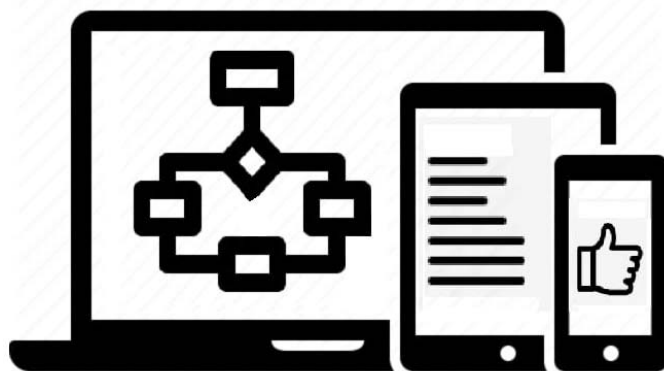


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Программное обеспечение информационных технологий»

# ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ

*Методические рекомендации к курсовому проектированию  
для студентов специальности  
6-05-0611-01 «Информационные системы и технологии»  
дневной формы обучения*



Могилев 2025

УДК 004.4  
ББК 32.973  
О75

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий» «10» сентября 2025 г., протокол № 2

Составитель ст. преподаватель А. И. Кашпар

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. М. Ковальчук

Методические рекомендации к курсовому проектированию предназначены для студентов специальности 6-05-0611-01 «Информационные системы и технологии» дневной формы обучения.

Учебное издание

## ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Ответственный за выпуск

В. В. Кутузов

Корректор

А. А. Подошевка

Компьютерная верстка

Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. Тираж 21 экз. Заказ №

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, 2025

## Содержание

Введение.....	4
1 Общая формулировка задания и требования к программе.....	5
2 Содержание пояснительной записки .....	6
2.1 Перечень основных разделов .....	6
2.2 Титульный лист.....	6
2.3 Задание на курсовую работу.....	6
2.4 Содержание.....	7
2.5 Введение.....	7
2.6 Анализ предметной области.....	7
2.7 Описание метода решения задачи.....	7
2.8 Описание программы.....	7
2.9 Руководство оператора.....	11
2.10 Тестирование.....	14
2.11 Заключение.....	14
2.12 Список использованных источников.....	14
2.13 Приложения.....	15
3 Оформление пояснительной записки .....	15
3.1 Общие требования.....	15
3.2 Нумерация страниц.....	16
3.3 Построение текста.....	16
3.4 Рисунки.....	16
3.5 Таблицы.....	17
3.6 Формулы.....	17
3.7 Ссылки.....	18
3.8 Приложения .....	18
3.9 Список использованных источников.....	19
Список литературы.....	20
Приложение А. Образец оформления титульного листа.....	21
Приложение Б. Образец оформления листа задания.....	22
Приложение В. ГОСТ 19.402–2000. Описание программы.....	23
Приложение Г. ГОСТ 19.505–79. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению.....	25
Приложение Д. Вариативная часть .....	26

## Введение

Целью курсовой работы является закрепление основ и углубление знаний приемов программирования на языке C#, получение практических навыков на всех этапах создания программного продукта: от постановки задачи до практической реализации, сопровождающейся документацией и инструкциями по его использованию. При выполнении курсовой работы студентам рекомендуется обратить внимание на качество создаваемых программ и оформления документации.

На проверку преподавателю предоставляются оформленная и скрепленная пояснительная записка и программа на любом электронном носителе (исходные и исполняемый файлы).

Также можно предоставить для проверки материалы курсовой работы в электронном виде. Проверка курсовых работ в электронном виде прекращается за две недели до начала экзаменационной сессии.

## 1 Общая формулировка задания и требования к программе

В курсовой работе требуется разработать приложение Windows Forms в среде программирования Microsoft Visual Studio.

Язык программирования – C++.

Структура проекта – многофайловая.

Программа должна иметь заставку с указанием темы проекта, фамилии исполнителя и управляться при помощи системы меню.

Парадигма программирования – процедурная (по согласованию с преподавателем допускается реализация программы в рамках объектно-ориентированной парадигмы программирования).

Способ хранения данных – файлы (по согласованию с преподавателем допускается подключение баз данных).

Каждая логически завершенная задача программы должна быть реализована в виде метода.

Разрабатываемый интерфейс должен быть понятным и защищенным от случайных ошибок.

Разрабатываемая программа должна содержать не менее двух форм и иметь раздел «Помощь».

Ввод исходных данных должен осуществляться либо с клавиатуры, либо из файла (по выбору пользователя).

Результаты работы программы должны сохраняться в текстовый файл по запросу пользователя.

### **Требования к программной реализации курсового проекта.**

1 Все переменные и константы должны иметь осмысленные имена в рамках тематики варианта к курсовой работе.

2 Код не должен содержать неименованных числовых констант, неименованных строковых констант (например, имен файлов и др.). Подобного рода информацию следует выносить в глобальные переменные с атрибутом const. По правилам хорошего стиля программирования тексты всех информационных сообщений, выводимых пользователю в ответ на его действия, также оформляются как константы.

3 Код не должен дублироваться – для этого существуют методы.

4 Один метод решает только одну задачу (например, не допускается в одном методе считывать данные из файла и выводить их на консоль – это два разных метода). При этом внутри метода возможен вызов других методов.

5 Выполнение операций чтения/записи в файл должно быть сведено к минимуму (т. е. после однократной выгрузки данных из файла в массив/вектор дальнейшая работа ведется с этим массивом/вектором, а не происходит многократное считывание данных из файла в каждом методе).

6 Следует избегать длинных методов и глубокой вложенности: текст функции должен уместиться на один экран, а вложенность блоков и операторов должна быть не более трёх.

7 Выносите код логически независимых модулей в отдельные .cs файлы.

## **2 Содержание пояснительной записки**

### ***2.1 Перечень основных разделов***

Пояснительная записка должна включать:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Основная часть пояснительной записки должна иметь следующую структуру и не может меняться.

- 1 Техническое задание.
  - 1.1 Анализ предметной области.
  - 1.2 Описание метода решения задачи.
- 2 Описание программы.
- 3 Руководство оператора.
- 4 Тестирование.

### ***2.2 Титульный лист***

Титульный лист – это первая страница записки (но номер страницы на титульном листе не ставится). Пример его оформления приведен в приложении А. Перенос слов на титульном листе не допускается. Точки в конце заголовков не ставятся.

### ***2.3 Задание на курсовую работу***

Задание помещается после титульного листа, не нумеруется. Пример его оформления приведен в приложении Б.

Студенту необходимо в задании указать следующие сведения:

- срок сдачи законченной работы;
- фамилию, имя, отчество студента;
- группу;
- исходные данные;
- фамилию, имя, отчество руководителя курсовой работы;
- поставить подпись и указать дату получения задания.

## **2.4 Содержание**

Содержание помещается в записке после задания. Оно состоит из последовательно перечисленных наименований структурных единиц записки (см. подразд. 2.1), начиная с введения, с указанием соответствующего номера страницы.

