

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН

01.00.00 «Математика и
механика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины_

Численные методы решения задач математического моделирования

Рекомендуется для направления подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

(указываются код и наименования направления(ий)

подготовки (специальности (ей) и/или профилей (специализаций)

Направленность программы (профиль)

Теория вероятностей и математическая статистика

(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью (профилем))

1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью освоения дисциплины является введение учащихся в предметную область современных компьютерных технологий и компьютерного моделирования в прикладной информатике. Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса: освоение методов компьютерного моделирования процессов в природе и обществе.

Задачей дисциплины является развитие навыков компьютерного моделирования, изучение и анализ принципов компьютерного моделирования; изучение прикладных аспектов компьютерного моделирования; исследование сложных систем с помощью компьютерного моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)», обязательная часть.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
	УК-1, УК-7	Научное программирование	История математики и методология науки, Дополнительные главы математического моделирования, Компьютерные методы решения многомерных задач, Компьютерный анализ временных рядов
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4	Научное программирование	История математики и методология науки, Дополнительные главы математического моделирования, Компьютерные методы решения многомерных задач, Компьютерный анализ временных рядов
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности - научно-исследовательская деятельность)			
	ПК-1	Научное программирование	История математики и методология науки, Дополнительные главы математического моделирования, Компьютерные методы решения многомерных задач, Компьютерный анализ временных рядов
Профессионально-специализированные компетенции специализации			
	-	-	-

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-7 Способен:

искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач;

проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

ПК-1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1; УК-7; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий:

- УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации
- УК-1.2 Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности
- УК-1.3 Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов

УК-7 Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных:

- УК-7.1 Знает принципы применения цифровых технологий для сбора, отбора и обобщения информации
- УК-7.2 Умеет применять цифровые технологии для поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики
- УК-7.3 Владеет навыками применения цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

- ОПК-1.1 Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
- ОПК-1.2 Умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности

- ОПК-1.3 Владеет навыками осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний
- ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
- ОПК-2.1 Способен совершенствовать и (или) разрабатывать новые математические методы для разработки и реализации алгоритмов решения задач (в том числе с использованием программных средств) в области профессиональной деятельности
- ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
- ОПК-3.1 Способен модифицировать и (или) разрабатывать, анализировать и реализовывать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении
- ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
- ОПК-4.1 Знает принципы сбора и анализа информации по проводимым исследованиям
- ПК-1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
- ПК-1.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики и информационных технологий; владеет знанием основ философии и методологии науки; владеет методами научных исследований, умеет применять их на практике.
 - ПК-1.2 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и иностранном языке; способен готовить публикации в научно-технических тематических изданиях
 - ПК-1.3 Умеет применять полученные знания в области прикладной математики и информатики, а также решать стандартные задачи собственной научно-исследовательской деятельности; умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей по тематике исследований в соответствии с выбранной методикой

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать постановки основных задач математической физики, условия их разрешимости, современные методы их решения.

Уметь использовать специализированное программное обеспечение для решения основных задач математической физики, оценивать корректность и точность полученных результатов,

Владеть навыками применения специализированного программного обеспечения, ориентированного на применение метода конечных элементов (FEA software).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	модуль
		3
Аудиторные занятия (всего)	36	36
<i>Лекции</i>	18	18
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	-	-

Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа студентов (ак. часов)	108	108
Общая трудоемкость (ак. часов)	144	144
Общая трудоемкость (зачетных единиц)	4	4

