МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Национальный исследовательский

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Институт экономики и предпринимательства

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ

протокол от 20.04.21 №1

**Рабочая программа дисциплины**

**Методы вычислений**

**Специальность среднего профессионального образования**

09.02.04 «Информационные системы (по отраслям)»

**Квалификация выпускника**

техник по информационным системам

2021

Программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее - СПО) 09.02.04 «Информационные системы (по отраслям)».

Разработчик:

ст. преподаватель Сочнева Н.В.

Программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии № от .

Председатель методической комиссии

Института экономики и предпринимательства Макарова С.Д.

# СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | 4 |
| СТРУКТУРА и ПРИМЕРНОЕ содержание УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | 6 |
| условия реализации учебной дисциплиныКонтроль и оценка результатов Освоения учебной дисциплины | 9  10 |

**1. паспорт ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы вычислений**

**1.1. Область применения примерной программы**

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 09.02.04 «Информационные системы (по отраслям)».

**1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:** дисциплина ОП.11 «Методы вычислений» является частью профессионального цикла, общепрофессиональных дисциплин.

**1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины:**

Курс посвящен изучению принципов и методов разработки алгоритмов для численного решения задач, составления программ на ЭВМ и непосредственного проведения расчётов в экономической и коммерческой деятельности.

Целью преподавания данной дисциплины является:

* обучить основным принципам разработки алгоритмов для численного решения задач;
* обучить постановке задачи с учётом её ориентации на соответствующую предметную область;
* научить численным методам решения задач с помощью средств их программной реализации;
* выработать умения анализировать результаты вычислений.

Основное внимание уделяется овладению практическими навыками решения вычислительных задач.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь**:

* использовать языки программирования, строить логически правильные и эффективные программы;
* применять алгоритмы численных методов для решения практических задач;
* учитывать погрешности приближенных вычислений;
* анализировать результаты, полученные в результате применения методов.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать**:

* общие принципы построения алгоритмов, основные алгоритмические конструкции;
* понятие системы программирования;
* подпрограммы, составление библиотек программ:
* особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ;
* учет погрешности вычислений;
* основные численные методы решения задач линейной алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **иметь практический опыт:**

* проведения расчётов в экономической и коммерческой деятельности;
* составления программ на ЭВМ;
* анализировать результаты вычислений.

Результатом освоения дисциплины является овладение обучающимися общих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития

ОК 5. Использовать информационно - коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

ПК 2.1 Участвовать в разработке технического задания.

ПК 2.2 Программировать в соответствии с требованиями технического задания.

ПК 2.3 Применять методики тестирования разрабатываемых приложений.

**1.4. Трудоемкость учебной дисциплины:**

Общая трудоемкость учебной нагрузки обучающегося 120 часов, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 82 часов;

самостоятельной работы обучающегося 38 часов.**2. СТРУКТУРА И ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы**

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид учебной работы** | ***Объем часов*** |
| **Общая трудоемкость учебной нагрузки (всего)** | *120* |
| **Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)** | *82* |
| в том числе: |  |
| лабораторные работы | *2* |
| практические занятия | *48* |
| контрольные работы | *-* |
| курсовая работа (проект) | *-* |
| **Самостоятельная работа обучающегося (всего)** | *38* |
| в том числе: |  |
| самостоятельная работа над курсовой работой (проектом) | *-* |
| проработка конспектов лекций |  |
| подготовка рефератов |  |
| выполнение домашних практических заданий |  |
| подготовка к проверочным работам |  |
| *Итоговая аттестация в форме зачета, итоговой оценки* | |

