://elibrary.ru/defaultx.asp

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) https://www.openoffice.org/ru/

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть

использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11. Оснащенность аудиторий для проведения учебных занятий по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			1
1	6421 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12	1. Доска меловая; Экран 2. Мультимедийный проектор Epson X12; 3. Компьютер PC MB Asus на чипсете Nvidia/AMDAthlonXII CPU 2.8Ghz/ RAM 4 Ggb/SVGAStandartGraphics +Ge-FORCE Nvidia GT210/HDD 250Ggb,SATAinterface, монитор 19”, с выходом на проектор. 4. Парты – 30 шт.; 5. Рабочее место для	1. Windows 7 32 bit корпоративная; VL 49477S2 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian (беспл.) 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4. Dr.Web (с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22)

		преподавателя – 1 шт.	
2	6543 компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12)	<p>1. Рабочие места, оснащенные ПК на базе Intel Core i5 с мониторами – 8 шт.</p> <p>2. Рабочие места, оснащенные ПК на базеCore 2 Duo с мониторами –2 шт.</p> <p>3. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК на базе Intel Core i5 с монитором – 1 шт.</p> <p>4. Проектор Accer, проекционный экран. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.</p> <p>5. Посадочных мест - 12, десять оснащены ПК.</p> <p>6. Принтер HP LaserJet 1200</p>	<p>Microsoft Windows 7 MSDN реквизиты договора - подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14</p> <p>2. Бесплатное ПО: Пакет программ Open Office, True Conf, Браузер Google Chrome, Браузер Mozilla Firefox, Браузер Opera, McAfee Security Scan, Adobe Acrobat Reader DC, AutoCAD2013</p>

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- электронное обучение;

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются при проведении лабораторных работ и на лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами.Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению

преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

10.1. Методические указания для занятий лекционного типа¹⁶

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.2. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- правильность выполнения практической части работы, степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указаны в разделе Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

10.5. Методические указания для выполнения РГР

Программа дисциплины «Численные методы гидродинамики» не предполагает выполнение РГР.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1.Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости студентов.

Проведение текущего контроля успеваемости студентов по дисциплине «Численные методы гидродинамики» заключается в решении и анализе следующих лабораторных заданий.

Лабораторные задания

1. Рассчитать решение уравнения переноса (различными методами), продемонстрировать и объяснить поведение решения при нескольких типичных начальных данных.
2. Рассчитать решение квазилинейного уравнения с диссипативным членом (различными методами), продемонстрировать и объяснить поведение решения при нескольких типичных начальных данных.
3. Рассчитать решение обобщенного уравнения Кортевега-де-Вриза-Бюргерса (различными методами), продемонстрировать и объяснить поведение решения при нескольких типичных начальных данных.

11.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р.Е.Алексеева

Кафедра Прикладная математика

Дисциплина Численные методы гидродинамики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Метод Аракавы.
2. Теорема Годунова и ее значение.
3. Схема Кабаре-Айриса.

Зав. кафедрой

Экзаменатор

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации размещен в банке вопросов данного курса дисциплины «Численные методы гидродинамики» на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИРИТ

“ ____ ” _____ 2021 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Б1.В.ДВ.7 Численные методы гидродинамики»
индекс по учебному плану, наименование**

для подготовки **бакалавров/** специалистов/ магистров

Направление: **01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность:**Математическое моделирование и компьютерные технологии**

Форма обучения **очная**

Год начала подготовки:**2021**

Курс **4**

Семестр **8**

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2021 г. начала подготовки.

Разработчик (и):**Рувинская Е.А., к.ф.-м.н.**
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__»____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ПМ

протокол № _____ от «__»____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ /А.А. Куркин/

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ПМ _____ «__»____ 20__ г.

Методический отдел УМУ:_____ «__»____ 20__ г.