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Математические модели. Примеры моделей, приводящих к начальным задачам для ОДУ.	1. Построение и усложнение математических моделей (на примере задачи баллистики). 2. Примеры моделей, приводящих к начальным задачам для обыкновенным дифференциальным уравнениям (ОДУ). Движение материальной точки под действием внешних сил. Радиоактивный распад. Кинетика реакций. Остывание стержня. Метод прямых.
2.	Введение в численные методы. Простейшие методы численного анализа.	1. Численное дифференцирование функций. Разностное вычисление производных. Исследование порядка точности разностных выражений. 2. Численное интегрирование функций. Исследование порядка точности основных квадратурных формул (формулы трапеций, средних, Симпсона).
3.	Апостериорные оценки погрешности.	Расчеты на сгущающихся сетках. Нахождение апостериорных оценок точности. Метод Рундсона. Практическая реализация этого метода (на примере численного дифференцирования и численного интегрирования).
4.	Одностадийные методы решения задач Коши для ОДУ	Простейшие численные методы решения задач Коши для ОДУ. Явная схема Эйлера, неявная схема Эйлера, одностадийная схема Розенброка. Их практическая реализация.
5.	Многостадийные методы решения задач Коши для ОДУ	Численные методы решения задач Коши для ОДУ. Многостадийные схемы Рунге-Кутты. Явные схемы. Их основные свойства.
6.	Жесткие задачи Коши для ОДУ	Понятие о жестких задачах. Классификация устойчивости. Одностадийная схема Розенброка с комплексным коэффициентом. Обратные схемы Рунге-Кутты. Практическая реализация этих методов.
7.	Примеры моделей, приводящих к краевым задачам для ОДУ. Методы решения таких задач.	1. Примеры моделей, приводящих к краевым задачам для ОДУ. 2. Сеточный метод решения краевых задач для ОДУ. Его практическая реализация.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практические занятия и лабораторные работы		СРС	Всего час.
			ПЗ/С	ЛР		
1.	Математические модели. Примеры моделей, приводящих к начальным задачам для ОДУ.	1		1	4	6
2.	Введение в численные методы. Простейшие методы численного анализа.	3		3	4	10
3.	Апостериорные оценки погрешности.	2		2	20	24
4.	Одностадийные методы решения задач Коши для ОДУ	3		3	20	26
5.	Многостадийные методы решения задач Коши для ОДУ	3		3	20	26
6.	Жесткие задачи Коши для ОДУ	4		4	20	28
7.	Примеры моделей, приводящих к краевым задачам для ОДУ. Методы решения таких задач.	2		2	20	24
	Итого:	18		18	108	144

6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.	1	Изучение построения математических моделей на примере задачи внешней баллистики снаряда. Уточнение модели за счет учета более сложных процессов.	1
2.	2	Реализация метода прогонки.	0,5
3.	2	Реализация метода Ньютона.	0,5
4.	2	Численное дифференцирование с использованием формул правой, левой и центральной производной.	1
5.	2	Численное интегрирование гладких функций с использованием формул средних, трапеций и Симпсона.	1
6.	3	Вычисление апостериорной оценки точности численного интегрирования с использованием метода Ричардсона.	2
7.	4	Реализация явной схемы Эйлера. Расчет тестовой задачи с известным точным решением.	0,5
8.	4	Реализация неявной схемы Эйлера. Расчет тестовой	1

		задачи с известным точным решением.	
9.	4	Реализация явно-неявной схемы Розенброка. Расчет тестовой задачи с известным точным решением.	0,5
10	4	Реализация одностадийной схемы Розенброка с комплексным коэффициентом.	1
11.	5	Реализация явной схемы Рунге-Кутты 2-го порядка точности.	1
12	5	Реализация явной схемы Рунге-Кутты 4-го порядка точности.	2
13.	6	Реализация оптимальной обратной схемы Рунге-Кутты 2-го порядка точности.	1
14.	6	Реализация оптимальной обратной схемы Рунге-Кутты 4-го порядка точности.	1
15.	6	Численная реализация решения мягких задач (движение материальной точки под действием внешних сил).	1
16.	6	Численная реализация решения жестких задач (радиоактивный распад, кинетика реакций).	1
17.	7	Численная реализация сеточного метода решения краевых задач для ОДУ.	2
	Итого:		18

7. Практические занятия не предусмотрены

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийная аудитория или учебная аудитория с возможностью использования проектора и компьютерной техники для лекционных занятий. Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для выполнения лабораторных работ и проведения обучающимися самостоятельной работы во внеаудиторные часы.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение

- ОС Windows, MS Office (программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions), браузер Firefox (лицензия MPL-2.0) или браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service); Adobe Reader (Adobe Software License Agreement).
- ОС Linux, офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0), ПО для просмотра pdf (например, evince (лицензия GPL-2+ CC-BY-SA-3.0)), компилятор языка C/C++ gcc (лицензия GPL-3+ LGPL-3+ || (GPL-3+ libgcc libstdc++ gcc-runtime-library-exception-3.1) FDL-1.3+), dev-lang/lazarus (лицензия GPL-2 LGPL-2.1-with-linking-exception).