**2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины**

**методы вычислений**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование разделов и тем** | **Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)** *(если предусмотрены)* | **Объем часов** | | **Уровень освоения** |
| **1** | **2** | **3** | | **4** |
| **Раздел 1** | | | | |
| **Тема 1.1. Введение. Характеристики вычислительных задач** | Содержание учебного материала | |  |  |
| 1.1. Погрешность вычислений и особенности машинной арифметики 1.2. Корректность вычислительной задачи  1.3. Обусловленность вычислительной задачи  1.4. Вычислительные методы | | 2 | *2* |
| Практические занятия | | - |  |
| **Тема 2. Приближённые методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений** | Содержание учебного материала | |  |  |
| Историческая справка Локализация корней Определение числа корней алгебраических уравнений  Метод сканирования  Метод деления отрезка пополам Метод хорд Метод Ньютона (касательных)  Метод простых итераций | | 6 | *2* |
| Практические занятия. Реализация методов сканирования, деления отрезка пополам, хорд, Ньютона, простых итераций. | | 10 |  |
| Самостоятельная работа обучающихся. Нахождение отрезков локализации корней уравнения и их уточнение методами деления отрезка пополам, хорд, Ньютона и простых итераций для двух уравнений. | | 6 |  |
| **Тема 3. Решение систем линейных алгебраических уравнений** | Содержание учебного материала | |  |  |
| Постановка задачи  Нормы векторов и матриц  Типы матриц  Обусловленность задачи решения СЛАУ  Метод Гаусса решения систем линейных уравнений | | 6 | *3* |
| Практические занятия. Реализация алгоритма метода Гаусса для решения СЛАУ | | 10 |  |
| Самостоятельная работа обучающихся. Решить СЛАУ методом Гаусса | | 8 |
| Консультации | | 2 |  |
| **Тема 4.  Методы решения систем нелинейных уравнений** | Содержание учебного материала | |  |  |
| Постановка задачи. Основные этапы решения  Метод простой итерации  Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений | | 6 | *2* |
| Практические занятия. Реализация алгоритмов методов простых итераций и Ньютона для решения систем нелинейных уравнений | | 6 |  |
| Самостоятельная работа обучающихся. Решить систему нелинейных уравнений методами простых итераций и Ньютона. | | 8 |
| **Тема5. Численное дифференцирование** | Содержание учебного материала | |  |
| Вычисление первой производной  Вторая разностная производная  Численное дифференцирование, основанное на интерполяции алгебраическими многочленами | | 6 | *2* |
| Практические занятия. Нахождение левой, правой, центральной разностной производной и второй разностной средствами MS Excel | | 10 |  |
| Самостоятельная работа обучающихся. Реализация алгоритма для нахождения левой, провой и центральной разностной производной. | | 4 |  |
| Консультации | | 2 |  |
| **Раздел 2** | | | | |
| **Тема 6. Приближение функций** | Содержание учебного материала | |  |  |
| Интерполяция  Интерполяционный многочлен  Методы интерполяции: Метод Лагранжа, Метод Ньютона, Аппроксимация, Метод наименьших квадратов  Одномерная аппроксимация  Многомерная аппроксимация  .Моделирование рядов динамики с использованием гармонического анализа | | 6 | *2* |
| Практические занятия. Решение задач интерполяции методами Лагранжа и Ньютон.  Лабораторная работа Нахождение функции аппроксимации средствами MS Excel. | | 4  2 |  |
| Тема 7 Численное интегрирование | Содержание учебного материала | |  |
| Постановка задачи  Концепция численного интегрирования  Методы интегрирования: элементарные квадратурные формулы, квадратурная формула Гаусса | | 6 | *2* |
| Практические занятия. Реализация алгоритмов для нахождения интеграла методами прямоугольника, трапеции, Симпсона. | | 4 |  |
| Самостоятельная работа обучающихся. Нахождение значения интегралов методами прямоугольника, трапеции, Симпсона. | | 4 |  |
|  | Консультации | | 2 |  |
| **Тема 8.  Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений** | Содержание учебного материала | |  |  |
| Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка  Численные методы решения задачи Коши: Метод Эйлера, Модифицированный метод Эйлера, Метод Рунге-Кутта | | 4 | *3* |
| Практические занятия. Реализация алгоритмов метода Эйлера, модифицированного метода Эйлера и метода Рунге-Кутта для решения дифференциального уравнения первого порядка. | | 4 |  |
| Самостоятельная работа обучающихся. Решение задачи Коши методом Эйлера, модифицированным методом Эйлера и методом Рунге-Кутта. | | 4 |
| **Всего:** | | | *120* |  |

**3. условия реализации програмы дисциплины**

**3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета «Инструментальных средств разработки». Оборудование учебного кабинета:

* посадочные места по количеству обучающихся
* учебная доска
* рабочее место преподавателя
* раздаточный и дидактический материалы.

Технические средства обучения:

* персональные компьютеры с лицензионным или свободно распространяемым программным обеспечением по количеству обучающихся
* персональный компьютер для рабочего места преподавателя
* мультимедиа проектор.

