

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Автоматики и информационных технологий в управлении»

«СОГЛАСОВАНО»

Заведующий кафедрой АИТУ
_____/П.В. Бабаян/

18 05 2023 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе
_____/А.В. Корячко/

26 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки
Программирование и анализ данных

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2023

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,65	0,65	0,65	0,65
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,65	50,65	50,65	50,65
Контактная работа	50,65	50,65	50,65	50,65
Сам. работа	37,3	37,3	37,3	37,3
Часы на контроль	44,35	35,6	44,35	35,6
Письменная работа на курсе	11,7	11,7	11,7	11,7
Итого	144	135,25	144	135,25

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Левитин Аркадий Викторович



Рабочая программа дисциплины

Численные методы

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

составлена на основании учебного плана:

01.03.02 Прикладная математика и информатика

утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Автоматики и информационных технологий в управлении

Протокол от 18.05.2023 г. № 7

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Бабаян Павел Вартанович



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Автоматики и информационных технологий в управлении

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Автоматики и информационных технологий в управлении

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Автоматики и информационных технологий в управлении

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Автоматики и информационных технологий в управлении

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины «Численные методы» является формирование у студента представлений о численных методах решения математических задач на ЭВМ, углубление математического образования и развитие практических навыков в области прикладной математики.
1.2	Задачи дисциплины: изучение численных методов решения СЛАУ, численных методов решения нелинейных уравнений, численных методов приближения функций, методов численного дифференцирования и интегрирования, численных методов решения задачи Коши для ОДУ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Математика
2.1.2	Метрология, стандартизация и сертификация
2.1.3	Методы оптимизации
2.1.4	Физика
2.1.5	Ознакомительная практика
2.1.6	Учебная практика
2.1.7	Знать основные понятия и методы математического анализа
2.1.8	Знать основные понятия и методы алгебры и аналитической геометрии
2.1.9	Уметь использовать современное ПО для решения вычислительных задач
2.1.10	Уметь проводить сравнительный анализ применяемых методов решения задач
2.1.11	Владеть базовыми навыками алгоритмизации и программирования
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Производственная практика
2.2.2	Теория автоматического управления
2.2.3	Проектирование систем управления
2.2.4	Современные технологии в оптико-электронной технике
2.2.5	Основы мехатроники и робототехники
2.2.6	Идентификация и диагностика систем управления
2.2.7	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.8	Научно-исследовательская работа
2.2.9	Преддипломная практика
2.2.10	Производственная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	
ОПК-1.1. Использует фундаментальные знания, полученные в области математических наук при решении научных и технических задач в своей профессиональной деятельности	
Знать историю развития данной дисциплины, основные факты, имена учёных, внёсших значительный вклад в её становление. Основные теоретические сведения, методы и процедуры Уметь применять численные методы для решения практических задач Владеть навыками практического использования формул, методов и процедур численных методов	
ОПК-1.2. Использует фундаментальные знания, полученные в области естественных наук при решении научных и технических задач в своей профессиональной деятельности	

Знать основные положения, законы и методы в области естественных наук
Уметь использовать фундаментальные знания, полученные в области естественных наук при решении научных и технических задач в своей профессиональной деятельности
Владеть фундаментальными знаниями, полученными в области естественных наук при решении научных и технических задач в своей профессиональной деятельности

ОПК-2: Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

ОПК-2.1. Использует существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

Знать численные методы решения СЛАУ, численные методы решения нелинейных уравнений, методы численного дифференцирования и интегрирования, методы приближения функций, численные методы решения задачи Коши для ОДУ
Уметь выполнять программно-алгоритмическую реализацию изученных численных методов для решения конкретных вычислительных задач
Владеть : навыками расчета погрешностей решаемых вычислительных задач, оценки скорости сходимости итерационных процедур, оценки вычислительной сложности вычислительных алгоритмов