Слово «Содержание» записывается в виде заголовка симметрично тексту с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записываются строчными буквами, первая буква – прописная (с абзаца).

## **2.5 Введение**

Введение – это небольшой обзор по теме решаемой задачи. В нем нужно кратко отметить то, что необходимо сделать, и то, что должно быть получено в итоге. В общем случае во введении следует:

- охарактеризовать проблему, к которой относится тема работы;
- указать цель выполнения работы;
- изложить задачи, которые необходимо решить в процессе выполнения работы;
- изложить ожидаемые результаты;
- кратко описать содержание пояснительной записки.

## **2.6 Анализ предметной области**

При анализе предметной области требуется описать явление, объяснить термины, формулы, обозначения и т. д.

## **2.7 Описание метода решения задачи**

В этом разделе дается развернутая, т. е. подробная, словесно-формульная постановка задачи, включая описание входной и выходной информации (не в обозначениях программы, а на языке постановщика). Далее описываются численные методы и способы решения задачи, которые будут применяться при разработке программы. Если требуется, приводятся математическая постановка задачи и схема алгоритма.

## **2.8 Описание программы**

Данный раздел выполняется согласно ГОСТ 19.402–2000 *Описание программы* (приложение В).

Общие сведения – полное наименование программы, обозначение, ее возможные применения, а также программное обеспечение, необходимое для функционирования программы, и языки программирования, на которых она написана.

Например:

*Программа «Автоматизированное рабочее место разработчика САУ» предназначена для ..., реализована на ... . Программа поддерживает ... .*

*Программа написана на языке ... с использованием компилятора ... .*

Функциональное назначение – назначение программы и общее описание ее функционирования, основные характеристики, сведения об ограничениях, накладываемых на область применения программы.

Например:

*Программа предназначена для решения задач ... . Программа представляет собой ядро автоматизированного рабочего места... .*

*Пользователь имеет возможность..., осуществить..., запустить..., проанализировать ..., получить результаты анализа и обработки ..., построить ... и т. п.*

Описание логической структуры – используемые методы, алгоритмы программы, описание ее структуры и логики (с привязкой к тексту программы на исходном языке) и составных частей, их методов и связей между ними, а также связи программы с другими программами. Содержание этого раздела должно быть конкретным и опираться на текст программы.

Выбор метода решения предполагает определение теоретической возможности решения задачи и нахождение формального правила его получения. Данный этап плохо формализуется, что связано с чрезвычайно широким многообразием задач и методов их решения.

Метод решения может быть представлен:

- в виде системы формул (безусловной или условной);
- в виде словесного изложения последовательности действий;
- в виде их комбинаций.

Описание метода может содержать ограничения на исходные данные, накладываемые методом.

Схемы алгоритмов, программ, данных и систем, приводимые в этом разделе, должны использовать метод пошаговой детализации. Причем уровень детализации должен быть таким, чтобы различные части программы и взаимосвязи между ними были понятны в целом. Другими словами, сначала нужно описать обобщенную схему алгоритма, разбив программу на логические блоки, а затем подробно рассмотреть схемы алгоритмов работы каждого из этих блоков. Условные обозначения и правила выполнения схем определяются ГОСТ 19.701–90.

При использовании событийного программирования необходимо разработать и описать граф состояний интерфейса, на основе которого затем проектируются обработчики задействованных событий.

Разработка перечня пользовательских функций программы подразумевает перечисление и краткие комментарии прототипов функций, необходимых для реализации программы. Прототипы функций рекомендуется разбить на тематические группы в соответствии с модульной структурой программы. В случае использования объектно-ориентированного программирования приводятся



методы для классов. Код функций (методов) не приводится, т. к. на этом этапе он еще не существует.

### Пример 1

Структуры разработанных диалоговых форм представлены на рисунке 2.1.

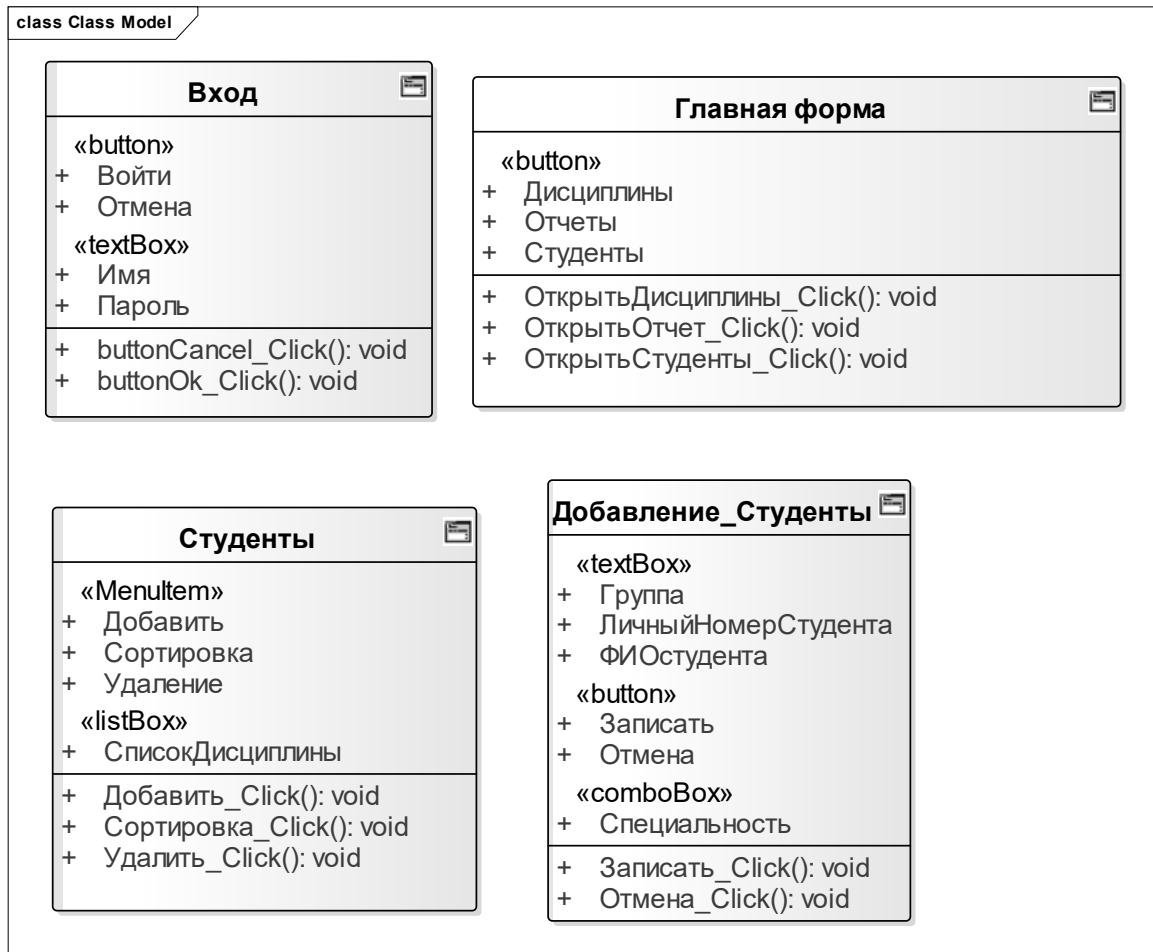


Рисунок 2.1 – Диаграмма классов диалоговых форм

Далее необходимо описать все методы программного модуля в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Описание методов

Имя формы	Имя элемента управления	Метод (обработчик событий)	Краткое описание
Вход	buttonOk	buttonOk_Click()	Метод, вызываемый при нажатии кнопки «Войти»
Студенты		SortF()	Метод для сортировки массива структур по фамилии
...			

