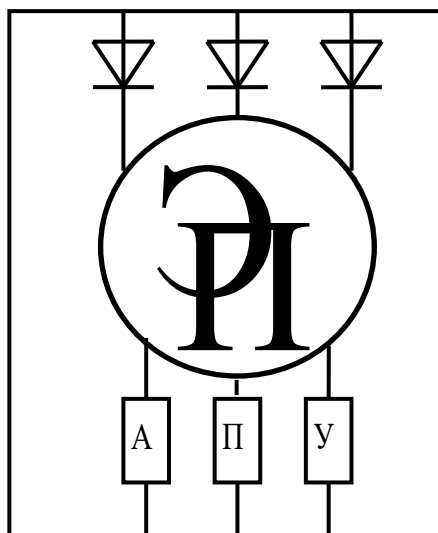


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и АПУ»

# ИНФОРМАТИКА

*Методические рекомендации  
к курсовому проектированию  
для студентов специальности 1-53 01 05  
«Автоматизированные электроприводы»  
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2022

УДК 004  
ББК 32.97  
И94

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой ЭП и АПУ «б» января 2022 г., протокол № 6

Составитель ст. преподаватель В. Н. Абабурко

Рецензент канд. техн. наук С. В. Болотов

Содержат рекомендации, варианты индивидуальных заданий и требования к выполнению курсовой работы по дисциплине «Информатика» для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» очной и заочной форм обучения. Могут быть использованы студентами при оформлении программ, выполняемых в курсовом проектировании по другим дисциплинам.

Учебно-методическое издание

## ИНФОРМАТИКА

|                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| Ответственный за выпуск | Г. С. Ленеvский |
| Корректор               | И. В. Голубцова |
| Компьютерная верстка    | М. М. Дударева  |

Подписано в печать 06.06.2022 . Формат 60×84 /16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,55 . Тираж 99 экз. Заказ № 526,

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2022

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 4  |
| 1 Содержание курсовой работы.....   | 5  |
| 1.1 Содержание пояснительной записки .....                                    | 5  |
| 1.2 Содержание графической части работы.....                                  | 6  |
| 2 Требования к содержанию раздела 1 .....                                     | 6  |
| 2.1 Подраздел 1.1 «Краткая характеристика заданного метода».....              | 6  |
| 2.2 Состав подраздела 1.2 «Анализ литературы и программ, патентный поиск» ... | 6  |
| 2.3 Подраздел 1.3 «Формирование требований к приложению».....                 | 7  |
| 3 Состав раздела 2 «Проектирование схем алгоритмов» .....                     | 8  |
| 3.1 Подраздел 2.1 «Проектирование алгоритма основной программы».....          | 9  |
| 3.2 Подраздел 2.2 «Разработка алгоритма ввода исходных данных» .....          | 11 |
| 3.3 Подраздел 2.3 «Проектирование алгоритма вывода результатов».....          | 12 |
| 3.4 Подраздел 2.4 «Разработка алгоритма численного метода» .....              | 12 |
| 3.5 Правила построения схем алгоритмов.....                                   | 12 |
| 4 Раздел 3 «Кодирование программы-приложения».....                            | 14 |
| 4.1 Подраздел 3.1 «Разработка структуры проекта приложения» .....             | 15 |
| 4.2 Подраздел 3.2 «Проектирование интерфейса приложения» .....                | 15 |
| 4.3 Подраздел 3.3 «Программирование ввода-вывода данных».....                 | 17 |
| 4.4 Подраздел 3.4 «Программная реализация численного метода» .....            | 17 |
| 4.5 Оформление программ .....   | 17 |
| 5 Раздел 4 «Тестирование программы» .....                                     | 18 |
| 5.1 Состав раздела 4.1 «Описание компьютера для тестирования».....            | 18 |
| 5.2 Подраздел 4.2 «Тестирование разработанной программы» .....                | 20 |
| 5.3 Подраздел 4.3 «Решение задачи в системе Mathcad».....                     | 20 |
| 5.4 Подраздел 4.4 «Решение задачи в системе MATLAB».....                      | 21 |
| 5.5 Подраздел 4.5 «Анализ результатов тестирования» .....                     | 21 |
| 6 Разработка гипертекстового документа .....                                  | 22 |
| 7 Варианты заданий по курсовой работе.....                                    | 22 |
| 8 Оформление курсовой работы.....   | 30 |
| 8.1 Оформление графической части .....  | 30 |
| 8.2 Оформление пояснительной записки .....                                    | 30 |
| 9 Критерии оценки курсовой работы.....  | 32 |
| 9.1 Критерии оценки рейтинга по первому модулю .....                          | 32 |
| 9.2 Критерии оценки рейтинга по второму модулю .....                          | 32 |
| 9.3 Критерии оценки при защите работы .....                                   | 33 |
| 10 Список контрольных вопросов к защите курсовой работы .....                 | 33 |
| 10.1 Вопросы базового (минимального) уровня знаний.....                       | 33 |
| 10.2 Вопросы продвинутого уровня знаний.....                                  | 34 |
| 10.3 Контрольные вопросы экспертного уровня знаний .....                      | 35 |
| Список литературы .....   | 37 |

## Введение

Методические рекомендации выполнены в соответствии с требованиями учебной программы учреждения высшего образования к курсовой работе по дисциплине «Информатика» для специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы».

Целью преподавания дисциплины «Информатика» является обучение студентов методам решения научных и инженерных задач на персональных компьютерах.

Целью курсовой работы является закрепление на практике знаний, полученных при изучении теоретического курса и выполнении лабораторных работ. Темой курсовой работы является решение прикладных электротехнических задач на персональном компьютере.

Цель методических рекомендаций – определение состава курсовой работы, определение требования к ее выполнению и оформлению, конкретизация вариантов тем курсовой работы, а также критерии оценки курсовой работы по дисциплине «Информатика», включая состав контрольных вопросов для ее защиты.

# 1 Содержание курсовой работы

## 1.1 Содержание пояснительной записки

В состав пояснительной записки к курсовой работе входит следующее:

- 1) титульный лист;
- 2) бланк задания курсовой работы;
- 3) содержание;
- 4) введение;
- 5) раздел 1 «Описание поставленной задачи», включает:
  - подраздел 1.1 «Краткая характеристика заданного метода»;
  - подраздел 1.2 «Анализ литературы и программ, патентный поиск»;
  - подраздел 1.3 «Формирование требований к приложению»;
- 6) раздел 2 «Проектирование схем алгоритмов», включает:
  - подраздел 2.1 «Проектирование алгоритма основной программы»;
  - подраздел 2.2 «Разработка алгоритма ввода исходных данных»;
  - подраздел 2.3 «Проектирование алгоритма вывода результатов»;
  - подраздел 2.4 «Разработка алгоритма численного метода»;
- 7) раздел 3 «Кодирование программы-приложения», включает:
  - подраздел 3.1 «Разработка структуры проекта приложения»;
  - подраздел 3.2 «Проектирование интерфейса приложения»;
  - подраздел 3.3 «Программирование ввода-вывода данных»;
  - подраздел 3.4 «Программная реализация численного метода»;
- 8) раздел 4 «Тестирование программы», включает:
  - подраздел 4.1 «Описание компьютера для тестирования»;
  - подраздел 4.2 «Тестирование разработанной программы»;
  - подраздел 4.3 «Решение задачи в системе Mathcad»;
  - подраздел 4.4 «Решение задачи в системе MATLAB»;
  - подраздел 4.5 «Анализ результатов тестирования»;
- 9) раздел 5 «Разработка гипертекстового документа» (только для дневной формы обучения);
- 10) заключение;
- 11) список использованных источников;
- 12) приложение А. Тексты спроектированной программы;
- 13) приложение Б. Результаты тестирования программы;
- 14) приложение В. Решение в математической системе Mathcad;
- 15) приложение Г. Решение в математической системе MATLAB;
- 16) приложение Д. Гипертекстовая справка по программе (только для дневной формы обучения);
- 17) приложение Е. Акт приемки программы (только для дневной формы обучения).

## ***1.2 Содержание графической части работы***

Графическая часть работы выполняется на одном листе формата А1, на котором изображаются схемы алгоритмов (схемы программ):

- схема головной программы;
- схема алгоритма ввода исходных данных;
- схема алгоритма реализации численного метода;
- схема алгоритма вывода результатов.

Схемы алгоритмов выполняются в среде графического редактора AutoCAD, Компас-3D или Microsoft Visio в соответствии с требованиями [21]. Может использоваться иной пакет бизнес-графики или инженерной, имеющий аналогичные возможности.

Допускаются изменения размера формата и числа листов графической части только по согласованию с руководителем курсовой работы.

## **2 Требования к содержанию раздела 1**

В рассматриваемом разделе студентом производится постановка решения заданной задачи, указываются необходимые математические выражения для её решения. При этом в записке необходимо выполнить следующие подразделы:

- краткая характеристика численного метода;
- анализ литературных источников и существующего программного обеспечения, способного решать поставленную задачу;
- расчетные формулы метода.

### ***2.1 Подраздел 1.1 «Краткая характеристика заданного метода»***

В данном подразделе выполняется общее описание задачи. Указывается используемый вид исходных данных и результатов расчета. При необходимости в подразделе выполняется изображение рисунков для пояснения общего принципа решения поставленной задачи.