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Сайт библиотеки РУДН <http://lib.rudn.ru/>
2. ТУИС <http://esystem.pfur.ru/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Н.Н. Калиткин, Е.А. Альшина. Численные методы. Том 1. Численный анализ. М.: Академия, 2013.
2. Н.Н. Калиткин, П.В. Корякин. Численные методы. Том 2. Методы математической физики. М.: Академия, 2013.

3. Э. Хайрер, Г. Ваннер. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. М.: Мир, 1999.
4. Н.Н. Калиткин, А.Б. Альшин, Е.А. Альшина, Б.В. Рогов. Вычисления на квазиравномерных сетках. М.: Физматлит, 2005.

б) дополнительная литература:

1. Вержбицкий В.М. Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения):
2. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2001– 381 с.
3. Воробьев Г. Н., Данилова А. Н. “Практикум по численным методам.” - М.:”Высш. шк.”, 2007 г. - 184 с.
4. Годунов С.К., Рябенький В.С. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977 – 440 с.
5. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – М.: Наука, 1966– 66с.
6. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. –М.: Наука, 1967 – 368 с.
7. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. –М.:Наука. 1989– 430 с.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Учебным планом на изучение дисциплины отводится 1 модуль. В течение модуля выполняются практические (лабораторные) работы, домашние задания и контрольные мероприятия. В конце модуля производится итоговый контроль знаний: зачет.

Дисциплина разбита на 2 части:

1. Теоретический материал на темы: Математическое моделирование: модель, алгоритм, программа. Численное дифференцирование и интегрирование при построении математических моделей. Численные методы линейной алгебры при построении математических моделей. Численное решение начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений при построении математических моделей.
2. Выполнение лабораторных работ по разделам 1-4.

В конце модуля проводится итоговый контроль знаний: зачет.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

ФОС по дисциплине представлен в приложении к данной программе. Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчик:

доцент кафедры прикладной информатики
и теории вероятностей



А.А. Белов

Заведующий кафедрой

прикладной информатики
и теории вероятностей, проф.



К.Е. Самуйлов

Руководитель программы

профессор
кафедры прикладной информатики
и теории вероятностей, проф.



Л.А. Севастьянов

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Численные методы решения задач математического моделирования
(наименование дисциплины)

01.04.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления подготовки)

(наименование профиля подготовки)

магистр

Квалификация (степень) выпускника

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Численные методы решения задач математического моделирования

Направление: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Код контр. Компетенции	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)			Баллы темы	Баллы раздела	
			Аудиторная работа	Самостоятельная работа	Дифф. зачет			
			Защита лаб. раб.	Выполнение заданий по ЛР с подготовкой отчета				
УК-1; УК-7; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1	Численный анализ	Решение систем линейных уравнений методом Гаусса	4	4	20	5	30	
		Решение нелинейных уравнений методом Ньютона	4	4		5		
		Численное дифференцирование	4	4		5		
		Численное интегрирование	4	4		5		
	Задачи Коши для ОДУ	Примеры задач, приводящих к ОДУ. Движение материальной точки под действием внешних сил. Радиоактивный распад. Кинетика реакций. Остывание стержня. Метод прямых.		4	4	20	10	70
			Численные методы решения ОДУ. Классификация схем.	4	4		10	
			Явные схемы Рунге-Кутты, их основные свойства.	4	4		10	
			Схемы Розенброка, их основные свойства.	4	4		10	
			Обратные схемы Рунге-Кутты, их основные свойства.	4	4		10	
			Оценка погрешности. Метод сгущения сеток.	4	4		10	
Итого:			40	40	20	80	100	

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1; УК-7; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий:

- УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации
- УК-1.2 Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности
- УК-1.3 Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов

УК-7 Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных:

- УК-7.1 Знает принципы применения цифровых технологий для сбора, отбора и обобщения информации
- УК-7.2 Умеет применять цифровые технологии для поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики
- УК-7.3 Владеет навыками применения цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

- ОПК-1.1 Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
- ОПК-1.2 Умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности
- ОПК-1.3 Владеет навыками осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

- ОПК-2.1 Способен совершенствовать и (или) разрабатывать новые математические методы для разработки и реализации алгоритмов решения задач (в том числе с использованием программных средств) в области профессиональной деятельности

ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

- ОПК-3.1 Способен модифицировать и (или) разрабатывать, анализировать и реализовывать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении

ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

- ОПК-4.1 Знает принципы сбора и анализа информации по проводимым исследованиям

ПК-1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

- ПК-1.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики и информационных технологий; владеет знанием основ философии и методологии науки; владеет методами научных исследований, умеет применять их на практике.
- ПК-1.2 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и иностранном языке; способен готовить публикации в научно-технических тематических изданиях
- ПК-1.3 Умеет применять полученные знания в области прикладной математики и информатики, а также решать стандартные задачи собственной научно-исследовательской деятельности; умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей по тематике исследований в соответствии с выбранной методикой

Балльно-рейтинговая система оценки уровня знаний

Сводная оценочная таблица дисциплины

Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)			Баллы раздела	
		Аудиторная работа	Самостоятельная работа	Зачет с оценкой		
		Защита лаб. раб.	Выполнение заданий по ЛР с подготовкой отчета			
Численный анализ	Решение систем линейных уравнений методом Гаусса	4	4	20	10	
	Решение нелинейных уравнений методом Ньютона	4	4		10	
	Численное дифференцирование	4	4		10	
	Численное интегрирование	4	4		10	
Задачи Коши для ОДУ	Примеры задач, приводящих к ОДУ. Движение материальной точки под действием внешних сил. Радиоактивный распад. Кинетика реакций. Остывание стержня. Метод прямых.	4	4	20	10	
	Численные методы решения ОДУ. Классификация схем.	4	4		10	
	Явные схемы Рунге-Кутты, их основные свойства.	4	4		10	
	Схемы Розенброка, их основные свойства.	4	4		10	
	Обратные схемы Рунге-Кутты, их основные свойства.	4	4		10	
	Оценка погрешности. Метод сгущения сеток.	4	4		10	
	Итого:	40	40		20	100

Таблица соответствия баллов и оценок

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C

61 - 68	3	D
51 - 60	2	E
31 - 50		FX
0 - 30		F
51-100	Зачет	Passed

Правила применения БРС

1. Раздел (тема) учебной дисциплины считаются освоенными, если обучающийся набрал более 50 % от возможного числа баллов по этому разделу (теме).
2. Обучающийся не может быть аттестован по дисциплине, если он не освоил все темы и разделы дисциплины, указанные в сводной оценочной таблице дисциплины.
3. По решению преподавателя и с согласия обучающегося, не освоивших отдельные разделы (темы) изучаемой дисциплины, в течение учебного семестра могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по этим темам или разделам. При этом обучающийся за данную работу засчитывается минимально возможный положительный балл (51 % от максимального балла).
4. При выполнении обучающимся дополнительных учебных заданий или повторного прохождения мероприятий текущего контроля полученные им баллы засчитываются за конкретные темы. Итоговая сумма баллов не может превышать максимального количества баллов. По решению преподавателя предыдущие баллы, полученные обучающимся по учебным заданиям, могут быть аннулированы.
5. График проведения мероприятий текущего контроля успеваемости формируется в соответствии с календарным планом курса. Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
6. Время, которое отводится обучающемуся на выполнение мероприятий текущего контроля успеваемости, устанавливается преподавателем. По завершение отведенного времени обучающийся должен сдать работу преподавателю, вне зависимости от того, завершена она или нет.
7. Использование источников (в том числе конспектов лекций и лабораторных работ) во время выполнения контрольных мероприятий возможно только с разрешения преподавателя.
8. Отсрочка в прохождении мероприятий текущего контроля успеваемости считается уважительной только в случае болезни обучающегося, что подтверждается наличием у него медицинской справки, предоставляемой преподавателю не позднее двух недель после выздоровления. В этом случае выполнение контрольных мероприятий осуществляется после выздоровления обучающегося в срок, назначенный преподавателем. В противном случае, отсутствие обучающегося на контрольном мероприятии признается не уважительным.
9. Обучающийся допускается к итоговому контролю знаний с любым количеством баллов, набранных в семестре.
10. Если в итоге за семестр обучающийся получил менее 51 балла, то ему разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов путем повторного одноразового выполнения предусмотренных контрольных мероприятий (пересдача), при этом по усмотрению преподавателя аннулируются соответствующие предыдущие результаты. Ликвидация задолженностей проводится по согласованию с деканатом.