Используемые технические средства – типы ЭВМ и устройств, применяемых при работе программы.

Например:

*Программа эксплуатируется на персональном компьютере (ПК) типа IBM PC/AT. Для работы в диалоговом режиме используется экран дисплея, клавиатура и манипулятор типа «мышь». Для поддержки графического режима необходим адаптер SVGA. Входные данные хранятся на гибком и/или жестком дисках. Программа работает под управлением ОС ... .*

Вызов и загрузка – способ вызова программы с соответствующего носителя данных и входные точки в программу, а также имя загрузочного модуля, сведения об использовании оперативной памяти, объем программы и описание всей процедуры вызова и загрузки системы.

Например:

*Загрузка программы осуществляется набором в командной строке DOS имени загрузочного модуля – SBM80N.EXE с возможным указанием имени файла данных.*

Входные данные – характер, организация и предварительная подготовка входных данных, их формат, описание и способ кодирования.

Описание структуры входных данных включает указание типов данных, диапазонов их значений, форматов представления и т. д.

В этом же разделе должно приводиться перечисление аномалий во входных данных (значения, для которых нельзя применять реализуемый метод решения) и реакций программы на них.

Рекомендуется оформлять данный раздел в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – Входные данные

Название	Обозначение	Тип данных	Диапазон значений
Коэффициент трения	mu	double	0... $\infty$
Угол	alfa	double	Ограничений нет
Время начальное	tn	double	0... $\infty$

## **Пример 2**

*Входными данными для программы является текстовый файл, описывающий расширенную матрицу инцидентий графа исследуемой системы. Этот файл имеет следующую структуру ... .*

*Используемый метод определения ... не может быть использован при ..., поэтому эти значения являются недопустимыми, а программа реагирует на них выводом сообщения ... .*

Выходные данные – характер и организация выходных данных, их формат, описание и способ кодирования.

Описание структуры выходных данных включает указание типов данных, диапазонов их значений, форматов представления и т. д.

### ***Пример 3***

*Выходными данными являются:*

- выводимая на экран графическая и текстовая информация (результаты анализа системы);
- файлы в одном из графических форматов – копии изображения построенных характеристик (АЧХ, ФЧХ и т. д.);
- текстовые файлы – отчеты о проведенных исследованиях в формате ...;
- диагностика состояния системы и сообщения обо всех возникших ошибках.

В зависимости от особенностей программы допускается введение дополнительных разделов.

Содержание разделов допускается иллюстрировать пояснительными примерами, таблицами, схемами, графиками, примерами и т. п.

## ***2.9 Руководство оператора***

Данный раздел выполняется согласно ГОСТ 19.505–79 *Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению* (приложение Г).

В разделе «Назначение программы» должны быть указаны сведения о назначении программы и информация, достаточная для понимания функций программы и ее эксплуатации.

Например:

*Программа обеспечивает возможность ... . Программа должна эксплуатироваться ... . Пользователями программы должны являться ... .*

*Пользователи программы должны обладать навыками ... .*

*Программа обеспечивает возможность выполнения следующих функций:*

- ...;
- ... и т. д.

В разделе «Условия выполнения программы» должны быть указаны условия, необходимые для выполнения программы (минимальный и (или) максимальный состав аппаратурных и программных средств и т. п.).

Например:

*Климатические условия эксплуатации, при которых должны обеспечиваться заданные характеристики, должны удовлетворять следующим требованиям: температура от ... до..., влажность воздуха .... , и т. д.*

*В состав технических средств должен входить IBM-совместимый персональный компьютер (ПЭВМ) или Mac, включающий в себя:*

- процессор не хуже ...;

- объем оперативной памяти не менее ...;
- жесткий диск объемом не менее ...;
- звуковая карта не хуже ...;
- сетевая карта такая-то и т. д.

*Состав и параметры периферийных устройств:*

- сканер такой-то;
- принтер такой-то и т. д.

*Принтер такой-то необходим из-за того, что ... (например, другие принтеры не обладают такими-то характеристиками).*

*Сканер такой-то необходим из-за того, что ... (например, у других сканеров маловато разрешение или узковата область сканирования).*

*Системные программные средства, используемые программой, должны быть представлены ... (например, лицензионной локализованной версией операционной системы). Допускается использование пакета обновления такого-то.*

*Также необходимо наличие таких-то драйверов (например, принтера, сканера).*

*Чтобы программа полноценно выполняла свои функции, требуется наличие такого-то прикладного программного обеспечения.*


В разделе «Выполнение программы» должна быть указана последовательность действий оператора, обеспечивающих загрузку, запуск, выполнение и завершение программы, приведено описание всех функций, формата и возможных вариантов команд, с помощью которых оператор осуществляет загрузки и управляет выполнением программы, а также ответы программы на эти команды.

В настоящем документе исключено прямое обращение к пользователю. Должны отсутствовать слова «откройте», «нажмите», «укажите» и пр. Следует применять штампы «следует открыть», «следует нажать» и им подобные.

#### **Пример 4**

*Загрузка и запуск программы осуществляется ... способами. В случае успешного запуска программы на рабочем столе будет отображено Главное окно программы (рисунок 2.2).*

*Выполнение функции создания нового (безымянного) файла возможно любым из перечисленных ниже способов:*

- последовательным выбором пунктов меню Файл – Создать;
- нажатием кнопки .

*В случае успешного выполнения указанной функции на рабочем столе будет отображено окно, представленное на рисунке ... . Программа готова к вводу и редактированию текста.*

...