### ***2.2 Состав подраздела 1.2 «Анализ литературы и программ, патентный поиск»***

При выполнении указанного подраздела выполняется сбор, изучение и анализ литературных и иных источников по заданному численному методу решения поставленной задачи. При анализе литературы необходимо получить итоговые математические выражения, которые будут использоваться. Здесь следует указать существующие математические пакеты программ и специализированных программ, которые используются в настоящее время для решения данной задачи. По возможности следует показать их положительные и

отрицательные стороны. При поиске существующего программного обеспечения для решения поставленной задачи рекомендуется использовать поисковые службы Интернет. В пояснительной записке следует указать, какие поисковые системы были использованы, и общее число ссылок, напрямую относящихся к поставленной задаче.

Первоначальный список рекомендуемой литературы по заданному численному методу указывается в таблицах 7.1 и 7.2 для соответствующей темы курсовой работы. При работе над разделом обязательно указываются используемые литературные источники согласно требованиям ГОСТ 7.1. Ссылка на информационные ресурсы Интернет оформляется в виде полного адреса URL ресурса и названия источника, отображаемого в заголовке обозревателя Интернет, или наименования и формата электронного документа.

В подразделе окончательно указываются математические выражения, которые используются для решения задачи, и даются ссылки на литературные источники, используемые при выполнении математического описания задачи. Все записанные математические формулы и выражения должны иметь нумерацию, выполняемую в круглых скобках в правой части страницы, для организации последующих ссылок на них в тексте пояснительной записки. При необходимости можно самостоятельно получить расчетные формулы. В этом случае указывается метод вывода полученных выражений.

Недопустимо в составе раздела приводить термины и определения, доказательства математических теорем и лемм, связанных с заданной темой работы. При этом при необходимости следует указать лишь ссылки на литературные источники, в которых можно получить дополнительную информацию об использованных численных методах.

### ***2.3 Подраздел 1.3 «Формирование требований к приложению»***

В указанном подразделе определяются следующие требования к разрабатываемой программе-приложению:

- 1) заданное семейство операционных систем;
- 2) требования к составу аппаратной части (минимальное разрешение экрана, наличие клавиатуры, принтера или иного периферийного устройства);
- 3) состав и вид исходных данных, а также допустимый диапазон их значений;
- 4) условия для проверки корректности введенных данных;
- 5) способ задания исходного математического выражения при решении задачи (если оно необходимо). Здесь возможны следующие варианты: в виде подпрограммы, с помощью специального шаблона-интерпретатора, ввод в виде строки текста с последующей обработкой с помощью внешнего компилятора;
- 6) формата файла для сохранения исходных данных;
- 7) точность получения результата;

8) наличие отображения хода процесса (визуализации) выполнения процесса расчета;

9) возможность прерывания пользователем выполнения расчета и (или) автоматическое определение режима «зависания» или некорректных результатов;

10) вид отображаемых результатов расчета;

11) форматы файлов, используемые для сохранения результатов расчета.

### **3 Состав раздела 2 «Проектирование схем алгоритмов»**

В данном разделе выполняется разработка алгоритмов решения поставленной задачи. Раздел включает следующие подразделы:

- разработка алгоритма основной программы;
- проектирование алгоритма ввода исходных данных;
- разработка алгоритма вывода результатов;
- проектирование алгоритма численного метода.

Прежде чем приступить к построению каждой схемы алгоритма, предварительно следует определить следующие данные:

– исходные данные, получаемые из внешней среды через параметры функции или глобальные переменные;

– промежуточные результаты, необходимые для реализации вычислительного процесса. Результаты расчета непосредственно в программе не должны отображаться, но могут использоваться при ее отладке и верификации;

– выходные результаты решения, которые должны отображаться на экране или выводиться в текстовый файл.

По согласованию с руководителем работы возможно добавление других блок-схем, описывающих промежуточные этапы обработки данных.

При разработке алгоритмов рекомендуется использовать методы:

1) метод частных целей, который заключается в сведении решения сложной задачи к рассмотрению последовательности более простых задач;

2) метод подъема, когда задается начальное самое простое предположение варианта построения алгоритма этапа решения задачи, которое затем последовательно улучшается пока не достигнет заданного качества.

Эти два метода используются комплексно: сначала сложная задача разбивается на последовательность более простых подзадач, а затем для составления алгоритмов каждой из задач используется метод подъема или опять метод частных целей.



### ***3.1 Подраздел 2.1 «Проектирование алгоритма основной программы»***

Схема основного алгоритма программы Windows-приложения разрабатывается с учетом интерактивного характера проектируемой программы-приложения. Поэтому следует учитывать событийный характер функционирования программы. При этом каждому возможному событию соответствует вызов определенного обработчика. Программа-приложение в минимально допустимом составе должна иметь обработчики следующих событий:

- 1) ввод исходных данных задачи;
- 2) расчет задачи;
- 3) вывод результатов расчетов;
- 4) получение справочной информации о программе.

Пример обобщенной схемы алгоритма основной программы Windows-приложения показан на рисунке 3.1. При составлении общей схемы алгоритма разрабатываемого приложения следует произвести описание обработки событий на главной форме проекта в виде цикла с предусловием. Событиями являются выбор пунктов меню или нажатие соответствующих управляющих компонентов (разнообразных кнопок, пунктов главного или всплывающего меню, переключателей, элементов списков), выбор определенных вкладок и установка маркеров.

При разработке консольного варианта проекта (допустимого для студентов заочной формы обучения) для описания основного алгоритма функции точки входа возможна простая линейная последовательность вызовов подпрограмм, реализующих следующие операции:

- 1) ввод исходных данных задачи;
- 2) численное решение задачи;
- 3) вывод результатов расчетов;
- 4) сохранение результатов расчета в текстовый файл.

Пример схемы основного алгоритма для случая консольного приложения дан на рисунке 3.2. Этот алгоритм описывает состав функции main, которая является точкой входа консольного приложения.

При согласовании с руководителем работы для студентов заочной сокращенной формы обучения допускается не выполнять сохранение результатов расчета в текстовый файл. При этом схема алгоритма аналогична рисунку 3.2, исключая символ предопределенного процесса под номером 4.

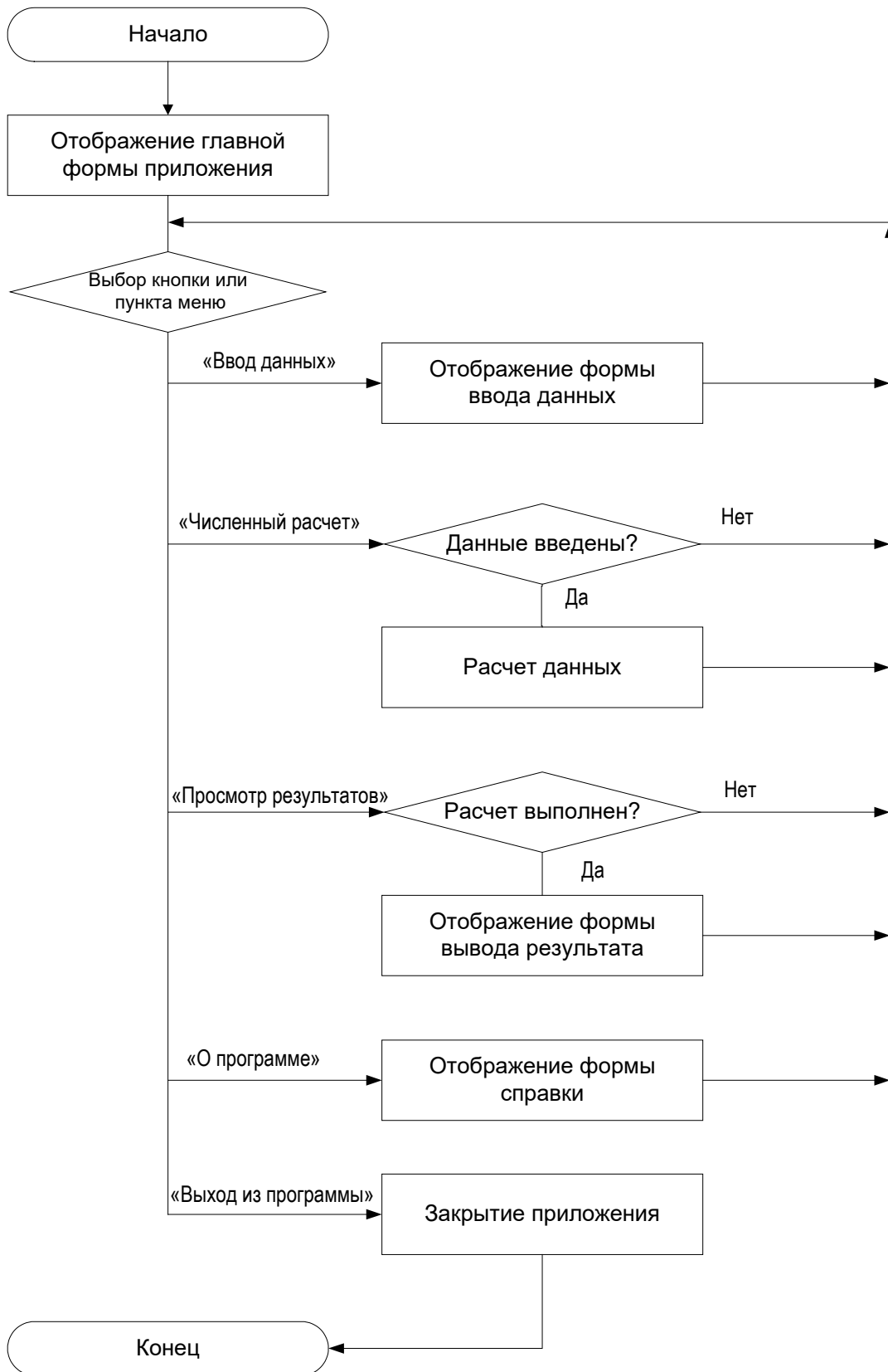


Рисунок 3.1 – Основная схема алгоритма Windows-приложения



Рисунок 3.2 – Пример основного алгоритма консольной программы

### ***3.2 Подраздел 2.2 «Разработка алгоритма ввода исходных данных»***

При проектировании алгоритма ввода исходных данных следует предусматривать следующие операции:

- 1) ввод численных значений исходных данных с помощью клавиатуры или выбор варианта из предложенного списка с помощью мыши;
- 2) проверка корректности введенных данных с последующим автоматическим исправлением или блокированием введенных неадекватных значений. Примером проверки может являться контроль условия меньшего значения начала заданного интервала указанному его конечному значению;
- 3) сохранение введенных данных в отдельный файл;
- 4) возможность загрузки исходных данных из ранее сохраненного файла.