Программное обеспечение:

* операционная система Windows XP и выше
* Microsoft Office
* Borland Delphi
* Internet браузер.

В процессе обучения реализуется активные и интерактивные методы обучения: подготовка презентаций, тестирование, компьютерные симуляции при проведении практических работ

**3.2. Информационное обеспечение обучения**

Основные источники:

1. *Зенков, А. В.*Численные методы : учебное пособие для СПО / А. В. Зенков. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 122 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04268-9. Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/book/A0618E47-9FBD-4007-ABB2-82606049E61D>
2. **Численные методы и программирование**: Учебное пособие / Колдаев В.Д.; Под ред. Гагариной Л.Г. - М.:ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-8199-0333-9 Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=554896>

Дополнительные источники:

1. Гателюк, О. В. Численные методы : учебное пособие для СПО / О. В. Гателюк, Ш. К. Исмаилов, Н. В. Манюкова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 140 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07480-2. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/9FFC2089-1FA9-4030-94DA-949A4383B5E1.

Справочники:

Справочная система «Консультант Плюс»

Журналы:

1. [Вестник Московского университета. Серия 15: Вычислительная математика и кибернетика](http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8373) Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8373>
2. Прикладная информатика Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=25599>

Ресурсы INTERNET:

1. http://www.srcc.msu.su/num\_anal/lib\_na/cat/q/qsg0r.htm
2. http://www.brsu.brest.by/pages/exponenta/educat/systemat/amosova/LR8/help.asp.htm
3. http://www.otd.tstu.ru/is/lang/Numerikal\_methods/T07/T07.htm
4. http://detc.usu.ru:8000/Dre/lectures/menu1\_ru.html
5. http://fiziki.uniyar.ac.ru/educate/lectures/digital.html
6. http://wiki.usunet.ru/matmex/KN/MetodyVychislenijj#h184-3
7. http://old.ict.nsc.ru/rus/textbooks.html

**4. Контроль и оценка результатов освоения УЧЕБНОЙ Дисциплины**

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, коллоквиумов, проверочных работ, самостоятельных домашних работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Результаты обучения**  **(освоенные умения, усвоенные знания)** | Коды формируемых компетенций | Показатели оценки результатов | **Формы и методы контроля и оценки результатов обучения** |
| **Умения:** |  |  |  |
| использовать языки программирования, строить логически правильные и эффективные программы; | ОК2÷ ОК11, ПК.2.2, ПК.2.3 | студент демонстрирует знание как минимум одной среды программирования, умение применять основные конструкции языка, использовать библиотеки и стандартные объекты (для объектно-ориентированных сред) . | Выполнение и защита практических заданий  **Итоговый контроль по дисциплине**: зачет, итоговая оценка |
| применять алгоритмы численных методов для решения практических задач; | ОК2÷ ОК4, ОК9. | студент умеет анализировать задачу и выбирать численные методы, подходящие ее решения. Выбирает оптимальный метод, может аргументировать свой выбор. | Выполнение и защита практических заданий **Итоговый контроль по дисциплине**: зачет, итоговая оценка |
| учитывать погрешности приближенных вычислений; | ОК1÷ ОК4, ОК9, ОК 11,ПК.2.2, ПК.2.3 | Студент демонстрирует знание понятия погрешности, может определить причины ее возникновения, оценить результаты вычислений исходя из погрешности метода. | Выполнение и защита практических заданий, коллоквиум. **Итоговый контроль по дисциплине**: зачет, итоговая оценка |
| анализировать результаты, полученные в результате применения методов. | ОК2÷ ОК4, ОК9. ПК.2.1- ПК.2.3 | Студент демонстрирует умения интерпретировать результаты применения численных методов, может делать выводы об изменении решений при изменении исходных данных. | Выполнение и защита практических заданий, коллоквиум. **Итоговый контроль по дисциплине**: зачет, итоговая оценка |
| **Знания:** |  |  |  |
| общие принципы построения алгоритмов, основные алгоритмические конструкции; | ОК2-ОК5,ОК9 | Студент демонстрирует знания, умение применять основные алгоритмические конструкции, может реализовать алгоритм в удобной для него среде разработки. | Выполнение и защита практических заданий, коллоквиум. **Итоговый контроль по дисциплине**: зачет, итоговая оценка |
| понятие системы программирования; | ОК1-ОК9, ПК1-ПК3 | Студент демонстрирует знания хотя бы одной системы программирования: знает основные синтаксические конструкции, умеет подключать библиотеки программ, использовать стандартные средства разработки и визуализации приложений. | Выполнение и защита практических заданий, коллоквиум. **Итоговый контроль по дисциплине**: зачет, итоговая оценка |
| подпрограммы, составление библиотек программ: | ОК1-ОК9 | Студент демонстрирует умение грамотно структурировать код, выделять блоки подпрограмм и уметь подключать встроенные библиотеки. | Выполнение и защита практических заданий, коллоквиум. **Итоговый контроль по дисциплине**: зачет, итоговая оценка |
| особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ; | ОК2-ОК5,ОК9 | Студент демонстрирует знания | коллоквиум, тестирование. **Итоговый контроль по дисциплине**: зачет, итоговая оценка |
| учет погрешности вычислений; | ОК2-ОК5,ОК9, ПК1-ПК3 | Студент демонстрирует знание понятия погрешности, может определить источники ее возникновения, знает как оценить погрешность рассматриваемых в предмете методов. | Выполнение и защита практического задания. **Итоговый контроль по дисциплине**: зачет, итоговая оценка |
| основные численные методы решения задач линейной алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений. | ОК2-ОК5,ОК9 | Студент демонстрирует знание основных численных методов. Исходя из постановки задачи, может перечислить методы ее решения, предложить оптимальный, аргументировать свой выбор. | Выполнение и защита практического задания  коллоквиум, тестирование. **Итоговый контроль по дисциплине**: зачет, итоговая оценка |
| **Итоговая аттестация** |  |  | **зачет, итоговая оценка** |