Примерный перечень оценочных средств

п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<i>Аудиторная работа</i>			
1	Практическая (лабораторная) работа	Система практических заданий, направленных на формирование практических навыков у обучающихся	Фонд практических заданий
2	Зачет	Оценка работы студента в течение семестра (года, всего срока обучения и др.) и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач.	Примеры заданий/вопросов, пример экзаменационного билета
<i>Самостоятельная работа</i>			
1	Подготовка отчетов по результатам выполнения лабораторных работ	Форма проверки качества выполнения студентами лабораторных работ и заданий для СРС в соответствии с утвержденной программой.	Фонд практических заданий в рамках лабораторного практикума по дисциплине

Учебным планом на изучение дисциплины отводится два семестра. В дисциплине предусмотрены лабораторный практикум, контрольные мероприятия, курсовая работа. В конце семестра проводится итоговый контроль знаний.

Оценивание результатов освоения дисциплины производится в соответствии с балльно-рейтинговой системой. По дисциплине предусмотрен зачет.

Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме устного ответа на вопросы из билетов.

Критерии оценки по дисциплине

95-100 баллов:

- полное и своевременное выполнение на высоком уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, успешное прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать поставленные задачи;
- полная самостоятельность и творческий подход при изложении материала по программе дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины и преподавателем.

86- 94 балла:

- полное и своевременное выполнение на хорошем уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, успешное прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- хорошее владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать поставленные задачи в нестандартных производственных ситуациях;
- усвоение основной и дополнительной литературы, нормативных и законодательных актов, рекомендованных программой дисциплины и преподавателем.

69-85 баллов:

- своевременное выполнение на хорошем уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- хороший уровень культуры исполнения лабораторных работ;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- усвоение основной литературы;

51-68 баллов:

- выполнение на удовлетворительном уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- удовлетворительное владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

31 - 50 баллов – НЕ ЗАЧТЕНО:

- не выполнение, несвоевременное выполнение или выполнение на неудовлетворительном уровне лабораторных работ, не прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- недостаточно полный объем навыков и компетенции в рамках программы дисциплины;
- неумение использовать в практической деятельности научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными стилистическими и логическими ошибками;
- слабое владение программным обеспечением по разделам программы дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) производственных задач;
- способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

0-30 баллов, НЕ ЗАЧТЕНО:

- отсутствие умений, навыков, знаний и компетенции в рамках программы дисциплины;
- невыполнение лабораторных заданий, не прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса; отказ от ответов по программе дисциплины;
- игнорирование занятий по дисциплине по неуважительной причине.

Комплект заданий для итогового контроля знаний

Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме устного зачета.

Примерный перечень вопросов итогового контроля знаний:

1. Обусловленность матрицы, число обусловленности.
2. Метод исключения Гаусса.
3. Метод прогонки.
4. Формулы численного дифференцирования.
5. Формулы численного интегрирования.
6. Общий вид схем Рунге-Кутты.
7. Явные схемы Рунге-Кутты.
8. Обратные схемы Рунге-Кутты.
9. Схемы Розенброка.
10. Метод Рундсона.

Критерии оценки устного зачета

Устный ответ на зачете оценивается в соответствии с БРС и паспортом ФОС. Проверяется правильность и полнота ответов на вопросы билета.

Образцы экзаменационных билетов.

Билет № 1

1. Описать метод Ньютона оценить его погрешность приближения. Привести пример.
2. Написать общий вид обратных схем Рунге-Кутты и перечислить их свойства.

Билет № 2

1. Описать метод Гаусса в общем виде. Описать способ контроля точности вычисления для метода Гаусса. Привести пример.
2. Получить квадратурную формулу трапеций и оценить ее погрешность.

Билет № 3

1. Написать формулу симметричной производной. Исследовать ее остаточный член.
2. Написать общий вид схем Розенброка и перечислить их свойства.

Комплект разноуровневых задач (заданий)

по дисциплине Численные методы решения задач математического моделирования
(наименование дисциплины)

1. Задания репродуктивного уровня

В качестве заданий репродуктивного уровня предлагаются вопросы для самопроверки и обсуждения по темам разделов дисциплины.

Раздел "Математические модели. Примеры моделей, приводящих к начальным задачам для ОДУ"

- Постановка задачи внешней баллистики снаряда с учетом сопротивления воздуха на основе различных моделей. Влияние выбора модели на дальность стрельбы.
- Постановка задачи кинетики реакций.
- Постановка задачи радиоактивного распада.
- Постановка задачи о движении тела в среде с сопротивлением.

