

**Автономная некоммерческая организация
профессионального образования
«Пятигорский техникум экономики и инновационных технологий»
(АНО ПО «ПТЭИТ»)**



УТВЕРЖДАЮ:
Директор АНО ПО «ПТЭИТ»
В.М.Вазагов В.М.Вазагов
«16» августа 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОП.10 Численные методы

для студентов специальности

09.02.07 Информационные системы и программирование

Квалификация: Специалист по информационным системам

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (СПО) 09.02.07 Информационные системы и программирование (Приказ Минобрнауки России от 09.12.2016 № 1547)

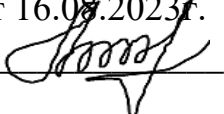
Организация-разработчик: Автономная некоммерческая организация профессионального образования «Пятигорский техникум экономики и инновационных технологий»

Разработчик: Кононюк Т.Д., преподаватель базовой квалификационной категории АНО ПО «ПТЭИТ»

РАССМОТРЕНА

отделением информационно-технических дисциплин

Протокол №1 от 16.08.2023г.

Зав.отделением  Шныров И.В.

СОГЛАСОВАНА

на заседании УМС

Протокол №1 от 16.08.2023г

 Көдякова О.А.

Рецензенты

Мантый Ф.М. - преподаватель АНО ПО «ПТЭИТ»

Баранская М.Ф. – преподаватель информационных дисциплин АЧОУ ВО «Институт Управления, Бизнеса и Права», г. Пятигорск

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ**
- 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОП.10. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

1.1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы. Учебная дисциплина «Численные методы» принадлежит к общепрофессиональному циклу.

1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны освоить следующие общие (ОК) и профессиональные (ПК) компетенции:

ОК01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.

ПК 1.1. Формировать алгоритмы разработки программных модулей в соответствии с техническим заданием.

ПК 1.2. Разрабатывать программные модули в соответствии с техническим заданием.

ПК 1.5. Осуществлять рефакторинг и оптимизацию программного кода.

ПК 3.4. Проводить сравнительный анализ программных продуктов и средств разработки, с целью выявления наилучшего решения согласно критериям, определенным техническим заданием.

ПК 5.1. Собирать исходные данные для разработки проектной документации на информационную систему.

ПК 9.2. Разрабатывать веб-приложение в соответствии с техническим заданием.

ПК 10.1. Обработать статический и динамический информационный контент.

ПК 11.1. Осуществлять сбор, обработку и анализ информации для проектирования баз данных.

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 1, 2, 4, 5, 9, 10, ПК 1.1, 1.2, 1.5, ПК 3.4, ПК 5.1, ПК 9.2, ПК 10.1, ПК 11.1.	использовать основные численные методы решения математических задач; выбирать оптимальный численный метод для решения поставленной задачи; давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; разрабатывать алгоритмы и программы для решения вычислительных задач, учитывая	методы хранения чисел в памяти электронно-вычислительной машины (далее – ЭВМ) и действия над ними, оценку точности вычислений; методы решения основных математических задач – интегрирования, дифференцирования, решения линейных и трансцендентных уравнений и систем уравнений с помощью ЭВМ.

	необходимую точность получаемого результата.	
--	---	--

В результате освоения рабочей программы обучающийся должен достичь следующих личностных результатов:

- ЛР 1 Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.
- ЛР 2 Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости, экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующий и участвующий в деятельности общественных организаций.
- ЛР 3 Соблюдающий нормы правопорядка, следующий идеалам гражданского общества, обеспечения безопасности, прав и свобод граждан России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным и девиантным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих.
- ЛР 4 Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде лично и профессионально конструктивного «цифрового следа».
- ЛР 5 Демонстрирующий приверженность к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России.
- ЛР 6 Проявляющий уважение к людям старшего поколения и готовность к участию в социальной поддержке и волонтерских движениях.
- ЛР 7 Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.
- ЛР 8 Проявляющий и демонстрирующий уважение к представителям различных этнокультурных, социальных, конфессиональных и иных групп. Сопричастный к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства.
- ЛР 9 Соблюдающий и пропагандирующий правила здорового и безопасного образа жизни, спорта; предупреждающий либо преодолевающий зависимости от алкоголя, табака, психоактивных веществ, азартных игр и т.д. Сохраняющий психологическую устойчивость в ситуативно сложных или стремительно меняющихся ситуациях.
- ЛР 10 Заботящийся о защите окружающей среды, собственной и чужой безопасности, в том числе цифровой.
- ЛР 11 Проявляющий уважение к эстетическим ценностям, обладающий основами эстетической культуры.
- ЛР 12 Принимающий семейные ценности, готовый к созданию семьи и воспитанию детей; демонстрирующий неприятие насилия в семье, ухода от родительской ответственности, отказа от отношений со своими детьми и их финансового содержания.
- ЛР 13 Демонстрирующий умение эффективно взаимодействовать в команде, вести диалог, в том числе с использованием средств коммуникации
- ЛР 14 Демонстрирующий навыки анализа и интерпретации информации из различных источников с учетом нормативно-правовых норм
- ЛР 15 Демонстрирующий готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем в часах
Объем образовательной программы	59
в том числе:	
теоретическое обучение	19
практические занятия	38
Консультации	2
Промежуточная аттестация в форме диф.зачета	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины «ОП.10. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