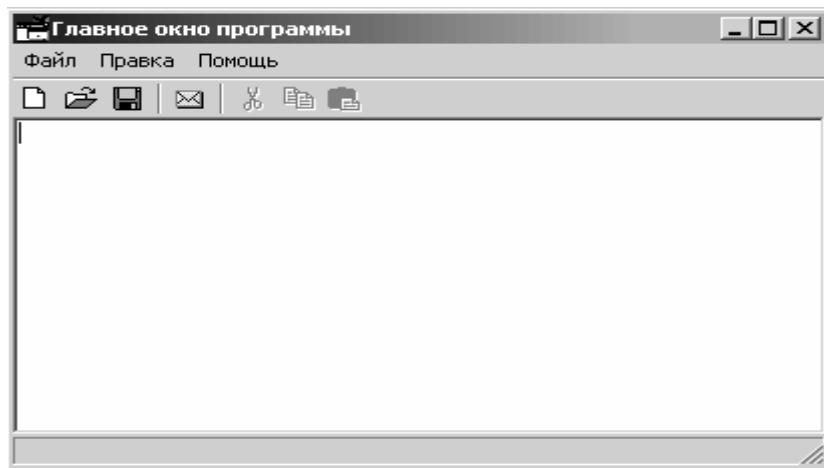



Рисунок 2.2 – Вид формы «Главное окно программы»

*Завершение работы программы возможно любым из перечисленных ниже способов:*

- *последовательным выбором пунктов меню Файл – Выход (см. рисунок такой-то);*
- *нажатием кнопки .*

В разделе «Сообщения оператору» должны быть приведены тексты сообщений, выдаваемых в ходе выполнения программы, описание их содержания и соответствующие действия оператора (действия оператора в случае сбоя, возможности повторного запуска программы и т. п.).

Поскольку программа не консольная (с интерфейсом командной строки), а с графическим пользовательским интерфейсом, классических текстовых сообщений нет. Сообщения об ошибках отображаются в виде окон на рабочем столе.

### **Пример 5**

*При попытке сохранения файла с именем уже существующего файла на рабочем столе программы будет отображено сообщение об ошибке, представленное на рисунке 2.3.*

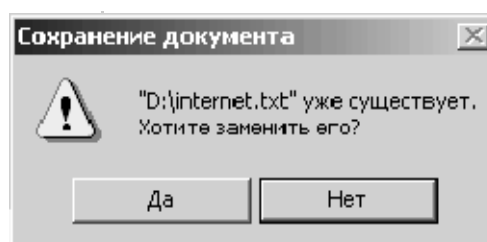


Рисунок 2.3 – Вид сообщения об ошибке

*Для сохранения файла с именем уже существующего файла следует нажать кнопку Да.*

Для сохранения файла с именем, отличным от имени существующего файла, следует: ... .

## **2.10 Тестирование**

Для тестирования программного продукта нужно самостоятельно подготовить данные, подобрав конкретные значения таким образом, чтобы можно было убедиться в правильности работы программы. Тесты должны быть подготовлены для каждой возможной ситуации (стандартной, при отсутствии решения и т. д.).

Например:

*Для тестирования работы программы были подготовлены тесты для каждой ситуации и каждой возможности, для каждой границы областей допустимых значений всех входных данных, областей изменения данных, для всех недопустимых условий.*

*В результате реализации тестирования было зафиксировано, что все условные переходы выполняются в каждом направлении, не происходит «зацикливания» в модуле при граничных значениях индексов циклов так же, как и не обнаружено сбоев в работе модуля при невыполнении тела какого-либо из циклов.*

*Данные по результатам тестирования занесены в «Журнал тестирования программного продукта» (таблица 2.3).*

Таблица 2.3 – Журнал тестирования программного продукта

Объект	Команда пользователя	Ожидаемая реакция	Отметка об отклике системы
О программе	Нажатие	Появление окна с информацией о программе	Работает корректно
Кнопка «Добавление»	Нажатие	Открытие формы «Добавление нового студента»	Данные добавлены в список

## **2.11 Заключение**

В заключении приводятся выводы по результатам выполненной работы (какие вопросы были рассмотрены, что было изучено, что было разработано), указываются ее достоинства и недостатки, даются предложения по использованию, указываются перспективы дальнейшего развития.

## **2.12 Список использованных источников**

В списке перечисляются книги, статьи, источники из интернета, которые были использованы при выполнении работы. Информацию о правилах оформления этого списка смотрите в подразд. 3.9, а также в ГОСТ 7.1–2003 *Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила.*

Список использованных источников должен содержать не менее пяти наименований.

### 2.13 Приложения

Приложения содержат материалы вспомогательного характера: алгоритмы, тексты программ, результаты тестирования, большие таблицы и т. д. В записке по данной курсовой работе обязательным является наличие приложения с текстом программы.

## 3 Оформление пояснительной записки

### 3.1 Общие требования

Пояснительная записка к курсовой работе оформляется в соответствии с правилами оформления текстовых документов, изложенными в ГОСТ 2.105–95 *Общие требования к текстовым документам*, и с правилами оформления курсовых работ, изложенными в данном разделе методических рекомендаций. Список использованных источников оформляется в соответствии с правилами, изложенными в ГОСТ 7.1–2003.

Записка должна быть напечатана на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Рекомендуется: шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14 пт, межстрочный интервал – одинарный. Отступ от рамки – не менее 5 мм.

Цвет шрифта – черный, при необходимости вписывать также надо чернилами, пастой или тушью черного цвета. Опечатки не зачеркивать, а заклеивать, подчищать или закрашивать белой краской.

В тексте после знаков препинания обязательно ставится пробел. Нельзя сокращать слова (кроме сокращений, установленных правилами орфографии). Нельзя употреблять специальные знаки типа «=», «%», «+» и другие без цифр.

Записка оформляется на листах с рамкой.

Раздел «Содержание» печатается на листе с основной подписью для заглавного листа (пример заполнения представлен на рисунке 3.1), остальные листы курсовой работы выполняются на листах с основной подписью для последующих листов (пример заполнения представлен на рисунке 3.2).

					КР. 6-05-0611-01.1.8.2. №зачетной книжки. ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.	ФИО студента				Разработка программного модуля Курсовая работа		Лит.	Лист	Листов
Пров.	ФИО преподав.							2	21
Н. контр.									
Утв.							БРУ гр. № группы		

Рисунок 3.1 – Основная надпись для заглавного листа

					КР. 6-05-0611-01.1.8.2. №зачетной книжки. ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата			4

Рисунок 3.2 – Основная надпись для последующих листов

### 3.2 Нумерация страниц

Нумерация страниц – сквозная, по всем страницам записки, включая приложения. Первая страница – это титульный лист, но на нем номер не ставится. Номер проставляется арабской цифрой без точки в нижней части листа справа.

### 3.3 Построение текста

Рассмотрим разбивку и нумерацию структурных единиц записки. Структурные единицы пояснительной записки приведены в подразд. 2.1. Каждая структурная единица записки начинается с нового листа. В основной части, кроме того, каждый раздел начинается с нового листа.

Структурные единицы записки «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» не нумеруются. Соответствующие заголовки записываются обычным шрифтом с прописной буквы симметрично по тексту. Заголовки не подчеркиваются и точка в конце них не ставится.

Текст основной части делят на разделы (номер раздела состоит из одной цифры), разделы – на подразделы (номер подраздела состоит из двух цифр), подразделы – на пункты и т. д.

Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки; подразделы – в пределах раздела. Номер состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. За номером раздела или подраздела следует его название, оно записывается обычным шрифтом с прописной буквы без точки в конце. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел начинается с нового листа, подразделы с нового листа не начинаются. Номер и название раздела или подраздела записываются с абзацного отступа. Расстояние между заголовком и текстом, заголовками раздела и подраздела – одна пустая строка.

### 3.4 Рисунки

Все иллюстрации (чертежи, схемы, графики, структурные схемы и др. (кроме таблиц)) называются рисунками. Они должны располагаться непосредственно после ссылки на них в тексте или на следующей странице. Рисунок располагается так, чтобы его удобно было смотреть без поворота листа или с поворотом по часовой стрелке.



Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается, например, «Рисунок 1». Слово «Рисунок» и его номер располагаются с абзачного отступа.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах разделов. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, надпись «Рисунок 1.2» означает второй рисунок первого раздела.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами, добавляя перед цифрой обозначение приложения. Например, «Рисунок А.3», что обозначает третий рисунок в приложении А.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Порядок расположения следующий: вначале – сам рисунок, затем – подрисуночный текст, далее – слово «Рисунок», номер рисунка и наименование в виде, например, «Рисунок 1 – Структурная схема».

### **3.5 Таблицы**

В тексте пояснительной записки следует помещать итоговые и наиболее важные таблицы; таблицы вспомогательного и справочного характера – в приложениях.

Таблицы нумеруются и обозначаются по тем же правилам, что и иллюстрации (см. подразд. 3.4), только вместо слова «Рисунок» пишется слово «Таблица» и располагается это слово и название таблицы без абзачного отступа над таблицей. Примеры обозначений: «Таблица 1», «Таблица В.1», «Таблица 3.1 – Список модулей».

Таблицы ограничиваются одинарными горизонтальными и вертикальными линиями. Использование диагональных линий не допускается.

Если таблица выходит за формат листа, то ее делят на части. Части таблицы можно помещать на одном листе одна над другой или рядом или переносить на другие листы. При переносе части таблицы на другой лист заголовков помещают только над первой частью, т. е. слово «Таблица» с названием указывают только над первой частью, а над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы. Головку таблицы при переносе части таблицы повторяют.

Заголовки строк (горизонтالي) и граф (вертикали) пишут с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение.

### **3.6 Формулы**

Формулы располагаются в тексте в отдельных строках, по центру строки. Нумеруются они по тем же правилам, что и иллюстрации (см. подразд. 3.4).

Номера формул записываются на уровне формулы в круглых скобках справа, в конце строки. Примеры обозначения номеров формул: при сквозной нумерации – (1), при нумерации в пределах раздела – (3.1), при нумерации в приложении – (В.1).

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

### **3.7 Ссылки**

Примеры ссылок в тексте пояснительной записки:

- 1) на иллюстрацию – «... в соответствии с рисунком 1.2 ...»;
- 2) на формулу – «... в формуле (2.1) ...»;
- 3) на приложение – «... (приложение Б) ...»;
- 4) на таблицу – «... в таблице 1.2 ...».

Повторные ссылки следует давать с сокращенным словом «смотри», например: (см. рисунок 1.2), (см. приложение Б).

На материалы, взятые из литературы или других источников, должны быть даны ссылки с указанием номера источника по списку использованных источников (см. подраздел 3.9). Номер ссылки проставляется арабскими цифрами в квадратных скобках, например: [1], [1, 2, 5].

### **3.8 Приложения**

Каждое приложение начинается с нового листа с указанием наверху посередине слова «Приложение» с первой прописной буквы и его обозначения. Приложения обозначаются заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. Например, «приложение А», «приложение Б» и т. д.

После строки, содержащей слово «Приложение», то есть на второй строке, записывается симметрично по тексту с первой прописной буквы заголовок приложения. Например:

Приложение А  
(обязательное)  
Текст программы

Затем через одну пустую строчку следует текст приложения. Текст каждого приложения может быть разделен на разделы, подразделы и т. д., которые нумеруются арабскими цифрами в пределах приложения по аналогии с разделами и подразделами основной части пояснительной записки. Например, «П.А.2» – это обозначение второго раздела приложения А.

### 3.9 Список использованных источников

Источники – это книги, учебники, диссертации, статьи из журналов, статьи из интернета и т. д., использованные при выполнении курсовой работы. Источники в списке располагаются в порядке ссылок в тексте записки или по алфавиту, нумеруются арабскими цифрами без точки и печатаются с абзацного отступа, при этом дается библиографическое описание каждого источника в соответствии с ГОСТ 7.1, ГОСТ 7.12.

Общий шаблон описания книги, у которой не более трех авторов: ФИО\_автора, название книги, точка, тире, город, двоеточие, издательство, запятая, год издания, точка, тире, количество страниц, буква «с», точка.

Название города дается целиком, допустимы только сокращения «М.» (Москва) и «СПб.» (Санкт-Петербург); название издательства – без кавычек. Если у книги один, два или три автора, то вначале указывается фамилия, потом – инициалы.

Например:

#### *Один, два или три автора*

Шуп, Т. Решение инженерных задач на ЭВМ: практическое руководство: пер. с англ. / Т. Шуп. – М.: Мир, 1982. – 238 с.

#### *Четыре и более автора*

Зубчатые передачи: справочник / Е. Г. Гинзбург [и др.]; под ред. Н. Т. Халебского. – Л.: Машиностроение, 1980. – 416 с.

#### *Книги под общей редакцией*

Шейнин, А. М. Эксплуатация дорожных машин / А. М. Шейнин; под общ. ред. А. М. Шейнина. – М.: Транспорт, 1992. – 328 с.

#### *Стандарты*

ГОСТ 19.701–90. Схемы алгоритмов, программ данных и систем. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 26 с.

## Список литературы

- 1 **Гуриков, С. Р.** Введение в программирование на языке Visual C++ : учеб. пособие / С. Р. Гуриков. – М. : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2020. – 447 с.
- 2 **Дадян, Э. Г.** Современные технологии программирования. Язык C# : учебник : в 2 т. / Э. Г. Дадян. – М. : ИНФРА-М, 2021. – Т. 1. – 312 с.
- 3 **Гагарина, Л. Г.** Технология разработки программного обеспечения : учеб. пособие / Л. Г. Гагарина, Е. В. Кокорева, Б. Д. Сидорова-Виснадул ; под ред. Л. Г. Гагариной. – М. : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2019. – 400 с.
- 4 **Немцова, Т. И.** Программирование на языке высокого уровня. Программирование на языке C++ : учеб. пособие / Т. И. Немцова, С. Ю. Голова, А. И. Терентьев ; под ред. Л. Г. Гагариной. – М. : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2021. – 512 с.

**Приложение А  
(обязательное)**

**Образец оформления титульного листа**

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Программное обеспечение информационных технологий»

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ....