**Описание шкал оценивания** **на зачете**

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Критерии оценивания** |
| Зачтено | изложение материала логично, грамотно, возможно с неточностями и незначительными ошибками;  существующие знания достаточны для выполнения поставленной практической задачи |
| Не зачтено | отсутствуют необходимые теоретические знания; допущены ошибки в определении понятий, искажен их смысл,  в ответе студента проявляется незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении, существующих знаний не достаточно для решения практических задач |

**Описание шкал итоговой оценки**

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Критерии оценивания** |
| «5» (отлично) | изложение материала логично, грамотно, без ошибок;  свободное владение профессиональной терминологией;  умение высказывать и обосновать свои суждения;  грамотно применяет алгоритмы для решения практических задач, грамотно использует конструкции языка программирования для решения практических задач. |
| «4» (хорошо) | студент грамотно излагает материал; ориентируется в материале, владеет профессиональной терминологией, осознанно применяет теоретические знания, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности;  ответ правильный, полный, с незначительными неточностями или недостаточно полный  применяет алгоритмы для решения практических задач с небольшими неточностями, использует конструкции языка программирования для решения практических задач с небольшими неточностями. |
| «3» (удовлетворительно) | студент излагает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний, не может доказательно обосновать свои суждения;  обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.  применяет алгоритмы для решения практических задач с ошибками, неточно использует конструкции языка программирования для решения практических задач. |
| «2» (неудовлетворительно) | отсутствуют необходимые теоретические знания; допущены ошибки в определении понятий, искажен их смысл,  в ответе студента проявляется незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении, не может применять знания для решения задач  практическое задание не выполнено |