Схема алгоритма ввода исходных данных для консольного приложения может включать только ввод данных в переменные с клавиатуры после соответствующего экранного запроса. Следует обязательно соблюдать свойство дискретности операций при изображении схемы алгоритма ввода исходных данных. Недопустимо изображать алгоритмы, которые состоят менее чем из четырех символов операций, включая символы начала и завершения (терминаторы).

### ***3.3 Подраздел 2.3 «Проектирование алгоритма вывода результатов»***

Схема алгоритм вывода результатов расчета должна обеспечивать:

- 1) вывод результатов расчета на экран в виде таблицы данных или единичных численных значений;
- 2) при необходимости построение графика искомой зависимости (для решения обыкновенных дифференциальных уравнений обязательно);
- 3) сохранение результатов таблиц в файл отчета формата rtf или txt вместе с соответствующими исходными данными;
- 4) сохранение графика (если он использовался) в графический файл векторного формата (например, wmf);
- 5) подготовка и вывод результатов расчета для печати на системном принтере компьютера (для случая визуального приложения).

При выводе результатов в файл вначале следует показать значения исходных данных, при которых были получены результаты. Рекомендуется также при выводе результатов указывать время и дату выполнения расчетов.

### ***3.4 Подраздел 2.4 «Разработка алгоритма численного метода»***

При разработке подраздела сначала оговариваются дополнительные переменные для промежуточных результатов расчета. Далее реализовывается вычислительный алгоритм заданного численного метода. Если алгоритм разрабатывается на основе известного решения, то обязательно делается ссылка на используемый источник. В схеме алгоритма предусматривается отображение текущего состояния вычислительного процесса в процентах или численных значениях (например, показывается номер текущей итерации (расчетной точки) или с помощью визуального элемента показывается процент выполнения расчетов). Если возможно получение расходящегося численного процесса поиска решения, то необходимо обеспечить контроль превышения максимального номера итерации с последующей остановкой расчета и выводом сообщения об отсутствии решения при заданных исходных данных.

### ***3.5 Правила построения схем алгоритмов***

Схема программы должна однозначно отображать всю последовательность дискретных операций на рассматриваемом этапе решения задачи. Согласно ГОСТ 19.701–90 в схемах алгоритмов используются:

- а) символы процесса, обозначающие операции обработки данных;
- б) линейные символы, указывающие направление потока управления;
- в) специальные символы, предназначенные для упрощения описания и чтения схемы: комментарии, разрывы и т. п.

Для каждой подпрограммы составляется схема алгоритма (схема программы). Схемы алгоритма всех подпрограмм, за исключением стандартных подпрограмм языка программирования, изображаются в пояснительной записке к курсовой работе.

При построении схемы алгоритма программы должны соблюдаться следующие правила:

1) символы в схеме алгоритма должны быть расположены равномерно с минимальным числом длинных линий;

2) размеры сторон символов выбираются произвольно таким образом, чтобы не затруднялась идентификация символа;

3) все символы схемы должны быть, по возможности, одного размера или, по крайней мере, иметь одинаковую ширину;

4) символы схемы могут быть вычерчены в любой ориентации, но предпочтительной является горизонтальная; допускается зеркальное изображение формы символа;

5) внутри символа отображается минимальное количество текста, необходимого для понимания функции данного символа, при этом текст для чтения должен записываться слева направо и сверху вниз независимо от направления потока. Если объем текста, помещаемого внутри символа, превышает его размеры, следует использовать символ комментария;

6) в схеме алгоритма рекомендуется использовать цифровой идентификатор символов, который должен располагаться слева над символом. Рекомендуется в идентификаторе указывать через точку составной номер, первая цифра которого указывает номер основной подпрограммы, а вторая – номер символа в подпрограмме;

7) в схеме алгоритма может использоваться описание символов – любая другая информация, например, для отображения специального применения символа с перекрестной ссылкой или для улучшения понимания функции как части схемы, которая должна располагаться справа над символом;

8) в схеме алгоритма может использоваться подробное представление, которое обозначается горизонтальной полосой в его верхней части, указывающее, что в другом месте имеется более подробное представление. Между этой линией и верхней линией символа помещен идентификатор, указывающий на подробное представление данного символа. В качестве первого и последнего символа подробного представления должен быть использован символ терминатора. Первый символ указателя конца должен содержать ссылку, которая имеется также в символе с полосой;

9) потоки данных или потоки управления в схеме алгоритма показываются сплошными линиями;

10) направления потока управления слева направо и сверху вниз считаются стандартными и их допускается не указывать, во всех остальных случаях направление потока передачи указывается с помощью стрелок на концах или в середине линий;

11) две входящие линии потока могут объединяться в одну исходящую линию, если число объединяемых линий превышает две. Место объединения каждой следующей присоединяемой линии должно быть смещено;

12) линии потока в схемах алгоритмов должны подходить к символу процесса либо слева, либо сверху, а исходить либо справа, либо снизу. Линии должны быть направлены к центру символа;

13) при необходимости линии потоков управления в схемах программ следует разрывать для предотвращения излишних пересечений или слишком длинных линий, а также, если схема состоит из нескольких страниц;

14) при переносе части схемы алгоритма на другой лист используется символ «соединитель», который в начале разрыва называется внешним соединителем, а соединитель в конце разрыва – внутренним соединителем. Внутри них указывается одинаковое текстовое обозначение;

15) при межстраничном переносе дополнительно к символу «соединитель» могут быть приведены ссылки к страницам внутри символов комментария.

На листе графической части обязательны два основных алгоритма:

1) схема работы приложения;

2) схема алгоритма расчета по заданному методу.

Остальные схемы алгоритмов могут выноситься в записку в виде отдельных рисунков или вообще не указываются, если являются стандартными операциями.

Схемы алгоритмов должны изображаться на листе графической части работы в объеме не менее 80 % от площади заданного формата.

В пояснительной записке производится описание назначений блоков схемы алгоритма. При этом ссылки на блоки схемы алгоритма производятся путем указания номера блока. Для упрощения описания блоков схемы, реализующих вычисления переменных по формулам, ранее описанным в разделе «Описание поставленной задачи», следует оформлять ссылки на эти формулы.

## **4 Раздел 3 «Кодирование программы-приложения»**

В указанном разделе решаются вопросы построения исходного текста (кода) программного проекта для решения поставленной задачи в заданной среде программирования. В составе раздела подлежат разработке следующие подразделы:

а) разработка структуры проекта приложения;

б) проектирование интерфейса пользователя;

в) программирование ввода-вывода данных;

г) программная реализация численного метода.

При работе над разделом рекомендуется использовать [1, 2].

Для каждого подраздела описываются используемые константы, скалярные и структурированные типы данных, а также переменные. В тексте программ рекомендуется максимально использовать комментарии. При задании состава

переменных следует всегда сохранять вводимые значения исходных данных до конца программы, не допуская их переопределения в результате расчетов.

При написании текстов программ рекомендуется использовать объектно-ориентированную технологию программирования с применением стандартных иерархических библиотек классов среды программирования. Тогда в этом разделе представляется собственная иерархия классов. При выполнении раздела студентам дневной формы обучения рекомендуется использовать [1, 16, 22–27], заочной – [22–25].

#### ***4.1 Подраздел 3.1 «Разработка структуры проекта приложения»***

В подразделе определяется структура разрабатываемого проекта приложения с учетом особенности заданной среды программирования. Следует не размещать весь программный код в едином файле программы, а разделить ее по функциональному признаку на несколько отдельных статических модулей. Например, поместить в отдельный модуль собственные типы данных и подпрограммы реализации заданного метода, а во второй модуль – элементы интерфейса программы.

В рассматриваемом подразделе определяется число и назначение:

- 1) форм (только для Windows-приложений);
- 2) отдельных модулей;
- 3) дополнительных ресурсов пакета: графических файлов, пиктограмм, курсоров, справочных файлов и т. д.

В подразделе также указываются имена папок и файлов, которые подлежат формированию в составе пакета. Тексты исходного кода разработанных программ и модулей помещаются в приложение А, а в подразделе оформляется ссылка на это приложение.

Здесь также указывается наименование расширений (типов) для файлов исходных данных и результатов расчета. Оговаривается формат графических файлов для сохранения построенных графиков.