<i>Наименование разделов и тем</i>	<i>Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Тема 1. Элементы теории погрешностей	Содержание учебного материала Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. В том числе практических занятий и лабораторных работ Вычисление погрешностей результатов арифметических действий над приближёнными числами.	6	ОК 1, 2, 4, 5, 9, 10, ПК 1.1, 1.2, 1.5, ПК 3.4, ПК 5.1, ПК 9.2, ПК 10.1, ПК 11.1.
Тема 2. Приближённые решения алгебраических и трансцендентных уравнений	Содержание учебного материала Постановка задачи локализации корней. Численные методы решения уравнений. В том числе практических занятий и лабораторных работ Решение алгебраических и трансцендентных уравнений методом половинного деления и методом итераций. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений методами хорд и касательных.	10	ОК 1, 2, 4, 5, 9, 10, ПК 1.1, 1.2, 1.5, ПК 3.4, ПК 5.1, ПК 9.2, ПК 10.1, ПК 11.1.
Тема 3. Решение систем линейных алгебраических уравнений	Содержание учебного материала Метод Гаусса. Метод итераций решения СЛАУ. Метод Зейделя. В том числе практических занятий и лабораторных работ Решение систем линейных уравнений приближёнными методами	10	ОК 1, 2, 4, 5, 9, 10, ПК 1.1, 1.2, 1.5, ПК 3.4, ПК 5.1, ПК 9.2, ПК 10.1, ПК 11.1.
Тема 4. Интерполирование и экстраполирование функций	Содержание учебного материала Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционные формулы Ньютона. Интерполирование сплайнами. В том числе практических занятий и лабораторных работ Составление интерполяционных формул Лагранжа, Ньютона, нахождение интерполяционных многочленов сплайнами	10	ОК 1, 2, 4, 5, 9, 10, ПК 1.1, 1.2, 1.5, ПК 3.4, ПК 5.1, ПК 9.2, ПК 10.1, ПК 11.1.
Тема 5. Численное интегрирование	Содержание учебного материала Формулы Ньютона - Котеса: методы прямоугольников, трапеций, парабол.	10	ОК 1, 2, 4, 5, 9, 10,

	Интегрирование с помощью формул Гаусса.		ПК 1.1, 1.2, 1.5, ПК 3.4, ПК 5.1, ПК 9.2, ПК 10.1, ПК 11.1.
	В том числе практических занятий и лабораторных работ		
	Вычисление интегралов методами численного интегрирования		
Тема 6. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	Содержание учебного материала	11	ОК 1, 2, 4, 5, 9, 10, ПК 1.1, 1.2, 1.5, ПК 3.4, ПК 5.1, ПК 9.2, ПК 10.1, ПК 11.1.
	Метод Эйлера. Уточнённая схема Эйлера.		
	Метод Рунге – Кутты.		
	В том числе практических занятий и лабораторных работ		
	Применение численных методов для решения дифференциальных уравнений.		
Консультации		2	
Всего:		59	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОП.10. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

3.1. Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

Кабинет «Математические дисциплины», оснащенный оборудованием и техническими средствами обучения:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением- 1 шт.,
- мультимедиа-проектор- 1 шт.,

Демонстрационные материалы по дисциплине:

- стенд – 1 шт.,
 - плакат – 4 шт.,
 - таблица – 2 шт.,
- портреты математиков – 3 шт.

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемых для использования в образовательном процессе

3.2.1. Печатные и электронные издания

Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 636 с. — ISBN 978-5-00101-836-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126099> (дата обращения: 24.02.2021).

Слабнов, В. Д. Численные методы и программирование : учебное пособие для спо / В. Д. Слабнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 460 с. — ISBN 978-5-8114-6351-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156628> (дата обращения: 24.02.2021).

Колпачёв, В. Н. Численные методы. Опорные конспекты : учебное пособие / В. Н. Колпачёв. — Воронеж : ВИВТ, 2019. — 120 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157488> (дата обращения: 24.02.2021).

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОП.10. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

<i>Результаты обучения</i>	<i>Критерии оценки</i>	<i>Формы и методы оценки</i>
<p><i>Перечень знаний, осваиваемых в рамках дисциплины:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • методы хранения чисел в памяти электронно-вычислительной машины (далее – ЭВМ) и действия над ними, оценку точности вычислений; • методы решения основных математических задач – интегрирования, дифференцирования, решения линейных и трансцендентных уравнений и систем уравнений с помощью ЭВМ. 	<p>«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.</p> <p>«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.</p> <p>«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.</p> <p>«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.</p>	<p>Примеры форм и методов контроля и оценки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Компьютерное тестирование на знание терминологии по теме • Тестирование • Контрольная работа • Самостоятельная работа • Защита реферата • Семинар • Защита курсовой работы (проекта) • Выполнение проекта
<p><i>Перечень умений, осваиваемых в рамках дисциплины:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать основные численные методы решения математических задач; • выбирать оптимальный численный метод для решения поставленной задачи; • давать математические характеристики точности исходной информации и 		<ul style="list-style-type: none"> • Наблюдение за выполнением практического задания. (деятельностью студента) • Оценка выполнения практического задания(работы) • Подготовка и выступление с докладом, сообщением, презентацией • Решение ситуационной задачи

<p>оценивать точность полученного численного решения;</p> <ul style="list-style-type: none">• разрабатывать алгоритмы и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата.		
---	--	--

**Автономная некоммерческая организация
профессионального образования
«Пятигорский техникум экономики и инновационных технологий»
(АНО ПО «ПТЭИТ»)**



УТВЕРЖДАЮ:
Директор АНО ПО «ПТЭИТ»
В.М. Вазагов В.М.Вазагов
«16» августа 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОП.10 Численные методы

для студентов специальности

09.02.07 Информационные системы и программирование

Квалификация: Специалист по информационным системам

г. Пятигорск, 2023 г.