ОПК-2.2. Адаптирует существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

Знать способы адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач
Уметь адаптировать существующую программно-алгоритмическую реализацию изученных численных методов для решения конкретных вычислительных задач
Владеть навыками адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1 Знать:	
3.1.1	численные методы решения СЛАУ, численные методы решения нелинейных уравнений, методы численного дифференцирования и интегрирования, методы приближения функций, численные методы решения задачи Коши для ОДУ
3.2 Уметь:	
3.2.1	выполнять программно-алгоритмическую реализацию изученных численных методов для решения конкретных вычислительных задач
3.3 Владеть:	
3.3.1	навыками расчета погрешностей решаемых вычислительных задач, оценки скорости сходимости итерационных процедур, оценки вычислительной сложности

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Введение в численные методы					
1.1	Прямые и обратные вычислительные задачи. Понятие численного метода /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
1.2	/Лек/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет

1.3	/Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
1.4	Пять источников погрешностей вычислений. Абсолютная и относительная погрешности. Погрешности арифметических операций над приближенными числами. Погрешности вычисления функций. /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
1.5	/Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
1.6	/Лаб/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
1.7	/Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
1.8	Корректность и обусловленность вычислительной задачи. Итерационные методы и их сходимость /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
1.9	/Лек/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
1.10	/Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
	Раздел 2. Решение систем линейных алгебраических уравнений					

2.1	Постановка задачи численного решения СЛАУ. Нормы вектора и матрицы. Обусловленность задачи решения СЛАУ /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
2.2	/Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
2.3	/Ср/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
2.4	Прямые методы решения СЛАУ. Метод Гаусса со схемами единственного деления, частичного и полного выбора. Решение СЛАУ с помощью LU- разложения матриц. Метод квадратных корней /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
2.5	/Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
2.6	/Лаб/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
2.7	/Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
2.8	Итерационные методы решения СЛАУ. Метод простой итерации /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
2.9	/Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет

2.10	/Лаб/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
2.11	/Ср/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
	Раздел 3. Решение нелинейных уравнений					
3.1	Метод бисекции. Метод простой итерации. Метод Ньютона . Сходимость методов /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
3.2	/Лек/	5	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
3.3	/Лаб/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
3.4	/Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
	Раздел 4. Приближение функций					
4.1	Постановка задачи приближения функций. Понятие обобщенного и тригонометрического многочленов /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
4.2	/Лек/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет

4.3	/Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
4.4	Интерполирование функций. Интерполяция обобщенными многочленами. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
4.5	/Лек/	5	1,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
4.6	/Лаб/	5	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
4.7	/Ср/	5	2,3		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
4.8	Интерполяция сплайнами. Квадратичный и кубический сплайн /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
4.9	/Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
4.10	/Лаб/	5	0,75		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет

4.11	/Ср/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
4.12	Метод наименьших квадратов /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
4.13	/Лек/	5	1,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2	Курсовая работ, зачет
4.14	/Лаб/	5	0,75		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2	Курсовая работ, зачет
4.15	/Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2	Курсовая работ, зачет
	Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование					
5.1	Правые, левые и центральные разностные производные. Погрешности вычисления производных /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
5.2	/Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
5.3	/Лаб/	5	1,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
5.4	/Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет

5.5	Квадратурные формулы вычисления интегралов. Формулы прямоугольников, трапеций и Симпсона. Погрешности вычисления определенных интегралов /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
5.6	/Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
5.7	/Лаб/	5	1,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
5.8	/Ср/	5	7		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
	Раздел 6. Численные методы решения задачи Коши для ОДУ					
6.1	Задача Коши для ДУ первого порядка. Дискретный аналог ДУ. Устойчивость решения дискретной задачи Коши /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
6.2	/Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
6.3	/Лаб/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
6.4	/Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
6.5	Использование формулы Тейлора. Методы Эйлера и Эйлера – Коши, их геометрическая интерпретация /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет

6.6	/Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
6.7	/Лаб/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
6.8	/Ср/	5	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
6.9	Методы Рунге – Кутты. Линейные многошаговые методы. Методы Адамса /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет
6.10	/Лек/	5	3		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
6.11	/Лаб/	5	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
6.12	/Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
	Раздел 7. Промежуточная аттестация					
7.1	Контроль и иная контактная работа /Тема/	5	0			Курсовая работ, зачет