Курсовая работа  
по дисциплине «Основы алгоритмизации и программирования»

КР. 6-05-0611-01.1.8.2. №зачетной книжки. ПЗ

Исполнитель	_____	ФИО студента, группа
	(подпись)	

Руководитель	_____	ФИО руководителя
	(подпись)	

Дата допуска к защите	_____
-----------------------	-------

Дата защиты	_____
-------------	-------

Оценка	_____
--------	-------

## Приложение Б (обязательное)

### Образец оформления листа задания

#### МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Электротехнический

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой ПОИТ \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

#### З А Д А Н И Е

на курсовую работу по дисциплине «Основы алгоритмизации и  
программирования»

студенту

ФИО студента

гр. № группы

1. Тема курсовой работы: Разработка программы...

2. Срок сдачи законченной работы: указать срок сдачи согласно учебному  
плану

3. Исходные данные к курсовой работе:

Текст задания по варианту.

Конкретное задание определяется в соответствии с приложением Д

4. Перечень подлежащих разработке вопросов:

Введение

1 Техническое задание

2 Описание программы

3 Руководство оператора

4 Тестирование

Заключение

Список использованных источников

5. На проверку предоставляются пояснительная записка, исходные тексты программ и исполняемые файлы на электронном носителе.

Руководитель курсовой работы \_\_\_\_\_ /ФИО руководителя /

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ / ФИО студента /  
подпись студента, дата

## **Приложение В (рекомендуемое)**

### **ГОСТ 19.402–2000. Описание программы**

#### **1 Общие положения**

1.1 Структуру и оформление документа устанавливают в соответствии с ГОСТ 19.105.

Составление информационной части (аннотации и содержания) является обязательным.

1.2 Описание программы содержит следующие разделы:

- общие сведения;
- функциональное назначение;
- описание логической структуры;
- используемые технические средства;
- вызов и загрузка;
- входные данные;
- выходные данные.

В зависимости от особенностей программы допускается вводить дополнительные разделы.

Разделы документа располагают в порядке их описания в данном стандарте. Если информация для отражения в каком-нибудь разделе отсутствует, то вслед за заголовком этого раздела приводят справку: «Соответствующая информация для заполнения данного раздела отсутствует, по следующим причинам исключена».

#### **2 Содержание разделов.**

2.1 В разделе «Общие сведения» указывают:

- обозначение и наименование программы;
- автора, дату создания, версию программы;
- программную среду и программное обеспечение, необходимые для функционирования программы, а также рекомендации по выбору версий и модификаций;
- языки программирования, на которых написана программа;
- новые возможности и отличие от предыдущих версий и модификаций.

2.2 В разделе «Функциональное назначение» указывают классы решаемых задач и (или) назначение программы и сведения о функциональных ограничениях на применение.

2.3 В разделе «Описание логической структуры» указывают:

- алгоритм программы;
- используемые методы и типовые проектные решения;
- структуру программы с описанием функций составных частей, их проблемной и машинной ориентации и связей между ними;

- связи программы с другими программами;
- используемые стандартные протоколы связи программы.

2.4 В разделе «Используемые технические средства» указывают типы устройств, которые используются при работе программы.

2.5 В разделе «Вызов и загрузка» указывают:

- способ вызова программы с соответствующего носителя данных;
- входные точки в программу.

Допускается указывать адреса загрузки, сведения об использовании оперативной и внешней памяти, объем программы.

2.6 В разделе «Входные данные» указывают:

- характер и организацию входных данных;
- описание предварительной подготовки входных данных;
- формат, описание и способ кодирования входных данных.

2.7 В разделе «Выходные данные» указывают:

- характер и организацию выходных данных;
- формат, описание и способ кодирования выходных данных;
- возможности управления форматом и полнотой получаемых выходных данных.

2.8 Допускается содержание разделов иллюстрировать пояснительными примерами, таблицами, схемами, графиками.

В приложении к описанию программы допускается приводить различные материалы, которые нецелесообразно включать в разделы описания.



## **Приложение Г (рекомендуемое)**

### **ГОСТ 19.505–79. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению**

#### **1 Общие положения.**

1.1 Структуру и оформление документа устанавливают в соответствии с ГОСТ 19.105–78.

Составление информационной части (аннотации и содержания) является обязательным.

#### **1.2 Руководство оператора должно содержать следующие разделы:**

- назначение программы;
- условия выполнения программы;
- выполнение программы;
- сообщения оператору.

В зависимости от особенностей документы допускается объединять в отдельные разделы или вводить новые.

#### **2 Содержание разделов.**

2.1 В разделе «Назначение программы» должны быть указаны сведения о назначении программы и информация, достаточная для понимания функций программы и ее эксплуатации.

2.2 В разделе «Условия выполнения программы» должны быть указаны условия, необходимые для выполнения программы (минимальный и (или) максимальный состав аппаратных и программных средств и т. п.).

2.3 В разделе «Выполнение программы» должна быть указана последовательность действий оператора, обеспечивающих загрузку, запуск, выполнение и завершение программы, приведено описание функций, формата и возможных вариантов команд, с помощью которых оператор осуществляет загрузки и управляет выполнением программы, а также ответы программы на эти команды.

2.4 В разделе «Сообщения оператору» должны быть приведены тексты сообщений, выдаваемых в ходе выполнения программы, описание их содержания и соответствующие действия оператора (действия оператора в случае сбоя, возможности повторного запуска программы и т. п.).

2.5 Допускается содержание разделов иллюстрировать поясняющими примерами, таблицами, схемами, графиками.

2.6 В приложения к руководству оператора допускается включать различные материалы, которые нецелесообразно включать в разделы руководства.

## Приложение Д (рекомендуемое)

### Вариативная часть

#### Вариант 1

Температурная зависимость энергетической зоны кремния приведена в таблице Д.1.

Таблица Д.1

Температура, К	Ширина зоны, эВ	Температура, К	Ширина зоны, эВ
0	1,16	450	1,07
50	1,16	500	1,05
100	1,15	550	1,03
150	1,15	600	1,01
200	1,14	650	0,99
250	1,13	700	0,97
300	1,12	750	0,95
350	1,10	800	0,92
400	1,09		

Аппроксимируйте эти данные методом наименьших квадратов прямой линией и постройте график.

#### Вариант 2

Температурная зависимость энергетической зоны кремния приведена в таблице Д.1.

Аппроксимируйте данные полиномом второго порядка и постройте график.

#### Вариант 3

Движение центра параллелепипеда, съезжающего по наклонной плоскости под углом  $\alpha$  к горизонту, с учетом трения описывается следующим уравнением:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha),$$

где  $\mu$  – коэффициент трения;

$g$  – ускорение свободного падения.

Рассчитайте и начертите график координаты на промежутке 10 с при следующих условиях:  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ,  $\mu = 0,6$ ,  $\alpha = 55^\circ$ ,  $x_0 = 0$ ,  $\dot{x}_0 = 0$ .

Сведите задачу к двум дифференциальным уравнениям первого порядка и примените метод Рунге – Кутты пятого порядка точности.

### Вариант 4

Зависимость давления пара от температуры приведена в таблице Д.2.