ФОС учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (СПО) 09.02.07 Информационные системы и программирование (Приказ Минобрнауки России от 09.12.2016 № 1547)

Организация-разработчик: Автономная некоммерческая организация профессионального образования «Пятигорский техникум экономики и инновационных технологий»

Разработчик: Кононюк Т.Д., преподаватель базовой квалификационной категории АНО ПО «ПТЭИТ»

РАССМОТРЕН

отделением информационно-технических дисциплин

Протокол №1 от 16.08.2023г.

Зав.отделением  Шныров И.В.

СОГЛАСОВАН

на заседании УМС

Протокол №1 от 16.08.2023г

 Көдякова О.А.

Рецензенты

Цамакаева Г.П. - преподаватель высшей квалификационной категории АНО ПО «ПТЭИТ»

Баранская М.Ф. – преподаватель информационных дисциплин АЧОУ ВО «Институт Управления, Бизнеса и Права», г. Пятигорск

СОДЕРЖАНИЕ

1	ПАСПОРТ ФОС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ	4
2	СТРУКТУРА И ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7

1 ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

1.1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины ОП.10 «Численные методы».

ФОС разработан на основании программы подготовки специалиста среднего звена по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование.

1.2 Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

В ходе аттестации по дисциплине осуществляется проверка следующих умений, знаний и формирования общих и профессиональных компетенций.

Результаты обучения (умения, знания)	Основные показатели оценки результатов
У.1 Использовать основные численные методы решения математических задач.	Устный опрос, тестирование, решение задач
У.2 Выбирать оптимальный численный метод для решения поставленной задачи.	Устный опрос, тестирование, решение задач
У.3 Давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения.	Устный опрос, тестирование, решение задач
У.4 Разрабатывать алгоритмы и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата.	Устный опрос, тестирование, решение задач
З.1 Методы хранения чисел в памяти электронно-вычислительной машины (далее – ЭВМ) и действия над ними, оценку точности вычислений.	Устный опрос, тестирование, выполнение индивидуальных заданий различной сложности.
З.2 Методы решения основных математических задач – интегрирования, дифференцирования, решения линейных и трансцендентных уравнений и систем уравнений с помощью ЭВМ.	Оценка ответов в ходе эвристической беседы, тестирование.

Код	Наименование компетенций
ОК 1.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 2.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 4.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 5.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 9.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.
ПК 1.1.	Формировать алгоритмы разработки программных модулей в соответствии с техническим заданием.
ПК 1.2.	Разрабатывать программные модули в соответствии с техническим заданием.
ПК 1.5.	Осуществлять рефакторинг и оптимизацию программного кода.
ПК 3.4.	Проводить сравнительный анализ программных продуктов и средств разработки, с целью выявления наилучшего решения согласно критериям, определенным техническим заданием.
ПК 5.1.	Собирать исходные данные для разработки проектной документации на информационную систему.
ПК 9.2.	Разрабатывать веб-приложение в соответствии с техническим заданием.
ПК 10.1.	Обрабатывать статический и динамический информационный контент.
ПК 11.1.	Осуществлять сбор, обработку и анализ информации для проектирования баз данных.

1.3 Критерии оценки знаний и умений

Билет на дифференцированный зачет состоит из пяти вопросов.

Оценка «отлично» ставится при полном ответе на билет. Возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые студент легко исправил по замечанию преподавателя.

Оценка «хорошо» ставится, если студент ответил на весь билет с небольшими ошибками или недочётами, легко исправленные по замечанию преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса, допущены ошибки в определении понятий; студент не справился с применением теории в новой ситуации при выполнении практического задания.

Оценка «не удовлетворительно» ставится, если не раскрыто основное содержание учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании

математической терминологии, в рисунках, чертежах или графиках, в выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя.