7.2	Подготовка курсовой работы /КПКР/	5	11,7		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, зачет
7.3	Защита курсовой работы /ИКР/	5	0,65	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-3 ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2	
7.4	/Кнс/	5	2			
7.5	Подготовка к экзамену /Экзамен/	5	35,6	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-3 ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Курсовая работ, экзамен

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Численные методы")

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л1.1	Мастяева И. Н., Семенихина О. Н.	Численные методы : учебное пособие	Москва: Евразийский открытый институт, Московский государственн ый университет экономики, статистики и информатики, 2003, 241 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/11121.html
Л1.2	Кондаков Н. С.	Основы численных методов : практикум	Москва: Московский гуманитарный университет, 2014, 92 с.	978-5-98079-981-6, http://www.iprbookshop.ru/39690.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.3	Махмутов М. М.	Лекции по численным методам	Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019, 237 с.	978-5-4344-0688-8, http://www.iprbookshop.ru/91951.html
Л1.4	Корнеев П. К., Тарасенко Е. О., Гладков А. В.	Численные методы. Ч.1 : учебное пособие	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017, 145 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/92622.html
Л1.5	Корнеев П. К., Тарасенко Е. О., Гладков А. В., Дерябин М. А.	Численные методы. Ч.2 : учебное пособие	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2018, 107 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/92623.html

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Буйначев С. К., Песин Ю. В.	Применение численных методов в математическом моделировании : учебное пособие	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014, 72 с.	978-5-7996-1197-2, http://www.iprbookshop.ru/66195.html
Л2.2	Олегин И. П., Красноруцкий Д. А.	Введение в численные методы : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018, 115 с.	978-5-7782-3632-5, http://www.iprbookshop.ru/91332.html
Л2.3	Гильмутдинов Р. Ф., Хабибуллина К. Р.	Численные методы : учебное пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018, 92 с.	978-5-7882-2427-5, http://www.iprbookshop.ru/95068.html
Л2.4	Пименов В. Г.	Численные методы. Часть 1 : учебное пособие	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013, 112 с.	978-5-7996-1032-6, http://www.iprbookshop.ru/68410.html
Л2.5	Пименов В. Г., Ложников А. Б.	Численные методы. Часть 2 : учебное пособие	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014, 108 с.	978-5-7996-1342-6, http://www.iprbookshop.ru/68411.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Левитин А.В.	Численное решение СЛАУ методом Гаусса и методом LU-разложения на языке Python : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2020,	, https://elibr.sreu.ru/ebs/download/2437
ЛЗ.2	Левитин А.В.	Численные методы : метод. указ. к курс. работе	Рязань, 2020, 16с.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Официальный интернет портал РГРТУ [электронный ресурс] http://www.rsreu.ru
Э2	Образовательный портал РГРТУ [электронный ресурс]. - Режим доступа: по паролю.- https://edu.rsreu.ru
Э3	Электронная библиотека РГРТУ [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - по паролю. - http://elibr.sreu.ru/
Э4	Электронно-библиотечная система IRPbooks [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю. - https://www.iprbookshop.ru/
Э5	Электронно-библиотечная система «Лань» [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю. - https://e.lanbook.com

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
OpenOffice	Свободное ПО
7 Zip	Свободное ПО
MATLAB	Коммерческая лицензия
Anaconda3	Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями
MathCAD	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.2	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru
6.3.2.3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	440 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, лабораторных работ, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специальная мебель (28 посадочных места), 14 компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, мультимедиа проектор, экран, доска.
2	447 учебно-административный корпус. Помещение для самостоятельной работы обучающихся 10 компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, учебный роботизированный стенд, видеокамеры, сервер данных
3	445 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специальная мебель (54 посадочных места), компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, мультимедиа проектор, экран, доска, колонки звуковые.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методическое обеспечение дисциплины "Численные методы")

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Автоматика и информационные технологии в управлении»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Б1.О.28 «Численные методы»

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

ОПОП академического бакалавриата

«Программирование и анализ данных»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2023 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретённых обучающимися на практических занятиях и лабораторных работах. При выполнении лабораторных работ применяется система оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных работ по каждому модулю определено графиком, утвержденным заведующим кафедрой.