Раздел "Численный анализ"

- Приближенное значение величины.
- Абсолютная погрешность.
- Относительная погрешность.
- Верные, значащие, сомнительные цифры числа.
- Погрешности арифметических действий.
- Метод Ньютона
- Метод Гаусса.
- Модификации метода Гаусса.
- Нахождение определителя и обратной матрицы с помощью метода Гаусса.
- Формулы прямоугольников.
- Формула трапеций.
- Формула Симпсона.

Раздел "Одностадийные методы решения начальных задач для ОДУ"

- Процедура расчетов на сгущающихся сетках.
- Метод Рундсона.
- Свойства оценок погрешности по методу Рундсона.

Раздел "Одностадийные методы решения начальных задач для ОДУ"

- Явная схема Эйлера.
- Неявная схема Эйлера.
- Схемы Розенброка. Чисто неявная схема. Схема с комплексным коэффициентом.

Раздел "Многостадийные методы решения начальных задач для ОДУ "

- Схемы Рунге-Кутты. Общий вид.
- Явные схемы Рунге-Кутты. Свойства.
- Оптимальные обратные схемы. Свойства.

Раздел "Жесткие задачи Коши для ОДУ"

- Определение жесткости.
- Структура решения жесткой задачи.
- Какие численные методы можно применять для решения жестких задач Коши?

Оптимальные обратные схемы. Свойства.

Раздел "Краевые задачи для ОДУ"

- Постановка краевой задачи для ОДУ второго порядка.
- Сеточный метод решения краевых задач для ОДУ.

2. Задания реконструктивного уровня

В качестве заданий реконструктивного уровня предполагаются задания лабораторного практикума:

Лабораторная работа № 1. Изучение построения математических моделей на примере задачи внешней баллистики снаряда. Уточнение модели за счет учета более сложных процессов.

Лабораторная работа № 2. Реализация метода прогонки.

Лабораторная работа № 3. Реализация метода Ньютона.

Лабораторная работа № 4. Численное дифференцирование с использованием формул правой, левой и центральной производной.

Лабораторная работа № 5. Численное интегрирование гладких функций с использованием формул средних, трапеций и Симпсона.

Лабораторная работа № 6. Вычисление апостериорной оценки точности численного интегрирования с использованием метода Ричардсона.

Лабораторная работа № 7. Реализация явной схемы Эйлера. Расчет тестовой задачи с известным точным решением.

Лабораторная работа № 8. Реализация неявной схемы Эйлера. Расчет тестовой задачи с известным точным решением.

Лабораторная работа № 9. Реализация явно-неявной схемы Розенброка. Расчет тестовой задачи с известным точным решением.

Лабораторная работа № 10. Реализация одностадийной схемы Розенброка с комплексным коэффициентом.

Лабораторная работа № 11. Реализация явной схемы Рунге-Кутты 2-го порядка точности.

Лабораторная работа № 12. Реализация явной схемы Рунге-Кутты 4-го порядка точности.

Лабораторная работа № 13. Реализация оптимальной обратной схемы Рунге-Кутты 2-го порядка точности.

Лабораторная работа № 14. Реализация оптимальной обратной схемы Рунге-Кутты 4-го порядка точности.

Лабораторная работа № 15. Численная реализация решения мягких задач (движение материальной точки под действием внешних сил).

Лабораторная работа № 16. Численная реализация решения жестких задач (радиоактивный распад, кинетика реакций).

Лабораторная работа № 17. Численная реализация сеточного метода решения краевых задач для ОДУ.

Методические указания и шкала оценок.

Порядок выполнения лабораторной работы заключается в следующем:

- . Ознакомиться с разделами методических указаний к лабораторной работе, размещенными в ТУИС.
- . Выполнить задания по лабораторной работе.
- . Составить отчет, отражающий ход выполнения задания и его результаты. Допустимо использование издательских систем MS Word, LibreOffice, LaTeX т. п.
- . Загрузить отчет в ТУИС в сроки, установленные преподавателем.

Отчет должен содержать следующие элементы:

- . Титульный лист с указанием номера лабораторной работы и ФИО обучающегося
- . Формулировка задания работы.
- . Описание результатов выполнения задания:
 - . листинги программ,
 - . графики найденных решений.
- . Выводы, согласованные с заданием работы. Если заданий было несколько, то в тексте должны быть сделаны выводы по каждому заданию.

Критерии оценки выполнения заданий по лабораторным работам

Оценивается полнота выполнения работы, оформление результатов, полнота ответов на контрольные вопросы, если это предусмотрено заданием.