Шкала оценки образовательных достижений

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	неудовлетворительно

2 СТРУКТУРА И ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вопросы и задания	Код
<i>2.1 Перечень теоретических вопросов к зачету</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Приближенные числа и действия над ними. 2. Приближенные значения. Абсолютная и относительная погрешность. Верные и значащие цифры. 3. Представление чисел в ЭВМ. Вычисление погрешностей арифметических действий. 4. Учет погрешностей вычислений по заданной формуле. Вычисления по правилам подсчета цифр. 5. Вычисления со строгим учетом предельных абсолютных погрешностей. 6. Вычисления по методу границ. 7. Отделение и уточнение корня уравнения методом половинного деления. 8. Метод простой итерации для решения уравнений. 9. Нахождение корня уравнения методом касательных. 10. Нахождение корня уравнения методом хорд. 11. Нахождение корня уравнения методом хорд и касательных. 12. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) численными методами. Метод Гаусса. 13. Метод простой итерации для системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). 14. Интерполяционный многочлен Лагранжа. 15. Первая интерполяционная формула Ньютона. 16. Вторая интерполяционная формула Ньютона. 	У1-У4, 31,32

<p>17. Экстраполирование функций.</p> <p>18. Численное интегрирование. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.</p> <p>19. Численное интегрирование. Формулы трапеций.</p> <p>20. Численное интегрирование. Формула Симпсона.</p> <p>21. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.</p> <p>22. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты.</p> <p>23. Численное решение задач оптимизации.</p> <p>24. Поиск минимума функции одной переменной.</p> <p>25. Поиск минимума функции многих переменных.</p>	
---	--

2.2 Типовые практические задания к зачету

<p>1. Составьте программу интегрирования по формуле Симпсона с использованием оценки точности методом повторного счета.</p> <p>2. Функция $y = 1 - x^2 e^{-x}$ имеет единственный минимум на отрезке $[0; 5]$. Найдите его методом дихотомии с точностью до $1 \cdot 10^{-5}$.</p> <p>3. Дан интеграл $I = \int_{0,1}^{0,485} \frac{\sin(x)}{x}$. Найдите приближенное значение интеграла I по формуле трапеций и Симпсона с точностью до 10^{-3}.</p> <p>4. Решите методом Эйлера дифференциальное уравнение $y' = \cos y + 3x$ с начальным значением $y(0) = 1,3$ на отрезке $[0; 1]$, приняв шаг $h=0,2$.</p> <p>5. Уточните корень уравнения $\sin(2x) - \ln(x) = 0$ методом половинного деления на отрезке $[1,3; 1,5]$ с точностью до $1 \cdot 10^{-4}$.</p> <p>6. Вычислите интеграл $I = \int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ по формуле Симпсона, разделив отрезок $[0; 1]$ на 10 равных частей. Оцените погрешность вычислений.</p> <p>7. Функция $y = 1 - x^2 e^{-x}$ имеет единственный минимум на отрезке $[0; 5]$. Найдите его методом золотого сечения с точностью до $1 \cdot 10^{-5}$.</p> <p>8. В результате пятикратных измерений периода колебаний маятника студент получил результаты (в секундах): 4,8; 5; 4,9; 4,8 и 5. Основываясь на этих результатах установите наилучшее приближение значения периода и его границы абсолютной и относительной погрешностей.</p> <p>9. В результате измерения длины стола линейкой сантиметровыми делениями установлено, что значение длины находится между делениями 99 и 100 см. Укажите границы абсолютной и относительной погрешностей значений длины, если за наилучшее приближение принято ее среднее значение 99,5 см.</p> <p>10. Дана функция, заданная таблицей</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>x</td> <td>2</td> <td>2,14</td> <td>2,28</td> <td>2,42</td> <td>2,56</td> <td>2,7</td> <td>2,84</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>7,27</td> <td>7,72</td> <td>7,89</td> <td>7,74</td> <td>7,2</td> <td>76,23</td> <td>4,79</td> </tr> </table> <p>Вычислите значение этой функции в точке 2,6, используя схему ручных вычислений по интерполяционной формуле Ньютона.</p> <p>11. Составьте программу интегрирования по формуле трапеций с использованием оценки точности методом повторного счета.</p>	x	2	2,14	2,28	2,42	2,56	2,7	2,84	y	7,27	7,72	7,89	7,74	7,2	76,23	4,79	<p>У1-У4, 31,32</p>
x	2	2,14	2,28	2,42	2,56	2,7	2,84										
y	7,27	7,72	7,89	7,74	7,2	76,23	4,79										

12. Уточните корень уравнения $\sin(2x) - \ln(x) = 0$ методом простой итерации на отрезке $[1,3; 1,5]$ с точностью до $1 \cdot 10^{-4}$.

13. Вычислите интеграл $I = \int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ по формуле трапеций, разделив отрезок $[0; 1]$ на 5 равных частей. Оцените погрешность вычислений.

14. Дана функция, заданная таблицей

x	0,12	2,32	2,83	4,57	6,39
y	-4,29	0,38	2,93	3,72	1,23

Вычислите значение этой функции в точке 1,36, используя схему ручных вычислений по формуле Лагранжа.

15. Произведите указанные действия и определите абсолютные и относительные погрешности результатов (исходные числа заданы верными в строгом смысле цифрами):

а) $24,37 - 9,18$;

б) $18,437 + 24,9$;

в) $0,65 \cdot 1984$

г) $8124,6 / 2,9$

16. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} 2x_1 - 5x_2 + x_3 = -2; \\ 2x_1 + 1,2x_2 - 4,3x_3 = -1,1; \\ -6x_1 + 3,3x_2 + 2x_3 = -0,7. \end{cases}$$

методом простой итерации с помощью программы для ЭВМ.

2.3 Типовые билеты для подготовки к дифференцированному зачету (по темам)

Тема 1. Элементы теории погрешностей

Вариант 1

1. Определить какое из равенств $\frac{7}{3} = 2,33$; $\sqrt{42} = 6,48$ точнее.