#### ***4.2 Подраздел 3.2 «Проектирование интерфейса приложения»***

При разработке интерфейса приложения используются стандартные компоненты среды программирования с использованием библиотек стандартных элементов API Windows, Linux или Android. При реализации интерфейса в пояснительной записке приводится описание основных компонентов для каждой формы, которые будут использоваться в программе. Типовой интерфейс приложения в этом случае должен иметь:

- 1) главную форму программы, которая раскрывается при запуске программы и содержит следующий минимальный набор элементов:

- заголовок приложения с изображением собственной пиктограммы;
- строки главного меню в верхней части формы;
- строки состояния программы, где отображаются подсказки назначения текущих элементов меню;

2) форму ввода исходных данных с клавиатуры, где собственно значения должны задаваться в полях ввода, реализованных с помощью однострочных редакторов или таблиц строк. Режимы работы программы можно задавать с помощью переключателей;

3) форму отображения результата расчета, где расчетные данные отображаются в виде таблицы и графика; сохранение результатов в отдельном файле рекомендуется выполнять с помощью нажатия соответствующих кнопок;

4) форму информации по программе.

Отдельно описывается состав разделов главного меню и кнопок с пояснением действий, которые они реализуют. Следует использовать следующие компоненты интерфейса программы-приложения:

1) однострочные редакторы для ввода численных или текстовых значений;

2) маркеры для выбора дискретного значения из некоторого списка;

3) таблицы символьных данных для организации ввода или вывода табличных данных;

4) диаграммы для отображения графиков результатов или промежуточных значений;

5) кнопки для задания режимов работы программы;

6) главное меню на главной форме проекта приложения;

7) всплывающие меню для локальных управляющих действий на отдельных компонентах;

8) метки для вывода отдельных значений на формах приложения;

9) многострочные редакторы для формирования файла отчета работы приложения.

Формирование дизайна интерфейса приложений выполняется с помощью вставки на формы различных элементов трехмерных рамок, графических рисунков, подбора цветовой гаммы.

В записке следует описать структуру интерфейса каждой формы, указав использованные стандартные классы и пояснив настройку их отдельных свойств.

В подразделе следует привести копию экрана с каждой из форм, реализованной в проекте, которые оформляются в виде рисунков согласно требованиям ГОСТ 2.105–95.



### ***4.3 Подраздел 3.3 «Программирование ввода-вывода данных»***

Ввод и вывод данных в программе реализуется с помощью стандартных компонентов среды визуального программирования (однострочных редакторов, таблиц строковых данных, графиков и т. д.). В пояснительной записке следует указать, каким образом в программе производится преобразование строковых данных полей в численные и численных данных в строковые значения. Возможно организовывать ввод-вывод значений с помощью стандартных диалоговых окон. Особенно эффективно их использование для указания имени файлов при вводе исходных данных или сохранении результатов, а также для задания настроек системного принтера.

### ***4.4 Подраздел 3.4 «Программная реализация численного метода»***

Текст программы расчета разрабатывается на основании составленной блок-схемы алгоритма с использованием описанных в предыдущих разделах данных и средств интерфейса на языке программирования C++. При программировании интерфейса программы следует использовать ресурсы стандартных библиотек системы программирования для отображения текущего состояния выполненного объема расчета (с помощью строки процента завершения или указания номера текущей итерации). Возможно заполнение графиков и таблиц расчета динамически по мере расчета контрольных значений. Рекомендуется использовать динамические массивы и структуры данных для создания оптимальных с точки зрения ресурсов памяти программ. При этом следует указать, каким образом производится создание и уничтожение использованных динамических переменных.

### ***4.5 Оформление программ***

Текст операторной части (тела) подпрограммы заданного метода в основном должен соответствовать изображенной схеме алгоритма. В тексте следует использовать комментарии для пояснений соответствия текста программы схеме алгоритма и локальных идентификаторов переменных и констант. Допускается при кодировании операторной части метода детализировать разработанный алгоритм (например, созданием и уничтожением динамических переменных), но запрещается пропускать указанные в схеме алгоритма операции.

Текст программы оформляется с помощью равномерного шрифта (например, Courier New) в приложении А пояснительной записки. Допускается на листах приложения не отображать основную надпись. По согласованию с руководителем работы возможно отображать код модулей в

две колонки. Для текста приложений допустимой является высота шрифта не ниже 8 пт, а для основного текста записки – 14 пт.

Необходимо привести следующие исходные коды:

- 1) сpp-файл проекта приложения;
- 2) заголовочные файлы всех модулей приложения вместе с сpp-файлами их реализации;
- 3) тексты прочих модулей, используемых в проекте;
- 4) содержимое файла ресурсов, если он использовался в программе.

## **5 Раздел 4 «Тестирование программы»**

Целью выполнения данного раздела является проверка работоспособности и точности разработанного при выполнении предыдущего раздела программы и ее отладка. В составе раздела рассматриваются следующие подразделы:

- описание аппаратной конфигурации для тестирования;
- тестирование разработанной программы;
- решение задачи в математической системе Mathcad;
- решение задачи в математической системе MATLAB.

### ***5.1 Состав раздела 4.1 «Описание компьютера для тестирования»***

В подразделе описывается аппаратная часть и операционная система персонального компьютера, на котором производилось тестирование разработанной программы. При выборе компьютера необходимо указать его следующие технические характеристики:

- 1) тип центрального процессора (CPU) и следующие параметры:
  - наименование микроархитектуры и технологический процесс изготовления;
  - число ядер;
  - тактовая частота процессора;
  - частота системной шины;
  - величина напряжения ядра;
  - наименование системного разъема;
  - объем кэша данных;
  - тип системы охлаждения CPU (желательно);
- 2) наименование системной платы со следующими параметрами:
  - форм-фактор;
  - наименование набора системной логики (чипсета);
  - тип интерфейса подключения видеоадаптера;
  - максимальный объем оперативной памяти;
  - интерфейс подключения жесткого диска;
  - параметры встроенного аудиоадаптера;

- наличие встроенного сетевого адаптера;
- 3) наименование, число, объем и тип модулей оперативной памяти;
- 4) типы внешней памяти компьютера в следующем виде:
  - наименование жесткого или твердотельного диска;
  - максимальный объем в ГБ;
  - частота вращения шпинделя (для жесткого диска);
  - интерфейс подключения;
  - объем кэш-памяти системного диска;
  - при наличии тип и наименование привода оптического диска и максимальные значения скорости чтения/записи данных на оптический диск;
  - наличие картоввода для чтения карт памяти;
- 5) тип видеоадаптера и его следующие основные параметры:
  - реализация видеоадаптера (встроенный в модуль центрального процессора, в виде дискретного модуля или гибридный вариант)
  - наименование графического процессора (GPU);
  - объем и тип видеопамати (для дискретного варианта);
  - разрядность шины памяти (для дискретного варианта);
  - частота ядра GPU и шины видеопамати;
  - тип и число разъемов для подключения к монитору;
  - тип системы охлаждения видеоадаптера (для дискретного варианта);
- 6) следующие параметры монитора или встроенного экрана:
  - тип и наименование модели монитора или встроенного экрана;
  - технология воспроизведения изображения;
  - ширина диагонали экрана;
  - интерфейс подключения к компьютеру (кроме ноутбуков и планшетных ПК);
  - максимальное разрешение по горизонтали и вертикали;
  - частоты строчной и кадровой разверток;
  - яркость и контрастность экрана;
  - время отклика (только для жидкокристаллических);
  - наличие дополнительных элементов (сенсорного слоя, акустические мониторы, дополнительные разъемы USB и т. п.);

7) состав интерфейса для подключения периферийных устройств.

Дополнительно указываются тип и версия операционной системы, в среде которой производилось тестирование, а также версии математических пакетов Mathcad и MATLAB. Рекомендуется также указать версию драйверов видеоадаптера, установленных в операционной системе.

Для определения параметров аппаратной части рекомендуется использовать специальную тестовую программу (например, CPU-Z).

## **5.2 Подраздел 4.2 «Тестирование разработанной программы»**

Тестирование набранного кода программы должно производиться в три этапа:

1) тестирование устойчивости, когда проверяется реакция программы на некорректный ввод данных, значения которых выходят за допустимый диапазон;

2) тестирование функциональности, когда выполняется проверка правильности вычисления по известным исходным данным (использованным при выполнении подраздела 5.1);

3) тестирование применимости, где выполняется проверка удовлетворения способов использования требованиям задания (время реакции приложения на команды пользователя, понятность интерфейса, устойчивость вычислительного процесса).

В пояснительной записке указываются математическое выражение, использованное для тестирования, и значения исходных данных.

Итоги тестирования программы помещаются в пояснительную записку как приложение Б в виде распечатки файла результатов. При этом указывается:

- объем исходных тестов и ресурсов проекта программы-приложения;
- объем загрузочного модуля программы;
- качественно оценивается быстродействие программы (например, менее 5 с и т. п.).

При тестировании быстродействия разработанного приложения рекомендуется использовать интегрированные в среду программирования или внешние программы-профайлеры.

Окончательное тестирование производится студентом совместно с руководителем работы, при успешном окончании которого составляется Акт приемки, который подшивается в качестве приложения Е.

В пояснительной записке следует привести аналитическое подтверждение полученного результата или указать литературный источник, данные которого совпадают с этим результатом. В приложениях обязательно следует приводить распечатку результатов расчета с указанными значениями исходных данных.

## **5.3 Подраздел 4.3 «Решение задачи в системе Mathcad»**

В рассматриваемом подразделе производится решение поставленной в задании задачи с использованием математического пакета Mathcad. Исходные данные для решения должны совпадать с исходными данными подраздела 4.2. В подразделе пояснительной записки описываются использованные стандартные функции математического пакета, а также дополнительные переменные. Результаты тестирования указываются в данном подразделе, а в приложении В приводится экранная копия рабочей области mathcad-документа. Также следует указать объем созданного mcdx-файла, полученные

результаты и качественную оценку времени расчета задачи в пакете. Для выполнения раздела рекомендуется использовать [14, 19, 20, 28].