На практических занятиях допускается использование либо системы «зачтено – не зачтено», либо рейтинговой системы оценки, при которой, например, правильно решенная задача оценивается определенным количеством баллов. При поэтапном выполнении учебного плана баллы суммируются. Положительным итогом выполнения программы является определенное количество набранных баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением экзамена. Форма проведения экзамена – устный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса и одна задача. В процессе подготовки к устному ответу экзаменуемый может составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки и т.п. Решение задачи также предоставляется в письменном виде.

Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Тема	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение в численные методы	ОПК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.2	зачет
2	Тема 2. Решение систем линей- ных алгебраических урав-	ОПК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.2	зачет, КР

№ п/п	Тема	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
	нений		
3	Тема 3. Решение нелинейных уравнений	ОПК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.2	зачет, КР
4	Тема 4. Приближение функций	ОПК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.2	зачет, КР
5	Тема 5. Численное дифференци- рование и интегрирование	ОПК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.2	зачет, КР
6	Тема 6. Численные методы реше- ния задачи Коши для ОДУ	ОПК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.2	зачет, КР

Критерии оценивания компетенций (результатов)

- 1) Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
- 2) Умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи.
- 3) Качество ответа на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, логичность.
- 4) Содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам.
- 5) Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении практических работ, систематическая активная работа на занятиях.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах развития культуры у студента нет. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной

оценки.

Типовые контрольные задания или иные материалы

Вопросы к зачету

1. «Колесо» современной научно-технической деятельности. Основные типы математических задач. Понятие численных методов.
2. Источники погрешностей вычислений.
3. Абсолютная и относительная погрешности.
4. Погрешности арифметических операций над приближенными числами.
5. Погрешности вычисления функций.
6. Корректность вычислительной задачи.
7. Обусловленность вычислительной задачи.
8. Итерационные методы и их сходимость.
9. Нормы вектора и матрицы.
10. Обусловленность задачи решения СЛАУ.
11. Метод Гаусса решения СЛАУ. Схемы единственного деления, частичного и полного выбора.
12. Решение СЛАУ с помощью LU- разложения матриц.
13. Метод квадратных корней для решения СЛАУ.
14. Метод простой итерации для решения СЛАУ.
15. Метод бисекции для решения нелинейного уравнения.
16. Метод простой итерации для решения нелинейного уравнения.
17. Метод Ньютона для решения нелинейного уравнения.
18. Постановка задачи приближения функций.
19. Интерполяция функций обобщенными многочленами.
20. Полиномиальная интерполяция функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
21. Интерполяция сплайнами.
22. Метод наименьших квадратов в задаче приближения функций.
23. Методы численного дифференцирования функций.
24. Методы численного интегрирования функций. Формулы прямоугольников.
25. Методы численного интегрирования функций. Формула трапеций.
26. Методы численного интегрирования функций. Формула Симпсона.
27. Задача Коши для ДУ 1-го порядка.

28. Использование формулы Тейлора для решения задачи Коши.
29. Методы Эйлера для решения задачи Коши.
30. Методы Эйлера – Коши для решения задачи Коши.
31. Методы Рунге–Кутты для решения задачи Коши.
32. Методы Адамса для решения задачи Коши.

Перечень лабораторных и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Введение в численные методы	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы.	12
		Лабораторная работа	Абсолютная и относительная погрешности. Погрешности арифметических операций над приближенными числами. Погрешности вычисления функций.	2
2	Решение систем линейных алгебраических уравнений	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы.	13
		Лабораторная работа	Решение СЛАУ методом Гаусса, с помощью LU- разложения матриц, методом квадратных корней и методом простой итерации.	4
3	Решение нелинейных уравнений	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы.	12
		Лабораторная работа	Решение нелинейных уравнений методом бисекции, методом простой итерации и методом Ньютона.	2
4	Приближение функций	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы.	12
		Лабораторная работа	Интерполяция функций обобщенными многочленами. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.	2
5	Численное дифференцирование и интегрирование	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы.	13
		Лабораторная работа	Вычисление производных функций. Вычисление определенных интегралов методами прямоугольников, трапеций и методом	3