2. Округлить сомнительные цифры числа $3,4852 \pm 0,0047$, оставив верные знаки:

а) в узком смысле;

б) в широком смысле.

Определить предельные абсолютную и относительную погрешности результата.

3. Найти предельные абсолютную и относительную погрешности числа 245,67, если он имеет только верные цифры: 1) в узком смысле; 2) в широком смысле.

4. Вычислить и определить предельные абсолютную и относительную погрешности результата. Исходное выражение,

$$X = \frac{m \cdot [a - b]^2}{c^3}, \quad \text{где} \quad a = 5,14 \pm 0,005, \quad b = 2,44 \pm 0,006,$$

$$c = 7,2 \pm 0,07, \quad m = 7,8 \pm 0,05.$$

5. Вычислить и определить предельные абсолютную и относительную погрешности результата, пользуясь общей формулой погрешности: 1) в узком смысле; 2) в широком смысле.

У1-У4,
31,32

Исходное выражение, $X = \frac{\lg m \cdot \sqrt{a + \sqrt{b}}}{(c - a)^2}$, где $a = 5,14 \pm 0,005$,
 $b = 2,44 \pm 0,006$, $c = 7,2 \pm 0,07$, $m = 7,8 \pm 0,05$.

Вариант 2

1. Определить какое из равенств $21/29 = 0,724$; $\sqrt{83} = 9,11$ точнее.
2. Округлить сомнительные цифры числа $0,48652 \pm 0,0089$, оставив верные знаки:

а) в узком смысле;

б) в широком смысле.

Определить предельные абсолютную и относительную погрешности результата.

3. Найти предельные абсолютную и относительную погрешности числа $2,6087$, если он имеет только верные цифры: 1) в узком смысле; 2) в широком смысле.
4. Вычислить и определить предельные абсолютную и относительную погрешности результата. Исходное выражение,

$$X = \frac{m \cdot [a + b]^2}{\sqrt[3]{c^2}}$$
, где $a = 3,85 \pm 0,01$, $b = 20,18 \pm 0,002$,
 $c = 2,04 \pm 0,01$, $m = 7,2 \pm 0,07$.

5. Вычислить и определить предельные абсолютную и относительную погрешности результата, пользуясь общей формулой погрешности: 1) в узком смысле; 2) в широком смысле.

Исходное выражение, $X = \frac{m \cdot [a + b]^2}{\sqrt[3]{c^2}}$, где $a = 3,85 \pm 0,01$,
 $b = 20,18 \pm 0,002$, $c = 2,04 \pm 0,01$, $m = 7,2 \pm 0,07$.

Тема 1. Элементы теории погрешностей

Вариант 1

1. Как оформляются вычисления со строгим учетом предельных погрешностей при пооперационном учете ошибок?
2. Произведите указанные действия и определите абсолютные и относительные погрешности результатов:

а) $24,1 - 0,037$;

б) $24,1 + 1,038$;

в) $0,65 \cdot 19,84$

г) $8124,6 / 2,8$

3. Исходные значения аргумента заданы цифрами, верными в строгом смысле. Произведите вычисления и определите число верных в строгом смысле цифр в следующих значениях элементарных функций:

а) $\arctg(8,45)$;

б) $e^{2,01}$

4. Вычислите значения заданных выражений по правилам подсчета цифр двумя способами:

1) С пооперационным анализом результатов;

У1-У4,
31,32

<p>2) С итоговой оценкой окончательного результата (у числовых данных все цифры верные):</p> <p>а) $\frac{\sqrt[3]{26,77}}{e^{3,95} - 7,08^2} + 2,34^{1,27}$;</p> <p>б) $\frac{\ln(6,93^3 + 4,5)}{\sqrt{34,8}}$</p> <p>Вариант 2</p> <p>1. По какой причине в вычислениях следует избегать вычитания близких по величине чисел?</p> <p>2. Произведите указанные действия и определите абсолютные и относительные погрешности результатов:</p> <p>а) $224,1 - 0,0987$;</p> <p>б) $34,16 + 1,8$;</p> <p>в) $1,65 \cdot 29,874$</p> <p>г) $824,6 / 2,81$</p> <p>3. Исходные значения аргумента заданы цифрами, верными в строгом смысле. Произведите вычисления и определите число верных в строгом смысле цифр в следующих значениях элементарных функций:</p> <p>а) $\operatorname{tg}(8,45)$;</p> <p>б) $e^{2,34}$</p> <p>4. Вычислите значения заданных выражений по правилам подсчета цифр двумя способами:</p> <p>3) С пооперационным анализом результатов;</p> <p>4) С итоговой оценкой окончательного результата (у числовых данных все цифры верные):</p> <p>а) $\frac{\sqrt[4]{26,47}}{e^{3,95} - 7,8^3} + \operatorname{tg}(2,34)$;</p> <p>б) $\frac{\cos(6,93^3 + 4,5)}{\sqrt[3]{34,8}}$</p>	
<p>Тема 2. Приближённые решения алгебраических и трансцендентных уравнений</p> <p>Вариант 1</p> <p>1. Сформулировать алгоритм нахождения корней нелинейных уравнений: методом половинного деления; методом итерации.</p> <p>2. Найти корень нелинейного уравнения $x^3 - x - 0.2 = 0$ с помощью MS Excel:</p> <p>а) методом половинного деления;</p> <p>б) методом итерации.</p> <p>3. Написать программу, находящую корни нелинейного уравнения, на языке PascalABC:</p> <p>а) методом половинного деления;</p> <p>б) методом итерации.</p>	<p>У1-У4, 31,32</p>