#### **5.4 Подраздел 4.4 «Решение задачи в системе MATLAB»**

В данном разделе составляется m-файл со стандартными функциями решения поставленной задачи и исходными данными, которые совпадают с использованными в подразделах 4.2 и 4.3. При выполнении рекомендуется использовать [11, 29]. В приложение Г помещаются:

- m-файл с исходными данными и расчетными функциями;
- результаты расчета в среде MATLAB в виде экранной копии командного окна MATLAB и копии графика результатов расчета (если использовался);
- при необходимости проверки точности результатов выводятся отдельные значения переменных рабочей области MATLAB.

#### **5.5 Подраздел 4.5 «Анализ результатов тестирования»**

В подразделе производится обобщение результатов расчета, полученных при выполнении в трех предыдущих пунктах. Оценивается точность совпадения результатов либо в процентах (относительная), либо указывается знак десятичной дроби. Допустимой для инженерных расчетов в большинстве случаев является точность до 1 %.

Возможна ситуация, когда в одном из использованных математических пакетов точность решения резко отличается от двух остальных. Тогда следует дать объяснение этому расхождению. Это возможно вследствие неточности метода, реализуемого стандартной функцией, или невозможностью зафиксировать требуемый диапазон решения из-за системных ограничений пакета (например, на максимальное число точек).

По окончании тестирования студентом дневной формы обучения составляется Акт приемки программы, который подписывает руководитель работы после ознакомления с текстом программы и результатами тестирования. Акт приемки оформляется в тексте пояснительной записки в виде приложения Е.

## 6 Разработка гипертекстового документа

Гипертекстовая справка по программе в курсовой работе выполняется только студентами дневной формы обучения. В результате выполнения данного раздела получается вариант оформления страницы Интернет (Web-сайт) и формируется справочная информация по разработанной программе на языке гипертекстовой разметки HTML. В составе HTML документа справки должна быть текстовая часть, включающая следующие разделы:

- краткая характеристика использованного численного метода;
- описание схем алгоритмов с рисунком схемы заданного численного метода;
- описание кодирования программы;
- результаты тестирования программы;
- требования к аппаратной части компьютера;
- сведения об авторе программы.

В гипертекстовый документ помещаются рисунки со схемами разработанных алгоритмов. При описании результатов тестирования программы должна содержаться гиперссылка на ее запуск. При выполнении раздела рекомендуется использовать [3, 7].

Оформление гипертекстового документа рекомендуется производить на основе разработанного электронного варианта предыдущих разделов пояснительной записки.

Если руководителем работы или в задании не оговорен дополнительный состав гипертекстового документа, то дополнительные визуальные элементы следует вводить по собственному усмотрению.

В пояснительной записке указывается программная среда, которая использовалась для формирования гипертекстового документа справочной информации, а также номер версии языка гипертекстовой разметки. Приводится распечатка исходного текста файлов в идее html-тегов в приложениях пояснительной записки.

## 7 Варианты заданий по курсовой работе

Задание на курсовую работу содержит тему работы и исходные данные (тип операционной системы, среду программирования и т. п.). Студенты дневной формы обучения разрабатывают визуальное приложение с графическим интерфейсом операционной системы Windows, Linux или Android. Использование одной из двух последних операционных систем обязательно согласовывается с руководителем курсовой работы.

Варианты заданий для студентов дневной формы обучения со списком рекомендуемых источников даются в таблице 7.1, заочной – в таблице 7.2.

Таблица 7.1 – Темы вариантов курсовых работ для дневной формы обучения

| Вариант  | Численный метод  | Источник         |
|--|--|------------------|
| <b>Методы работы с матрицами</b>                                   |  |                  |
| 1  | Разработка программы вычисления определителя матрицы   | [2, 4, 5, 6]     |
| 2  | Разработка программы поиска обратной матрицы   | [2, 4, 5, 6]     |
| 3  | Разработка программы поиска псевдообратной матрицы   | [6]              |
| 4  | Разработка программы приведения матрицы к верхней треугольной форме Хессенберга  | [6]              |
| 5  | Разработка программы построения трехдиагональной матрицы методом Хаусхолдера   | [6]              |
| 6  | Разработка программы разложения матрицы по сингулярным числам  | [6]              |
| 7  | Разработка программы поиска вектора собственных значений квадратной матрицы на основе QR-алгоритма   | [6]              |
| 8  | Разработка программы поиска вектора собственных значений квадратной матрицы методом Якоби  | [2, 4, 5, 6]     |
| 9  | Разработка программы расчета числа обусловленности квадратной матрицы  | [6]              |
| <b>Методы решения системы линейных алгебраических уравнений</b>    |  |                  |
| 10   | Разработка программы решения системы линейных уравнений методом Холесского   | [2, 4, 5, 6]     |
| 11   | Разработка программы решения системы линейных уравнений методом LU-разложений  | [2, 4, 5, 6]     |
| <b>Методы решения системы нелинейных уравнений</b>                 |  |                  |
| 12   | Разработка программы решения системы нелинейных уравнений методом Зейделя  | [4, 5, 34]       |
| 13   | Разработка программы решения системы нелинейных уравнений методом Ньютона – Рафсона  | [4, 5, 34]       |
| <b>Явные одношаговые методы с постоянным шагом интегрирования</b>  |  |                  |
| 14   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Рунге – Кутта пятого порядка точности         | [15, 17, 18, 33] |
| 15   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Рунге – Кутта шестого порядка точности        | [15, 17, 18, 33] |
| 16   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Рунге – Кутта – Мерсона                       | [15, 17, 18, 33] |
| 17   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Фельберга четвертого порядка точности         | [15, 17, 18, 33] |
| 18   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Фельберга пятого порядка точности             | [15, 17, 18, 33] |
| 19   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Ингланда пятого порядка точности              | [15, 17, 18, 33] |
| <b>Явные многошаговые методы с постоянным шагом интегрирования</b> |  |                  |
| 20   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным многошаговым методом Адамса третьего порядка точности | [15, 17, 18, 33] |

Продолжение таблицы 7.1

| Вариант  | Численный метод  | Источник         |
|--|--|------------------|
| 21   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным многошаговым методом Адамса четвертого порядка точности   | [15, 17, 18, 33] |
| 22   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным многошаговым методом Адамса пятого порядка точности   | [15, 17, 18, 33] |
| 23   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным многошаговым методом Нистрема третьего порядка точности   | [15, 17, 18, 33] |
| 24   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным многошаговым методом Нистрема четвертого порядка точности   | [15, 17, 18, 33] |
| 25   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным многошаговым методом Милна четвертого порядка точности  | [15, 17, 18, 33] |
| 26   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным многошаговым методом Милна шестого порядка точности   | [15, 17, 18, 33] |
| 27   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным многошаговым методом Хэмминга четвертого порядка точности по схеме 1/2                                    | [15, 17, 18, 33] |
| 28   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным многошаговым методом Хэмминга четвертого порядка точности по схеме 1/3                                    | [15, 17, 18, 33] |
| 29   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным многошаговым методом Хэмминга четвертого порядка точности по схеме 2/3                                    | [15, 17, 18, 33] |
| Явные методы решения дифференциального уравнения с автоматическим контролем величины шага интегрирования |  |                  |
| 30   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Рунге – Кутта четвертого порядка точности с автоматическим контролем величины шага интегрирования | [15, 17, 18, 33] |
| 31   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Рунге – Кутта-Мерсона с автоматическим контролем величины шага интегрирования                     | [15, 17, 18, 33] |
| 32   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Фельдберга с автоматическим контролем величины шага интегрирования                                | [15, 17, 18, 33] |
| 33   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Ингланда с автоматическим контролем величины шага интегрирования                                  | [15, 17, 18, 33] |
| Неявные методы интегрирования дифференциального уравнения  |  |                  |
| 34   | Разработка программы численного интегрирования системы обыкновенных дифференциальных уравнений неявным методом Эйлера первого порядка  | [15, 17, 18, 33] |



Продолжение таблицы 7.1

| Вариант   | Численный метод  | Источник                 |
|---|--|--------------------------|
| Методы прогноза и коррекции решения дифференциального уравнения |  |                          |
| 35  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Милна                                    | [15, 17, 18, 33]         |
| 36  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Башфора – Маултона              | [15, 17, 18, 33]         |
| 37  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Хэмминга                                 | [15, 17, 18, 33]         |
| 38  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона пятого порядка         | [15, 17, 18, 33]         |
| 39  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона шестого порядка        | [15, 17, 18, 33]         |
| 40  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона седьмого порядка       | [15, 17, 18, 33]         |
| 41  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона восьмого порядка       | [15, 17, 18, 33]         |
| 42  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона девятого порядка       | [15, 17, 18, 33]         |
| 43  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона десятого порядка       | [15, 17, 18, 33]         |
| 44  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона одиннадцатого порядка  | [15, 17, 18, 33]         |
| 45  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона двенадцатого порядка   | [15, 17, 18, 33]         |
| 46  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона тринадцатого порядка   | [15, 17, 18, 33]         |
| 47  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона четырнадцатого порядка | [15, 17, 18, 33]         |
| 48  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона пятнадцатого порядка   | [15, 17, 18, 33]         |
| 49  | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции Адамса – Маултона шестнадцатого порядка  | [15, 17, 18, 33]         |
| Методы интерполяции табличных функций                           |  |                          |
| 50  | Разработка программы интерполяции однопараметрической табличной функции полиномом Ньютона  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |

Продолжение таблицы 7.1

| Вариант   | Численный метод   | Источник                 |
|---|---|--------------------------|
| 51  | Разработка программы интерполяции однопараметрической табличной функции кубическим сплайном   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| 52  | Разработка программы интерполяции однопараметрической табличной функции полиномом Чебышева  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| 53  | Разработка программы интерполяции табличной однопараметрической функции итерационным алгоритмом Эйткена   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| 54  | Разработка программы линейной интерполяции табличной двухпараметрической функции  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| 55  | Разработка программы обратной интерполяции табличной однопараметрической функции полиномом Лагранжа   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| Методы аппроксимации табличных функций                          |   |                          |
| 56  | Разработка программы аппроксимации табличной функции степенным рядом (линейный метод наименьших квадратов)                                      | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| 57  | Разработка программы аппроксимации табличной функции тригонометрическим полиномом   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| 58  | Разработка программы аппроксимации табличной функции для нейронной сети прямого распространения   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| Методы оптимизации  |   |                          |
| 59  | Разработка программы поиска локального минимума однопараметрической (унимодальной) функции методом квадратичного интерполирования               | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 32] |
| 60  | Разработка программы поиска локального минимума двухпараметрической функции методом Нелдера – Мида  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 32] |
| 61  | Разработка программы поиска локального минимума двухпараметрической функции на основе метода градиентного спуска                                | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 32] |
| 62  | Разработка программы поиска локального минимума двухпараметрической функции на основе метода покоординатного спуска                             | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 32] |
| 63  | Разработка программы поиска локального минимума двухпараметрической функции на основе метода Розенброка   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 32] |
| 64  | Разработка программы поиска локального минимума двухпараметрической функции на основе метода Монте-Карло  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 32] |
| Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных |   |                          |
| 65  | Разработка программы численного решения гиперболического волнового дифференциального уравнения в частных производных методом конечных элементов | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 35] |
| 66  | Разработка программы численного решения гиперболического волнового дифференциального уравнения в частных производных методом конечных разностей | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 35] |
| 67  | Разработка программы численного решения параболического дифференциального уравнения в частных производных методом прямой разности               | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 35] |
| 68  | Разработка программы численного решения дифференциального уравнения теплопроводности в частных производных методом Кранка – Николсона           | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 35] |

Окончание таблицы 7.1

| Вариант                          | Численный метод  | Источник                 |
|----------------------------------|--|--------------------------|
| 69                               | Разработка программы численного решения эллиптического дифференциального уравнения Лапласа в частных производных методом Дирихле | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 35] |
| Методы дифференцирования функции |  |                          |
| 70                               | Разработка программы численного дифференцирования табличной функции на основании полинома Ньютона                                | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |

Таблица 7.2 – Темы вариантов курсовых работ для заочной формы обучения

| Вариант   | Численный метод   | Источник                 |
|---|---|--------------------------|
| Методы расчета значения определенного интеграла |   |                          |
| 1   | Разработка программы расчета определенного интеграла методом правых прямоугольников по схеме двойного пересчета с заданной точностью  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 2   | Разработка программы расчета определенного интеграла методом левых прямоугольников по схеме двойного пересчета с заданной точностью   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 3   | Разработка программы расчета определенного интеграла методом средних прямоугольников по схеме двойного пересчета с заданной точностью | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 4   | Разработка программы расчета определенного интеграла методом трапеций по схеме двойного пересчета с заданной точностью                | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 5   | Разработка программы расчета определенного интеграла методом Симпсона по схеме двойного пересчета с заданной точностью                | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 6   | Разработка программы расчета определенного интеграла формулой Симпсона по схеме 3/8 методом двойного пересчета с заданной точностью   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 7   | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Буля по схеме двойного пересчета с заданной точностью                 | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 8   | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Гаусса – Лежандра для случая двух узлов                               | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 9   | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Гаусса – Лежандра для случая трех узлов                               | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 10  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Гаусса – Лежандра для случая четырех узлов                            | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 11  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Гаусса – Лежандра для случая пяти узлов                               | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 12  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Гаусса – Лежандра для случая шести узлов                              | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 13  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Гаусса – Лежандра для случая семи узлов                               | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 14  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Гаусса – Лежандра для случая восьми узлов                             | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 15  | Разработка программы расчета определенного интеграла методом Монте-Карло  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 16  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Чебышева для случая трех узлов  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 17  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Чебышева для случая четырех узлов                                     | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |

Продолжение таблицы 7.2

| Вариант   | Численный метод   | Источник                 |
|---|---|--------------------------|
| 18  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Чебышева для случая пяти узлов                                | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 19  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Чебышева для случая шести узлов                               | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 20  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Чебышева для случая семи узлов                                | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 21  | Разработка программы расчета определенного интеграла по формуле Чебышева для случая девяти узлов                              | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| <b>Методы дифференцирования функции</b>                         |   |                          |
| 22  | Разработка программы расчета производной аналитической функции по формуле центральной разности второго порядка точности       | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 23  | Разработка программы расчета производной аналитической функции по формуле правой разности второго порядка точности            | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 24  | Разработка программы расчета производной аналитической функции по формуле левой разности второго порядка точности             | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 25  | Разработка программы расчета производной аналитической функции по формуле центральной разности четвертого порядка точности    | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 26  | Разработка программы расчета производной аналитической функции по формуле правой разности четвертого порядка точности         | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 27  | Разработка программы расчета производной аналитической функции по формуле левой разности четвертого порядка точности          | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 28  | Разработка программы численного дифференцирования табличной функции на основании полинома Лагранжа второй степени точности    | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| 29  | Разработка программы численного дифференцирования табличной функции на основании полинома Лагранжа четвертой степени точности | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 30] |
| <b>Методы решения нелинейного уравнения</b>                     |   |                          |
| 30  | Разработка программы решения нелинейного уравнения методом серединного деления (дихотомии)                                    | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |
| 31  | Разработка программы решения нелинейного уравнения методом касательных (Ньютона)  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |
| 32  | Разработка программы решения нелинейного уравнения методом хорд   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |
| 33  | Разработка программы решения нелинейного уравнения методом простых итераций   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |
| 34  | Разработка программы решения нелинейного уравнения методом секущих  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |
| <b>Методы решения системы линейных алгебраических уравнений</b> |   |                          |
| 35  | Разработка программы решения системы линейных уравнений методом Гаусса  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |
| 36  | Разработка программы решения системы линейных уравнений методом Гаусса – Жордана  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |
| 37  | Разработка программы решения системы линейных уравнений методом Холесского  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |
| 38  | Разработка программы решения системы линейных уравнений методом LU-разложений   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |

Окончание таблицы 7.2

| Вариант  | Численный метод  | Источник                 |
|--|--|--------------------------|
| 39   | Разработка программы решения системы линейных уравнений итерационным методом Якоби   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |
| 40   | Разработка программы решения системы линейных уравнений итерационным методом Гаусса – Зейделя  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 34] |
| Явные одношаговые методы с постоянным шагом интегрирования |  |                          |
| 41   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным модифицированным методом Эйлера                   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 33] |
| 42   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Рунге – Кутты второго порядка точности    | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 33] |
| 43   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Рунге – Кутты третьего порядка точности   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 33] |
| 44   | Разработка программы численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения явным методом Рунге – Кутты четвертого порядка точности | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 33] |
| Методы интерполяции табличных функций                      |  |                          |
| 45   | Разработка программы интерполяции табличной функции полиномом Лагранжа   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| Методы аппроксимации табличных функций                     |  |                          |
| 46   | Разработка программы линейной аппроксимации табличной функции  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| 47   | Разработка программы параболической аппроксимации табличной функции  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| 48   | Разработка программы аппроксимации табличной функции подгонкой экспоненциальной кривой   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| 49   | Разработка программы аппроксимации табличной функции тригонометрическим полиномом  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 31] |
| Методы оптимизации однопараметрической функции             |  |                          |
| 50   | Разработка программы поиска локального минимума однопараметрической функции на основе чисел Фибоначчи  | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 32] |
| 51   | Разработка программы поиска локального минимума однопараметрической функции методом золотого сечения   | [4, 5, 8, 9, 10, 12, 32] |
| Методы работы с матрицами                                  |  |                          |
| 52   | Разработка программы вычисления определителя матрицы на основе численного метода Гаусса  | [4, 5, 8, 9, 10, 12]     |
| 53   | Разработка программы вычисления следа квадратной матрицы   | [4, 5, 8, 9]             |

Тема работы может быть скорректирована по согласованию с руководителем курсовой работы. Тема работы обязательно указывается в бланке задания к курсовой работе, который подписывается самим студентом, выполняющим работу, а также руководителем работы. Бланк задания обязательно утверждается заведующим кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

## 8 Оформление курсовой работы

### 8.1 Оформление графической части

Графическая часть проекта выполняется на одном листе формата А1. В ней обязательно отображаются следующие схемы алгоритмов:

- 1) общая схема работы приложения (для Windows-приложения) или схема головной программы (для консольного приложения);
- 2) схема алгоритма ввода исходных данных;
- 3) схема алгоритма основного численного метода решения поставленной задачи;
- 4) схема алгоритма вывода результатов расчета.

Схемы алгоритмов выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 19.701–90 в среде инженерной графики Autodesk AutoCAD, Microsoft Visio или иной, согласованной с руководителем работы. При этом наименьшая величина высоты отдельного символа процесса и данных – 10 мм, а наименьшее расстояние между блоками – 5 мм. Рекомендуется выполнять изображение всех блоков структурной схемы одинаковой высоты и ширины. При этом допускается такое отклонение в соотношениях геометрической формы изображений, которое не затрудняет определение назначения блока при чтении схемы. При выполнении файла чертежа рекомендуется использовать [14, 16].