Таблица Д.2

Температура, °C	Давление, МПа	Температура, °C	Давление, МПа
148,89	0,46	271,11	5,59
160,00	0,62	282,22	6,64
171,11	0,81	293,33	7,81
182,22	1,05	304,44	9,14
193,33	1,35	315,56	10,63
204,44	1,70	326,67	12,31
215,56	2,13	337,78	14,19
226,67	2,63	348,89	16,30
237,78	3,22	360,00	18,67
248,89	3,90	371,11	21,32
260,00	4,69		

Аппроксимируйте зависимость прямой линией. Вычислите остаточную ошибку в каждой точке (разность между регрессионной кривой и исходными данными) и постройте график.

### Вариант 5

Используя данные из таблицы Д.2, аппроксимируйте зависимость давления пара от температуры методом наименьших квадратов. Попробуйте различные степени полиномов и постройте график. Вычислите и постройте график остаточной ошибки.

### Вариант 6

Разрешающее уравнение для простейшей электрической цепи, состоящей из сопротивления  $R$  и конденсатора ёмкостью  $C$ , последовательно соединённых с источником тока, напряжение на котором равно  $V$ , выглядит следующим образом:

$$q = CV \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right),$$

где  $q$  – заряд конденсатора;

$t$  – время.

Найдите ёмкость конденсатора, необходимую для накопления заряда  $q = 10^{-5}$  Кл за время  $t = 4 \cdot 10^{-3}$  с, методом Ньютона. Напряжение на источнике равно  $V = 10$  В, сопротивление  $R = 2000$  Ом.

### Вариант 7

Колебания простейшего гармонического осциллятора описываются уравнением

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x.$$

Заданы начальные условия:  $x=0$ ,  $dx/dt=1$  (при  $t=0$ ). Решите данное уравнение при  $\omega=6$  на интервале  $0 \leq t \leq 3$  с методом Рунге – Кутты пятого порядка. Постройте графики.

### Вариант 8

Индуктивный колебательный контур описывается дифференциальным уравнением

$$L \frac{d^2q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0,$$

где  $L=10^{-2}$  Гн;

$C=3 \cdot 10^{-6}$  Ф;

$R=20$  Ом.

Заданы начальные условия  $q=10^{-5}$  Кл,  $dq/dt=-0,01$  Кл/с (при  $t=0$ ). Решите уравнение на интервале  $0 \leq t \leq 4 \cdot 10^{-3}$  с методом Рунге – Кутты. Постройте график.

### Вариант 9

Индуктивный колебательный контур описывается дифференциальным уравнением

$$L \frac{d^2q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0,$$

где  $L=10^{-2}$  Гн;

$C=3 \cdot 10^{-6}$  Ф;

$R=20$  Ом.

Заданы начальные условия  $q=10^{-5}$  Кл,  $dq/dt=-0,01$  Кл/с (при  $t=0$ ). Решите уравнение на интервале  $0 \leq t \leq 4 \cdot 10^{-3}$  с модифицированным методом Эйлера. Постройте график.

### Вариант 10

Заряд  $q$  конденсатора ёмкостью  $C$ , который заряжается батареей  $V$ , последовательно соединённой с резистором  $R$ , описывается уравнением

$$\frac{dq}{dt} = \frac{V}{R} - \frac{q}{RC}.$$

Решите это уравнение методом Эйлера при  $R=1000$  Ом,  $C=10^{-5}$  Ф,  $V=10$  В и начальном условии  $q=0$  (при  $t=0$ ) на интервале  $0 \leq t \leq 5 \cdot 10^{-2}$  с. Постройте график. Сравните результат с аналитическим решением:

$$q = CV \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right).$$

### Вариант 11

Заряд  $q$  конденсатора ёмкостью  $C$ , который заряжается батареей  $V$ , последовательно соединённой с резистором  $R$ , описывается уравнением

$$\frac{dq}{dt} = \frac{V}{R} - \frac{q}{RC}.$$

Решите это уравнение методом Рунге – Кутта при  $R=1000$  Ом,  $C=10^{-5}$  Ф,  $V=10$  В и начальном условии  $q=0$  (при  $t=0$ ) на интервале  $0 \leq t \leq 5 \cdot 10^{-2}$  с. Постройте график. Сравните результат с аналитическим решением:

$$q = CV \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right).$$

### Вариант 12

Напряжение в цепи, состоящей из последовательно соединённых катушки индуктивности и заряженного конденсатора, описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$V + LC \frac{d^2 V}{dt^2} = 0.$$

Методом Рунге – Кутта определите напряжение на конденсаторе в течение первых 10 мкс при  $L=10$  мкГн,  $C=1$  мкФ,  $V_0=50$  В. Постройте графики.

### Вариант 13

Дифференциальное уравнение упругой линии равномерно нагруженной консольной балки имеет вид

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{w}{2EI} x^2.$$

Длина балки равна  $L$ , а координата  $x$  отсчитывается от свободного конца балки. Заданы начальные условия  $y = 0$  и  $dy/dx = 0$  (при  $x = L$ ) и параметры:  $E = 2,068 \cdot 10^{10}$  Па,  $I = 1,131 \cdot 10^{-2}$  м<sup>4</sup>,  $w = 1,751 \cdot 10^4$  Н/м,  $L = 3,048$  м. Решите задачу методом Эйлера на интервале  $0 \leq x \leq L$ , постройте график и сравните с аналитическим решением:

$$y = \frac{w}{EI} \left( \frac{x^4}{24} - \frac{L^3 x}{6} + \frac{L^4}{8} \right).$$

#### Вариант 14

Движение центра параллелепипеда, съезжающего по наклонной плоскости под углом  $\alpha$  к горизонту, с учетом трения описывается следующим уравнением:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha),$$

где  $\mu$  – коэффициент трения;

$g$  – ускорение свободного падения.

Рассчитайте и начертите график координаты на промежутке 10 с при следующих условиях:  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>,  $\mu = 0,6$ ,  $\alpha = 55^\circ$ ,  $x_0 = 0$ ,  $\dot{x}_0 = 0$ .

Сведите задачу к двум дифференциальным уравнениям первого порядка и примените метод Рунге – Кутты четвертого порядка точности.

#### Вариант 15

Колебания простейшего гармонического осциллятора описываются уравнением

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\omega^2 x.$$

Заданы начальные условия:  $x = 0$ ,  $dx/dt = 1$  (при  $t = 0$ ). Решите данное уравнение при  $\omega = 6$  на интервале  $0 \leq t \leq 3$  с модифицированным методом Эйлера. Постройте графики.

#### Вариант 16

Напряжение в цепи, состоящей из последовательно соединенных катушки индуктивности и заряженного конденсатора, описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$V + LC \frac{d^2 V}{dt^2} = 0.$$

Методом Эйлера определите напряжение на конденсаторе в течение первых 10 мкс при  $L = 10^{-2}$  мкГн,  $C = 1$  мкФ,  $V_0 = 50$  В. Постройте графики.