<p>Вариант 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулировать алгоритм нахождения корней нелинейных уравнений: <ol style="list-style-type: none"> a) методом половинного деления; b) методом итерации. 2. Найти корень нелинейного уравнения $x^3 - x - 0.2 = 0$ с помощью MS Excel: <ol style="list-style-type: none"> a) методом половинного деления; b) методом итерации. 3. Написать программу, находящую корни нелинейного уравнения, на языке PascalABC: <ol style="list-style-type: none"> a) методом половинного деления; b) методом итерации. 	
<p>Тема 2. Приближённые решения алгебраических и трансцендентных уравнений</p> <p>Вариант 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулировать алгоритм нахождения корней нелинейных уравнений: <ol style="list-style-type: none"> a) методом касательных; b) методом хорд; c) комбинированным методом хорд и касательных. 2. Найти корень нелинейного уравнения $x^3 - x - 0.2 = 0$ с помощью MS Excel: <ol style="list-style-type: none"> a) методом касательных; b) методом хорд; c) комбинированным методом хорд и касательных. 3. Написать программу, находящую корни нелинейного уравнения, на языке PascalABC: <ol style="list-style-type: none"> a) методом касательных; b) методом хорд; c) комбинированным методом хорд и касательных. <p>Вариант 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулировать алгоритм нахождения корней нелинейных уравнений: <ol style="list-style-type: none"> a) методом касательных; b) методом хорд; c) комбинированным методом хорд и касательных. 2. Найти корень нелинейного уравнения $x^3 - x - 0.2 = 0$ с помощью MS Excel: <ol style="list-style-type: none"> a) методом касательных; b) методом хорд; c) комбинированным методом хорд и касательных. 3. Написать программу, находящую корни нелинейного уравнения, на языке PascalABC: <ol style="list-style-type: none"> a) методом касательных; b) методом хорд; c) комбинированным методом хорд и касательных. 	
<p>Тема 3. Решение систем линейных алгебраических уравнений</p> <p>Вариант 1</p>	<p>У1-У4, 31,32</p>

1. Сформулировать алгоритм нахождения корней системы линейных уравнений:

а) методом Гаусса;

б) методом простой итерации.

а) Найти корни системы линейных уравнений

$$\begin{cases} x_1 - 5x_2 + 2x_3 = 1; \\ x_1 - 2x_2 + x_3 = 2; \\ 1,1x_1 - x_2 - 0,5x_3 = 0,2. \end{cases}$$

с помощью MS Excel:

а) методом Гаусса;

б) методом простой итерации.

б) Написать программу, находящую корни системы линейных уравнений, на языке PascalABC:

а) методом Гаусса;

б) методом простой итерации.

Вариант 2

1. Сформулировать алгоритм нахождения корней системы линейных уравнений:

а) методом Гаусса;

б) методом простой итерации.

2. Найти корни системы линейных уравнений

$$\begin{cases} 2x_1 - 5x_2 + x_3 = -2; \\ 2x_1 + 1,2x_2 - 4,3x_3 = -1,1; \\ -6x_1 + 3,3x_2 + 2x_3 = -0,7. \end{cases}$$

с помощью MS Excel:

а) методом Гаусса;

б) методом простой итерации.

3. Написать программу, находящую корни системы линейных уравнений, на языке PascalABC:

а) методом Гаусса;

б) методом простой итерации.

Вариант 3

1. Сформулировать алгоритм нахождения корней системы линейных уравнений:

а) методом Гаусса;

б) методом простой итерации.

2. Найти корни системы линейных уравнений

$$\begin{cases} 2x_1 - 4x_2 + 1,4x_3 = -0,6; \\ x_1 + x_2 - 3x_3 = 2; \\ 2,1x_1 - x_2 - 2x_3 = 2,3. \end{cases}$$

с помощью MS Excel:

а) методом Гаусса;

б) методом простой итерации.

3. Написать программу, находящую корни системы линейных уравнений, на языке PascalABC:

- a) методом Гаусса;
- b) методом простой итерации.

Вариант 4

1. Сформулировать алгоритм нахождения корней системы линейных уравнений:

- a) методом Гаусса;
- b) методом простой итерации.

2. Найти корни системы линейных уравнений

$$\begin{cases} 1,5x_1 - 5x_2 - 2x_3 = 0; \\ x_1 + x_2 - 2x_3 = -1; \\ 5x_1 + 3x_2 - 4x_3 = 3. \end{cases}$$

с помощью MS Excel:

- a) методом Гаусса;
- b) методом простой итерации.

3. Написать программу, находящую корни системы линейных уравнений, на языке PascalABC:

- a) методом Гаусса;
- b) методом простой итерации.