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудо- ем- кость, часов
			Симпсона.	
6	Численные методы решения задачи Коши для ОДУ	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы.	13
		Лабораторная работа	Решение задачи Коши методами Эйлера, Эйлера – Коши, Рунге – Кутты и Адамса.	3

Типовые задания для лабораторных и курсовых работ

Лабораторная работа 1. Абсолютная и относительная погрешности. Погрешности арифметических операций над приближенными числами. Погрешности вычисления функций.

Задание 1. Определить, какое приближение точнее: $9/11 \approx 0.818$; $\sqrt{18} \approx 4.24$.

Задание 2. Округлить сомнительные цифры числа, оставив верные знаки:

а) в узком смысле ;б) в широком смысле.

а) 72.353 (± 0.026); б) 2.3544, $\delta = 0.2\%$.

Задание 3. Вычислить и определить погрешности результата

$$\frac{m^2 n^3}{\sqrt{k}}, \text{ где } m = 28.3 (\pm 0.02), n = 7.45 (\pm 0.01), k = 0.678 (\pm 0.003).$$

Задание 4. Пусть корни квадратного уравнения $x^2 + bx + c = 0$ вычисляются при значениях коэффициентов $b \approx 10^3$, $c \approx 1$. Каково влияние погрешностей задания коэффициентов на точность вычисляемых значений?

Лабораторная работа 2. Решение СЛАУ методом Гаусса, с помощью LU- разложения матриц, методом квадратных корней и методом простой итерации.

Задание 1. Решить систему линейных уравнений с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$ различными способами с использованием системы Matlab:

а) методом Гаусса (по схеме единственного деления)

б) методом простой итерации;

с) с помощью LU- разложения матриц.

Вариант 1.

$$\begin{cases} 3,01x_1 - 0,14x_2 - 0,15x_3 = 1,00, \\ 1,11x_1 + 0,13x_2 - 0,75x_3 = 0,13, \\ 0,17x_1 - 2,11x_2 + 0,71x_3 = 0,17; \end{cases}$$

Вариант 2.

$$\begin{cases} -0,20x_1 + 1,60x_2 - 0,10x_3 = 0,30, \\ -0,30x_1 + 0,10x_2 - 1,50x_3 = 0,40, \\ 1,20x_1 - 0,20x_2 + 0,30x_3 = -0,60; \end{cases}$$

Вариант 3.

$$\begin{cases} 9,12x_1 + 5,63x_2 + 7,81x_3 = 9,80, \\ 3,84x_1 + 5,15x_2 + 2,86x_3 = 6,77, \\ 4,18x_1 + 5,79x_2 + 1,21x_3 = 5,82; \end{cases}$$

Вариант 4.

$$\begin{cases} -1,14x_1 - 0,04x_2 + 0,21x_3 = -1,24, \\ 0,25x_1 - 1,23x_2 - 0,17x_3 = 0,95, \\ -0,21x_1 - 0,17x_2 + 0,80x_3 = 2,56; \end{cases}$$

Вариант 5.

$$\begin{cases} 0,73x_1 + 1,24x_2 - 0,38x_3 = 0,58, \\ 1,25x_1 + 0,66x_2 - 0,78x_3 = 0,66, \\ 0,75x_1 + 1,22x_2 - 0,83x_3 = 0,92; \end{cases}$$

Задание 2. Сформировать СЛАУ с симметричной положительно определенной матрицей размерности 5×5 с использованием датчика псевдослучайных чисел и решить ее методом квадратных корней.

Лабораторная работа 3. Решение нелинейных уравнений методом бисекции, методом простой итерации и методом Ньютона.

Задание 1. Отделить корни заданного уравнения:

а) графически;

б) с использованием системы Matlab.

Задание 2. С помощью системы Matlab. вычислить один корень уравнения с точностью $\varepsilon=10^{-3}$, используя метод простой итерации.