Вопросы к зачету

1. Почему возникают погрешности измерений?
2. Что такое абсолютная погрешность?
3. Что такое относительная погрешность?
4. Какая погрешность характеризует качество измерения? Приведите примеры.
5. Равномерно ли представлены вещественные числа в ЭВМ?
6. Представлены ли иррациональные числа в ЭВМ?
7. Сто такое машинное эпсилон?
8. Что даёт отделение (локализация) корней?
9. Каков алгоритм метода сканирования, применяемый для локализации корней функции на заданном интервале исследования?
10. В чём заключается геометрический смысл метода половинного деления?
11. Всегда ли позволяет метод половинного деления вычислить отделённый корень уравнения с заданной погрешностью?
12. Как выбирается начальное приближение в методе половинного деления?
13. Какими свойствами должна обладать функция , чтобы методом половинного деления можно было гарантированно решить уравнение ?
14. Какие корни позволяет определить метод хорд?
15. В чём заключается геометрический смысл метода хорд?
16. Всегда ли метод хорд позволяет вычислить отделённый корень с заданной погрешностью?
17. Как выбирается начальное приближение в методе хорд?
18. Какими свойствами должна обладать функция , чтобы методом хорд можно было решить уравнение ?
19. Какой конец хорды неподвижен при реализации метода?
20. В чём заключается геометрический смысл метода Ньютона?
21. Что необходимо для того, чтобы уравнение решалось методом Ньютона?
22. Как выбирается начальное приближение в методе Ньютона?
23. Каков критерий окончания итерационного процесса в методе Ньютона?
24. В каких случаях применение метода Ньютона не рекомендуется?
25. Какой функцией заменяется левая часть уравнения  в методе итераций?
26. Как выбирается начальное приближение в методе простых итераций?
27. С какой стороны может осуществляться приближение к корню в процессе итераций – слева или справа?
28. Сформулировать условие сходимости метода простых итераций.
29. Каков критерий окончания итерационного процесса в методе простых итераций?
30. В чём основное отличие точных и приближённых методов решения систем линейных уравнений?
31. К точным или приближённым относится метод Крамера?
32. К точным или приближённым относится метод Гаусса?
33. Дать определение нормы вектора.
34. Каков геометрический смысл нормы вектора?
35. Определить абсолютную погрешность вектора.
36. Определить относительную погрешность вектора.
37. Дать определение нормы матрицы.
38. Каков геометрический смысл нормы матрицы?
39. Что понимают под обусловленностью вычислительной задачи?
40. Как определить число обусловленности матрицы (стандартное число обусловленности)?
41. Если число обусловленности системы двух линейных алгебраических уравнений равно единице, каково геометрическое представление решения данной системы?
42. В чём основное отличие точных и приближённых методов решения систем линейных уравнений?
43. К точным или приближённым относится метод Гаусса?
44. Выполнение какого условия гарантирует существование единственного решения СЛАУ?
45. В чем состоит основной смысл метода Гаусса?
46. В чем заключается прямой ход в методе Гаусса?
47. Что такое обратный ход в методе Гаусса?
48. Как вычисляется определитель матрицы коэффициентов в методе Гаусса?
49. Каков алгоритм метода простых итераций решения систем нелинейных уравнений?
50. Сформулировать критерий сходимости метода простых итераций решения систем нелинейных уравнений?
51. Сформулировать критерий окончания итерационного процесса в методе простых итераций решения систем нелинейных уравнений.
52. Каков алгоритм метода Ньютона решения систем нелинейных уравнений?
53. Сформулировать критерий окончания итерационного процесса в методе Ньютона.
54. Формулы правой и левой разностных производных 1-го порядка.
55. Каков порядок точности имеют формулы правой и левой разностных производных 1-го порядка?
56. Формула центральной разностной производной 1-го порядка.
57. Каков порядок точности имеет формула центральной разностной производной 1-го порядка?
58. Формула второй разностной производной.
59. Вывод формул численного дифференцирования посредством интерполяции.
60. Сформулировать основную задачу интерполяции и задачу экстраполяции.
61. Сформулировать критерий аппроксимации методом наименьших квадратов для следующей функции:  и вывести формулу для определения неизвестного коэффициента .
62. Сформулировать критерий аппроксимации методом наименьших квадратов для следующей функции:  и вывести формулы для определения неизвестных коэффициентов  и .
63. Сформулировать критерий аппроксимации методом наименьших квадратов для следующей функции:  и вывести формулы для аналитического определения неизвестных коэффициентов  и .
64. Каков геометрический смысл приближённого вычисления интеграла методом прямоугольников?
65. Каков геометрический смысл приближённого вычисления интеграла методом трапеций?
66. Каков критерий практической оценки погрешности вычисления интеграла методом трапеций?
67. Каков геометрический смысл приближённого вычисления интеграла методом Симпсона?
68. Каков критерий практической оценки погрешности вычисления интеграла методом Симпсона?
69. Как уменьшить в методе трапеций погрешность нахождения интеграла?
70. Можно ли получить методами трапеций и прямоугольников точное значение интеграла?
71. Какой аппроксимацией заменяется подынтегральная функция в методе Симпсона?
72. Почему метод Симпсона использует аппроксимацию подынтегральной функции квадратичной параболой, а способен интегрировать без ошибки и кубические параболы?
73. Какой из методов более эффективен для подынтегральной функции вида ?