Тема 4. Интерполирование и экстраполирование функций

Вариант 1

1. Сформулировать алгоритм интерполирования функций интерполяционным многочленом Лагранжа.

2. Для функции, заданной таблицей:

x	0,2143	0,2572	0,3269	0,4282	0,5657
f(x)	4,3002	4,2037	4,0830	3,9946	4,0603

- a) составьте интерполяционный многочлен Лагранжа. Произведите проверку полученного результата, вычислив и сопоставив узловые значения функции;
- b) вычислите значения этой функции в точке 0,25, используя программу Excel.

3. Составьте программу, вычисляющую значения функции с помощью интерполяционной формулы Лагранжа на языке PascalABC.

Вариант 2

1. Сформулировать алгоритм интерполирования функций интерполяционным многочленом Лагранжа.

2. Для функции, заданной таблицей:

x	1,2214	1,3802	1,5872	1, 8571	2,2099
f(x)	16,7391	18,0820	20,0003	22,7888	26,9367

- a) составьте интерполяционный многочлен Лагранжа. Произведите проверку полученного результата, вычислив и сопоставив узловые значения функции;
- b) вычислите значения этой функции в точке 1,45, используя программу Excel.

У1-У4,
31,32

3. Составьте программу, вычисляющую значения функции с помощью интерполяционной формулы Лагранжа на языке PascalABC.

Тема 4. Интерполирование и экстраполирование функций

У1-У4,
31,32

Вариант 1

1. Сформулировать алгоритм интерполирования функций:

- a) первой интерполяционной формулой Ньютона;
- b) второй интерполяционной формулой Ньютона.

2. Для функции, заданной таблицей:

x	2	2,14	2,28	2,42	2,56
f(x)	1,1293	1,2814	1,4407	1,6066	1,7784

a) составьте первую и вторую интерполяционные формулы Ньютона. Произведите проверку полученного результата, вычислив и сопоставив узловые значения функции;

b) вычислите значения этой функции в точках 2,09 и 2,45, используя программу Excel.

3. На языке PascalABC составьте программу субтабулирования:

- a) по первой интерполяционной формуле Ньютона;
- b) по второй интерполяционной формуле Ньютона на языке PascalABC.

Вариант 2

1. Сформулировать алгоритм интерполирования функций:

- a) первой интерполяционной формулой Ньютона;
- b) второй интерполяционной формулой Ньютона.

2. Для функции, заданной таблицей:

x	0,5	1,01	1,52	2,03	2,54
f(x)	0,4994	1,0049	1,5025	1,9883	2,4585

a) составьте первую и вторую интерполяционные формулы Ньютона. Произведите проверку полученного результата, вычислив и сопоставив узловые значения функции;

b) вычислите значения этой функции в точках 0,8 и 2,05, используя программу Excel.

3. На языке PascalABC составьте программу субтабулирования:

- a) по первой интерполяционной формуле Ньютона;
- b) по второй интерполяционной формуле Ньютона на языке PascalABC.

Тема 4. Интерполирование и экстраполирование функций

У1-У4,
31,32

Вариант 1

1. Сформулировать алгоритм:

- a) интерполирования функций кубическим сплайном;
- b) экстраполирования функций.

2. Постройте кубический сплайн для функции $y=f(x)$, заданной таблицей:

x	2	4	6	8
y	3	-2	5	-1

3. Для таблично заданной функции:

x	0,5	1,01	1,52	2,03	2,54
f(x)	1,5576	0,3570	0,0653	0,0080	0,0006

методом экстраполяции с помощью интерполяционных формул Ньютона вычислите значения функции соответственно в точках 1,61 и 1,68.

Вариант 2

1. Сформулировать алгоритм:
 - a) интерполирования функций кубическим сплайном;
 - b) экстраполирования функций.
2. Постройте кубический сплайн для функции $y=f(x)$, заданной таблицей

x	3	5	7	9
y	5	-1	4	-3

3. Для таблично заданной функции:

x	2	2,14	2,28	2,42	2,56
f(x)	1,1293	1,2814	1,4407	1,6066	1,7784

методом экстраполяции с помощью интерполяционных формул Ньютона вычислите значения функции соответственно в точках 1,61 и 2,68.

Тема 5. Численное интегрирование

Вариант 1

1. Сформулировать алгоритм нахождения приближенного значения интеграла:
 - a) по формуле левых прямоугольников;
 - b) по формуле правых прямоугольников;
 - c) по формуле средних прямоугольников;

2. Найти приближенное значение интеграла $I = \int_{0,2}^{0,5} f(x)dx$, где

$$f(x) = \frac{\sin(x)}{x};$$

- a) по формуле левых прямоугольников с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$;
 - b) по формуле правых прямоугольников с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$;
 - c) по формуле средних прямоугольников с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$.
3. Составьте программу интегрирования на языке PascalABC:
 - a) по формуле левых прямоугольников;
 - b) по формуле правых прямоугольников;
 - c) по формуле средних прямоугольников.