В графе обозначения основной надписи листа записывается обозначение, состоящее из не менее двух букв, сокращенно обозначающих наименование заданного метода, и семизначного цифрового кода вида XXXX 00.00.000, заканчивающегося обозначением кода документа чертежа Д1, означающего документы прочие.

Пример оформления шифра для курсовой работы с темой численного явного метода интегрирования Эйлера: ЯМЭ 00.00.000 Д1.

Минимальный объем графической части – 1 лист формата А2, максимальный – 1 лист формата А1.

### 8.2 Оформление пояснительной записки

Пояснительная записка оформляется на листах бумаги формата А4, а ее содержание должно соответствовать требованиям раздела 1.1. Текст пояснительной записки оформляется в безличном стиле с соблюдением всех требований ГОСТ 2.105-95 *Общие требования к текстовым документам*. Используемые в пояснительной записке термины должны соответствовать ГОСТ ИСО/МЭК 2382–99, а все страницы должны иметь основную надпись согласно ГОСТ 2.104. Каждый раздел (кроме содержания, введения, заключения и списка литературных источников) должен начинаться с новой страницы с основной надписью формы 2 высотой 40 мм. Остальные страницы должны иметь основную надпись формы 2а высотой 15 мм. Обозначение документа, записываемое в основной надписи листов пояснительной записки,

должно совпадать с обозначением основной надписи листа графической части и заканчиваться шифром ПЗ вместо Д1.

Для студентов дневной формы обучения является обязательным оформление работы на персональном компьютере с использованием текстового процессора. Рекомендуется применять специальный файл-шаблон для создания пояснительной записки.

#### **8.2.1 Оформление содержания.**

Содержание пояснительной записки размещается сразу после бланка задания на курсовую работу. Оно включает наименования разделов и подразделов пояснительной записки с указанием номера страницы. Сквозная нумерация ее листов выполняется в правом верхнем углу, начиная с титульного листа (на нем номер не ставится). Содержание фактически расположено на третьей странице пояснительной записки. При оформлении электронного варианта текста рекомендуется использовать иерархическую структуру заголовков, автоматическую расстановку номеров страниц и вставку.

#### **8.2.2 Оформление введения.**

Введение оформляется на отдельной странице. Объем его не должен превышать 4 % от общего состава пояснительной записки. В тексте введения описывается, к какой области относится данная работа и на основе какого документа производится ее выполнение.

#### **8.2.3 Оформление и состав заключения.**

В заключении необходимо проанализировать полученные результаты в ходе выполнения курсовой работы. Отражаются сильные и слабые стороны разработанной программы, дается рекомендация по ее дальнейшему применению и развитию. Объем заключения не должен превышать 4 % от общего состава пояснительной записки.

#### **8.2.4 Оформление списка используемых источников.**

Оформление списка литературных источников, используемых при выполнении курсовой работы, производится в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1 *Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления.*

Список используемых источников составляется согласно порядку упоминания в тексте пояснительной записки, а ссылки на список источников выполняются в прямоугольных скобках. Примером оформления являются данные методические указания.

Пояснительная записка должна помещаться в обложку для курсовой работы с титульным листом без основной надписи. Бланк задания на курсовую работу подшивается вторым листом.

Минимальный объем пояснительной записки курсовой работы составляет 18 листов, максимальный – 60.

## 9 Критерии оценки курсовой работы

### 9.1 Критерии оценки рейтинга по первому модулю

Рейтинговые оценки используются только в ходе курсового проектирования студентами дневной формы обучения.

Рейтинговая оценка является суммой баллов, которая выставляется по отдельным этапам выполнения курсовой работы в соответствии с таблицей 9.1 руководителем работы на основании материала, представленного студентам в течение консультаций.

Таблица 9.1 – Критерии выставления баллов за первый модуль

| Наименование этапа выполненной работы             | Баллы за этап |          |
|---|---------------|----------|
|   | Минимум       | Максимум |
| Получение и согласование темы                     | 1             | 3        |
| Введение  | 1             | 1        |
| 1.1 Краткая характеристика заданного метода       | 2             | 4        |
| 1.2 Анализ литературы и программ, патентный поиск | 1             | 2        |
| 1.3 Формирование требований к приложению          | 1             | 2        |
| 2.1 Проектирование алгоритма основной программы   | 2             | 4        |
| 2.2 Разработка алгоритма ввода исходных данных    | 1             | 2        |
| 2.3 Проектирование алгоритма вывода результатов   | 1             | 2        |
| 2.4 Разработка алгоритма численного метода        | 3             | 3        |
| 3.1 Разработка структуры проекта приложения       | 2             | 3        |
| 3.2 Проектирование интерфейса приложения          | 3             | 4        |
| Итого за первый модуль                            | 18            | 30       |

### 9.2 Критерии оценки рейтинга по второму модулю

Во второй части семестра руководитель работы на консультациях ставит оценку за выполнение работы. Оценка является суммой баллов, которая выставляется по отдельным этапам выполнения курсовой работы в соответствии с таблицей 9.2.

Таблица 9.2 – Критерии выставления баллов за второй модуль

| Наименование этапа выполненной работы        | Баллы за этап |          |
|--|---------------|----------|
|  | Минимум       | Максимум |
| 3.3 Программирование ввода-вывода данных     | 2             | 3        |
| 3.4 Программная реализация численного метода | 2             | 3        |
| 4.1 Описание компьютера для тестирования     | 1             | 2        |
| 4.2 Тестирование разработанной программы     | 1             | 2        |
| 4.3 Решение задачи в системе Mathcad         | 2             | 3        |
| 4.4 Решение задачи в системе MATLAB          | 2             | 3        |
| 4.5 Анализ результатов тестирования          | 1             | 2        |
| 5 Разработка гипертекстового документа       | 2             | 4        |



## Окончание таблицы 9.2

| Наименование этапа выполненной работы | Баллы за этап |          |
|---------------------------------------|---------------|----------|
|                                       | Минимум       | Максимум |
| Оформление графической части работы   | 2             | 4        |
| Оформление пояснительной записки      | 3             | 4        |
| Итого за второй модуль                | 18            | 30       |

### 9.3 Критерии оценки при защите работы

При защите курсовой работы студент может получить до 30 баллов за защищенную реализацию в выполненной работе мероприятий, указанных в таблице 9.3.

Дополнительно также можно получить 10 баллов за творческий рейтинг, который ставится, если курсовая работа выполнялась в рамках научно-исследовательской деятельности подразделений университета или иных учебных заведений, а также за размещение разработанного приложения в интернет-магазинах с целью дальнейшего распространения.

Таблица 9.3 – Критерии оценки разработанного приложения

| Наименование выполненных операций                     | Баллы за этап |          |
|---|---------------|----------|
|   | Минимум       | Максимум |
| Заданный численный метод реализован оптимально        | 3             | 5        |
| Создана библиотека классов для решения задачи         | 3             | 5        |
| Обосновано используются динамические структуры данных | 3             | 5        |
| Выполняется сохранение результатов расчета в файл     | 3             | 5        |
| Имеется визуализация процесса выполнения расчета      | 3             | 5        |
| Предусмотрен эффективный контроль ошибок ввода данных | 3             | 5        |
| Итого за второй модуль                                | 18            | 30       |

## 10 Список контрольных вопросов к защите курсовой работы

### 10.1 Вопросы базового (минимального) уровня знаний

Вопросы базового уровня знаний необходимы для того, чтобы проконтролировать наличие удовлетворительного уровня знаний студентов для оценок на 4 и 5 баллов.

- 1 Какие исходные данные используются в программе работы?
- 2 Каким образом в программе выполняется ввод исходных данных?
- 3 Какие переменные программы используются для хранения результатов расчета?
- 4 Чем отличается целочисленный тип данных от вещественного (действительного)?
- 5 Каким образом в программе выводятся сообщения для пользователя?
- 6 Какие стандартные модули используются в программе?

- 7 В чем состоит суть численного метода, реализованного в программе?
- 8 Какие литературные и иные источники использовались при выполнении работы?
- 9 В какой части схемы алгоритма реализован ввод исходных данных?
- 10 В какой части схемы алгоритма реализован вывод результатов?
- 11 В какой части схемы алгоритма реализован заданный численный метод?
- 12 Какие функции Mathcad использовались для тестирования программы?
- 13 Какие функции MATLAB использовались для тестирования программы?
- 14 Назвать основные параметры аппаратной части компьютера, на котором выполнялось тестирование разработанной программы.
- 15 В какой версии среды программирования была реализована программа?
- 16 Какие типы данных использовались в программе?
- 17 Какие подпрограммы были использованы в составе разработанной программы?
- 18 Какие математические операторы использовались для расчета результата?
- 19 Какие операторы языка программирования C++ использовались для программной реализации разработанного алгоритма?
- 20 Как в ходе выполнения оценивалась точность программы?
- 21 Какие элементы схем алгоритмов согласно ГОСТ 19701–90 использовались при выполнении работы?
- 22 Как описывается в схеме алгоритма условный оператор?
- 23 Как описывается в схеме алгоритма циклический процесс?
- 24 Какая среда использовалась для изображения схем алгоритмов?
- 25 Каким образом оформлялась пояснительная записка?
- 26 Как реализуется приостановка закрытия окна консоли в программе?
- 27 Как определенный фрагмент программы соответствует схеме алгоритма?
- 28 Какие константы используются в составе программы?