Задание 3. Составить программу для вычисления с помощью системы Matlab всех корней заданного уравнения методом бисекции с точностью $\varepsilon=10^{-6}$.

Задание 4. Составить программу для вычисления с помощью системы Matlab одного корня заданного уравнения методом Ньютона с точностью $\varepsilon=10^{-6}$.

Вариант 1. $\cos x - (x-1)^2 = 0;$

Вариант 2. $8\cos x - x = 6;$

Вариант 3. $0,5^x + 1 = (x - 2)^2;$

Вариант 4. $2x - \lg x - 7 = 0;$

Вариант 5. $x \cdot \ln(x + 1) = 1.$

Лабораторная работа 4. Интерполяция функций обобщенными многочленами. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.

Задание 1. По заданной таблице значений функции составить формулу интерполяционного многочлена Лагранжа. Построить его график и отметить на нем узловые точки.

Вариант 1.

x	2	3	5
y	4	1	7

Вариант 2.

x	0	2	3
y	-1	-4	2

Вариант 3.

x	-1	0	3
y	7	-1	4

Вариант 4.

x	7	9	13
y	2	-2	3

Вариант 5.

x	3	5	7
y	4	-1	7

Задание 2. Вычислить одно значение заданной функции для промежуточного значения аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа и оценить погрешность интерполяции.

x	$f(x) = \frac{\lg x}{x} + x^2$
1,3	1,7777
2,1	4,5634
3,7	13,8436
4,5	20,3952
6,1	37,3387
7,7	59,4051
8,5	72,3593

Номер варианта	X
1	1,7
2	2,8
3	4,1
4	5,2
5	7,3

Лабораторная работа 5. Вычисление производных функций. Вычисление определенных интегралов методами прямоугольников, трапеций и методом Симпсона.

Задание 1. Вычислить значение производной функции, заданной таблично, оценить погрешность метода.

номер варианта	функция $f(x)$	x_0
1	$\sin x$	0,6
2	$\cos x$	0,05
3	$\sin x$	1,05
4	$\cos x$	0,85
5	$\sin x$	0,95

Задание 2. Вычислить интеграл заданной функции при $n=10$ по формуле:

а) прямоугольников;

б) трапеций;

в) Симпсона.

Произвести оценку погрешности методов интегрирования.

$$1. \int_{1,2}^{2,2} \frac{\lg(x+2)}{x} dx;$$

$$3. \int_{0,8}^{1,8} \frac{\sin(2x)}{x^2} dx;$$

$$5. \int_{-1}^1 (x - e^{2x}) dx;$$

$$2. \int_{0,4}^{2,4} \frac{e^{0,03x}}{x} dx;$$

$$4. \int_{1,6}^{3,6} \frac{x}{2} \cdot \lg\left(\frac{x^2}{2}\right) dx;$$

Лабораторная работа 5. Решение задачи Коши методами Эйлера, Эйлера – Коши,

Рунге – Кутты и Адамса.

Задание 1. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$ на отрезке $[a; b]$ при заданном начальном условии $y(a)=c$ и шаге интегрирования h :

- 1) методом Эйлера, построить график интегральной кривой;
- 2) методом Эйлера– Коши, построить график интегральной кривой;
- 3) методом Рунге– Кутта, построить график интегральной кривой;
- 4) методом Адамса, построить график интегральной кривой.

Номер варианта	$f(x, y)$	a	b	c	h
1	$1 - \sin(0,75x - y) + \frac{1,7}{x}$	0	1	0	0,1
2	$x + \cos \frac{y}{\sqrt{5}}$	1,8	2,8	2,6	0,1
3	$xy + \sin x$	0	1	2	0,1
4	$\cos(1,5x - y^2) - 1,3$	-1	1	0,2	0,2
5	$1 + 0,2y \cdot \sin x - y^2$	0	1	0	0,1

Составил
доцент кафедры АИТУ
к.т.н., доцент

А.В. Левитин

Заведующий кафедрой АИТУ
к.т.н., доцент

П.В. Бабаян