Вариант 2

1. Сформулировать алгоритм нахождения приближенного значения интеграла:
 - a) по формуле левых прямоугольников;
 - b) по формуле правых прямоугольников;
 - c) по формуле средних прямоугольников;

У1-У4,
31,32

<p>2. Найти приближенное значение интеграла $I = \int_{0,3}^{0,8} f(x)dx$, где</p> $f(x) = \frac{\cos(x)}{x}:$ <p>а) по формуле левых прямоугольников с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$; б) по формуле правых прямоугольников с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$; в) по формуле средних прямоугольников с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$.</p> <p>3. Составьте программу интегрирования на языке PascalABC: а) по формуле левых прямоугольников; б) по формуле правых прямоугольников; в) по формуле средних прямоугольников.</p>	
<p>Тема 5. Численное интегрирование Вариант 1</p> <p>1. Сформулировать алгоритм нахождения приближенного значения интеграла: а) по формуле трапеций; б) по формуле Симпсона.</p> <p>2. Найти приближенное значение интеграла $I = \int_{0,2}^{0,5} f(x)dx$, где</p> $f(x) = \frac{\sin(x)}{x}:$ <p>а) по формуле трапеций с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$; б) по формуле Симпсона с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$;</p> <p>3. Составьте программу интегрирования на языке PascalABC: а) по формуле трапеций; б) по формуле Симпсона.</p> <p>Вариант 2</p> <p>1. Сформулировать алгоритм нахождения приближенного значения интеграла: а) по формуле трапеций; б) по формуле Симпсона.</p> <p>2. Найти приближенное значение интеграла $I = \int_{0,3}^{0,8} f(x)dx$, где</p> $f(x) = \frac{\cos(x)}{x}:$ <p>а) по формуле трапеций с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$; б) по формуле Симпсона с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$;</p> <p>3. Составьте программу интегрирования на языке PascalABC: а) по формуле трапеций; б) по формуле Симпсона.</p>	<p>У1-У4, 31,32</p>
<p>Тема 6. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений Вариант 1</p>	<p>У1-У4, 31,32</p>

<p>1. Сформулировать алгоритм решения обыкновенного дифференциального уравнения:</p> <p>b) методом Эйлера;</p> <p>c) усовершенствованным методом ломаных;</p> <p>d) методом Эйлера-Коши.</p> <p>2. Найти с помощью программы Excel приближенные значения решения обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ) $y' - \frac{y}{1-x^2} = x + 1$ на отрезке $x \in [0; 1,5]$ с шагом $h=0,1$ при начальном условии $y(0)=1$, используя</p> <p>a) метод Эйлера;</p> <p>b) усовершенствованный метод ломаных;</p> <p>c) метод Эйлера-Коши.</p> <p>3. Написать программу решения обыкновенного дифференциального уравнения на языке PascalABC, используя:</p> <p>a) метод Эйлера;</p> <p>b) усовершенствованный метод ломаных;</p> <p>c) метод Эйлера-Коши.</p> <p>Вариант 2</p> <p>1. Сформулировать алгоритм решения обыкновенного дифференциального уравнения:</p> <p>a) методом Эйлера;</p> <p>b) усовершенствованным методом ломаных;</p> <p>c) методом Эйлера-Коши.</p> <p>2. Найти с помощью программы Excel приближенные значения решения обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ) $y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{1,5}}$ на отрезке $x \in [0,3; 1,9]$ с шагом $h=0,1$ при начальном условии $y(0,3) = 0,9$, используя</p> <p>a) метод Эйлера;</p> <p>b) усовершенствованный метод ломаных;</p> <p>c) метод Эйлера-Коши.</p> <p>3. Написать программу решения обыкновенного дифференциального уравнения на языке PascalABC, используя:</p> <p>a) метод Эйлера;</p> <p>b) усовершенствованный метод ломаных;</p> <p>c) метод Эйлера-Коши.</p>	
<p>Тема 6. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений</p> <p>Вариант 1</p> <p>1. Сформулировать алгоритм решения обыкновенного дифференциального уравнения:</p> <p>a) методом Эйлера с уточнением;</p> <p>b) методом Рунге-Кутты четвертого порядка.</p> <p>2. Найти с помощью программы Excel приближенные значения решения обыкновенного дифференциального</p>	<p>У1-У4, 31,32</p>

уравнения (ОДУ) $y' - \frac{y}{1-x^2} = x+1$ на отрезке $x \in [0; 1,5]$ с шагом $h=0,1$ при начальном условии $y(0) = 1$, используя:

- a) метод Эйлера с уточнением;
 - b) метод Рунге-Кутты четвертого порядка.
3. Написать программу решения обыкновенного дифференциального уравнения на языке PascalABC, используя:
- a) метод Эйлера с уточнением;
 - b) метод Рунге-Кутты четвертого порядка.

Вариант 2

1. Сформулировать алгоритм решения обыкновенного дифференциального уравнения:

- a) методом Эйлера с уточнением;
- b) методом Рунге-Кутты четвертого порядка.

2. Найти с помощью программы Excel приближенные значения решения обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ) $y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{1,5}}$ на отрезке $x \in [0,3; 1,9]$ с шагом $h=0,1$

при начальном условии $y(0,3) = 0,9$, используя:

- a) метод Эйлера с уточнением;
 - b) метод Рунге-Кутты четвертого порядка.
3. Написать программу решения обыкновенного дифференциального уравнения на языке PascalABC, используя:
- a) метод Эйлера с уточнением;
 - b) метод Рунге-Кутты четвертого порядка.