### ***10.2 Вопросы продвинутого уровня знаний***

Вопросы продвинутого уровня знаний необходимы для того, чтобы проконтролировать наличие хорошего уровня знаний студентов для подтверждения оценок 6 и 7 баллов.

Данный блок вопросов задается после положительного прохождения блока базовых вопросов, описанных в разделе 1.

- 1 Каким образом выполняется в проекте ввод данных из файла?
- 2 Каким образом выполняется сохранение результатов расчета во внешнем файле?
- 3 Как задается имя файла в программе?
- 4 Как в программе организуется контроль корректности ввода данных?

- 5 Какие стандартные элементы интерфейса используются в приложении?
- 6 Как контролируются в программе ошибки открытия файлов?
- 7 Какие операции с файлами были реализованы в программе?
- 8 Какие типы файлов использовались в программе?
- 9 Какие формы входят в состав проекта Windows-приложения?
- 10 Как в программе контролируется процесс выполнения расчетов?
- 11 Как настраивается внешний вид окна приложения с помощью свойств базовой формы?
- 12 Каким образом в программе организован обмен данными между формами?
- 13 Как организуется в приложении справочная система с информацией об элементах интерфейса?
- 14 Каким образом в программе выполняется переход между ее окнами?
- 15 Каким образом назначаются пиктограммы (иконки) элементам интерфейса в разработанном приложении?
- 16 Как формируется структура главного меню приложения?
- 17 Каким образом помещаются в приложение инструментальные панели с кнопками?
- 18 Каким образом в приложении реализован вывод данных в строку статуса?
- 19 Каким образом выполняется задание числа столбцов и строк в текстовых таблицах в составе приложения?
- 20 Как в приложении реализована блокировка запуска расчета численного метода при отсутствии исходных данных?
- 21 Каким образом в приложении преобразуется строковый тип данных в численные значения и наоборот?
- 22 Каким образом в приложении строится график результатов расчета?
- 23 Какие основные свойства имеет объект однострочного текста?
- 24 Какие основные свойства имеют элементы управления приложения?
- 25 Какие основные события отслеживаются на формах приложения?
- 26 Каким образом в составе приложения можно задать значения по умолчанию?

### ***10.3 Контрольные вопросы экспертного уровня знаний***

Вопросы экспертного уровня знаний необходимы для того, чтобы проконтролировать наличие отличного уровня знаний для подтверждения оценок 8 и 9 баллов.

Данный блок вопросов задается только после положительных ответов на вопросы базовых и продвинутого уровней, описанных в пп. 10.1 и 10.2.

- 1 Каким образом в программе создавались и уничтожались динамические переменные?
- 2 Каким образом описывается класс формы в проекте?

- 3 Какую структуру имеет класс формы?
- 4 Какую функцию в приложении выполняет конструктор формы?
- 5 Как в составе приложения создаются и уничтожаются динамические массивы?
- 6 Каким образом в составе класса добавляется новый метод?
- 7 Каким образом в составе проекта используется наследование объектов?
- 8 Каким образом в проекте блокируется случайное завершение приложения?
- 9 Чем отличаются графические файлы растровых форматов от векторных и как это учитывалось в программе?
- 10 Каким образом возможно реализовать вывод на печать данных приложения?
- 11 Как в составе проекта можно реализовать класс-шаблон?
- 12 Каким образом в составе проекта можно реализовать работу с деструкторами?
- 13 Для каких целей и каким образом в проекте можно использовать дружественные функции классов?
- 14 Для каких целей и каким образом может быть выполнено переопределение операторов в приложении?
- 15 Как к элементам интерфейса подключить всплывающие меню?
- 16 Как в проекте оформить отдельный модуль с расчетами по заданному численному методу?
- 17 Для каких целей в проекте можно использовать работу с динамически подключаемыми библиотеками (DLL)?
- 18 Каким образом можно менять размер шрифта для текстовых данных приложения?
- 19 Каким образом можно выполнять настройки цветовой гаммы элементов интерфейса приложения?
- 20 Каким образом в составе приложения можно работать с данными календарных дат и текущего времени?
- 21 Каким образом в проекте приложения можно организовать отсчет временных интервалов?
- 22 Для каких целей в проекте приложения используются указатели?

## Список литературы

- 1 **Архангельский, А. Я.** Программирование в С++ Builder 6 и 2006 / А. Я. Архангельский, М. А. Тагин. – Москва: Бином-Пресс, 2007. – 1184 с.
- 2 **Бахвалов, Н. С.** Численные методы: учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – 5-е изд. – Москва: Бином; Лаборатория знаний, 2007. – 636 с.
- 3 **Будилов, В. А.** Основы программирования для Интернета / В. А. Будилов. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.
- 4 **Вержбицкий, В. М.** Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения): учебное пособие для вузов / В. М. Вержбицкий – Москва: Высшая школа, 2000. – 266 с.
- 5 **Волков, Е. А.** Численные методы: учебное пособие / Е. А. Волков. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2008. – 256 с.
- 6 **Гайдышев, И.** Анализ и обработка данных: специальный справочник / И. Гайдышев. – Санкт-Петербург: Питер, 2001. – 752 с.
- 7 **Гоше, Х. Д.** HTML5. Для профессионалов: пер. с англ. / Х. Д. Гоше. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2015. – 560 с.
- 8 **Гулин, А. В.** Введение в численные методы в задачах и упражнениях: учебное пособие / А. В. Гулин, В. А. Морозова, О. С. Мажорова. – Москва: ИНФРА-М; АРГАМАК-МЕДИА, 2014. – 368 с.
- 9 **Демидович, Б. П.** Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2008. – 400 с.
- 10 **Калиткин, Н. Н.** Численные методы: учебное пособие / Н. Н. Калиткин. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011. – 586 с.
- 11 **Кетков, Ю. Л.** MATLAB 7. Программирование, численные методы / Ю. Л. Кетков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005. – 734 с.
- 12 **Колдаев, В. Д.** Численные методы и программирование: учебное пособие / В. Д. Колдаев, Л. Г. Гагарина. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2017. – 336 с.
- 13 **Лапчик, М. П.** Численные методы: учебное пособие для вузов / М. П. Лапчик, М. И. Рагулина, Е. К. Хеннер; под ред. М. П. Лапчика. – 4-е изд., стер. – Москва: Академия, 2008. – 384 с.
- 14 **Охорзин, В. А.** Прикладная математика в системе MATHCAD: учебное пособие для вузов / В. А. Охорзин. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2008. – 352 с.
- 15 **Пантелеев, А. В.** Численные методы. Практикум / А. В. Пантелеев, И. А. Кудрявцева. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 512 с.
- 16 **Пахомов, Б. И.** С/С++ и MS Visual C++ 2010 для начинающих / Б. И. Пахомов. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011. – 736 с.

17 **Савенкова, Н. П.** Численные методы в математическом моделировании: учебное пособие / Н. П. Савенкова, О. Г. Проворова, А. Ю. Мокин. – Москва: ИНФРА-М; АРГАМАК-МЕДИА, 2014. – 176 с.

18 **Тимохин, А. Н.** Моделирование систем управления с применением Matlab: учебное пособие / А. Н. Тимохин, Ю. Д. Румянцев. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 256 с.

19 **Шушкевич, Г. Ч.** Компьютерные технологии в математике. Система Mathcad 14: учебное пособие: в 2 ч. / Г. Ч. Шушкевич, С. В. Шушкевич. – Минск: Изд-во Гревцова, 2010. – Ч.1. – 288 с.

20 **Шушкевич, Г. Ч.** Компьютерные технологии в математике. Система Mathcad 14: учебное пособие: в 2 ч. / Г. Ч. Шушкевич, С. В. Шушкевич. – Минск: Изд-во Гревцова, 2012. – Ч. 2. – 256 с.

21 **ГОСТ 19.701–90 (ИСО 5807–85).** Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. – Москва: Изд-во стандартов, 1991. – 24 с.

22 Информатика. Основы программирования на языках С и С++. Методическое пособие для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»: в 4 ч. / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2010. – Ч.1. – 40 с.

23 Информатика. Основы программирования на языках С и С++. Методическое пособие для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»: в 4 ч. / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2010. – Ч. 2. – 47 с.

24 Информатика. Основы программирования на языках С и С++. Методическое пособие для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»: в 4 ч. / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2010. – Ч.3. – 48 с.

25 Информатика. Основы программирования на языках С и С++. Методическое пособие для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»: в 4 ч. / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – Ч. 4. – 46 с.

26 Информатика. Основы программирования в среде С++Builder. Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2012. – Ч. 1. – 47 с.

27 Информатика. Основы программирования в среде С++Builder. Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2012. – Ч. 2. – 39 с.

28 Информатика. Основы использования системы Mathcad. Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – 40 с.

29 Информатика. Основы использования системы MATLAB. Методические указания к курсовому проектированию для студентов

специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2011. – Ч. 7 – 40 с.

30 Информатика. Численное интегрирование и дифференцирование: методические указания к курсовой работе для студентов 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2016. – 32 с.

31 Информатика: Интерполяция и аппроксимация: методические указания к курсовой работе для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2016. – 32 с.

32 Информатика. Численные методы оптимизации: методические указания к курсовой работе для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2016. – 32 с.

33 Информатика. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: методические указания к курсовой работе для студентов 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2016. – 32 с.

34 Информатика. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений: методические указания к курсовой работе для студентов 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2016. – 32 с.

35 Информатика. Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных: методические указания к курсовой работе для студентов 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / Сост. В. Н. Абабурко. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2008. – 32 с.