### Вариант 17

Движение центра параллелепипеда, съезжающего по наклонной плоскости под углом  $\alpha$  к горизонту, с учетом трения описывается следующим уравнением:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha),$$

где  $\mu$  – коэффициент трения;

$g$  – ускорение свободного падения.

Рассчитайте и начертите график координаты на промежутке 10 с при следующих условиях:  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>,  $\mu = 0,6$ ,  $\alpha = 55^\circ$ ,  $x_0 = 0$ ,  $\dot{x}_0 = 0$ .

Сведите задачу к двум дифференциальным уравнениям первого порядка и примените метод Рунге – Кутта – Мерсона с автоматическим контролем шага.

### Вариант 18

Заряд  $q$  конденсатора ёмкостью  $C$ , который заряжается батареей  $V$ , последовательно соединённой с резистором  $R$ , описывается уравнением

$$\frac{dq}{dt} = \frac{V}{R} - \frac{q}{RC}.$$

Решите это уравнение методом Рунге – Кутта третьего порядка при  $R = 1000$  Ом,  $C = 10^{-5}$  Ф,  $V = 10$  В и начальном условии  $q = 0$  (при  $t = 0$ ) на интервале  $0 \leq t \leq 5 \cdot 10^{-2}$  с. Постройте график. Сравните результат с аналитическим решением:

$$q = CV \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right).$$

### Вариант 19

Заряд  $q$  конденсатора ёмкостью  $C$ , который заряжается батареей  $V$ , последовательно соединённой с резистором  $R$ , описывается уравнением

$$\frac{dq}{dt} = \frac{V}{R} - \frac{q}{RC}.$$

Решите это уравнение методом Адамса при  $R=1000$  Ом,  $C=10^{-5}$  Ф,  $V=10$  В и начальном условии  $q=0$  (при  $t=0$ ) на интервале  $0 \leq t \leq 5 \cdot 10^{-2}$  с. Постройте график. Сравните результат с аналитическим решением:

$$q = CV \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right).$$

### Вариант 20

Заряд  $q$  конденсатора ёмкостью  $C$ , который заряжается батареей  $V$ , последовательно соединённой с резистором  $R$ , описывается уравнением

$$\frac{dq}{dt} = \frac{V}{R} - \frac{q}{RC}.$$

Решите это уравнение методом Рунге – Кутта пятого порядка при  $R=1000$  Ом,  $C=10^{-5}$  Ф,  $V=10$  В и начальном условии  $q=0$  (при  $t=0$ ) на интервале  $0 \leq t \leq 5 \cdot 10^{-2}$  с. Постройте график. Сравните результат с аналитическим решением:

$$q = CV \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right).$$

### Вариант 21

Заряд  $q$  конденсатора ёмкостью  $C$ , который заряжается батареей  $V$ , последовательно соединённой с резистором  $R$ , описывается уравнением

$$\frac{dq}{dt} = \frac{V}{R} - \frac{q}{RC}.$$

Решите это уравнение методом Рунге – Кутта четвертого порядка при  $R=1000$  Ом,  $C=10^{-5}$  Ф,  $V=10$  В и начальном условии  $q=0$  (при  $t=0$ ) на интервале  $0 \leq t \leq 5 \cdot 10^{-2}$  с. Постройте график. Сравните результат с аналитическим решением:

$$q = CV \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right).$$

### Вариант 22

Разрешающее уравнение для простейшей электрической цепи, состоящей из сопротивления  $R$  и конденсатора ёмкостью  $C$ , последовательно соединённых с источником тока, напряжение на котором равно  $V$ , выглядит следующим образом:



$$q = CV \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right),$$

где  $q$  – заряд конденсатора;

$t$  – время.

Найдите ёмкость конденсатора, необходимую для накопления заряда  $q = 10^{-5}$  Кл за время  $t = 4 \cdot 10^{-3}$  с, методом хорд. Напряжение на источнике равно  $V = 10$  В, сопротивление  $R = 2000$  Ом.

### Вариант 23

Разрешающее уравнение для простейшей электрической цепи, состоящей из сопротивления  $R$  и конденсатора ёмкостью  $C$ , последовательно соединённых с источником тока, напряжение на котором равно  $V$ , выглядит следующим образом:

$$q = CV \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right),$$

где  $q$  – заряд конденсатора;

$t$  – время.

Найдите ёмкость конденсатора, необходимую для накопления заряда  $q = 10^{-5}$  Кл за время  $t = 4 \cdot 10^{-3}$  с, методом итераций. Напряжение на источнике равно  $V = 10$  В, сопротивление  $R = 2000$  Ом. Постройте графики.

### Вариант 24

Колебания простейшего гармонического осциллятора описываются уравнением

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\omega^2 x.$$

Заданы начальные условия:  $x = 0$ ,  $dx/dt = 1$  (при  $t = 0$ ). Решите данное уравнение при  $\omega = 6$  на интервале  $0 \leq t \leq 3$  с методом Рунге – Кутты третьего порядка. Постройте графики.

### Вариант 25

Дифференциальное уравнение упругой линии равномерно нагруженной консольной балки имеет вид

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{w}{2EI} x^2.$$

Длина балки равна  $L$ , а координата  $x$  отсчитывается от свободного конца балки. Заданы начальные условия  $y = 0$  и  $dy/dx = 0$  (при  $x = L$ ) и параметры:  $E = 2,068 \cdot 10^{10}$  Па,  $I = 1,131 \cdot 10^{-2}$  м<sup>4</sup>,  $w = 1,751 \cdot 10^4$  Н/м,  $L = 3,048$  м. Решите задачу методом Рунге – Кутта – Мерсона на интервале  $0 \leq x \leq L$  и сравните с аналитическим решением:

$$y = \frac{w}{EI} \left( \frac{x^4}{24} - \frac{L^3 x}{6} + \frac{L^4}{8} \right).$$

Постройте графики.

### Вариант 26

Температурная зависимость энергетической зоны кремния приведена в таблице Д.1.

Аппроксимируйте данные полиномом третьего порядка и постройте график.

### Вариант 27

Дифференциальное уравнение упругой линии равномерно нагруженной консольной балки имеет вид

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{w}{2EI} x^2.$$

Длина балки равна  $L$ , а координата  $x$  отсчитывается от свободного конца балки. Заданы начальные условия  $y = 0$  и  $dy/dx = 0$  (при  $x = L$ ) и параметры:  $E = 2,068 \cdot 10^{10}$  Па,  $I = 1,131 \cdot 10^{-2}$  м<sup>4</sup>,  $w = 1,751 \cdot 10^4$  Н/м,  $L = 3,048$  м. Решите задачу методом Рунге – Кутта пятого порядка на интервале  $0 \leq x \leq L$ , постройте график и сравните с аналитическим решением:

$$y = \frac{w}{EI} \left( \frac{x^4}{24} - \frac{L^3 x}{6} + \frac{L^4}{8} \right).$$

### Вариант 28

Заряд  $q$  конденсатора ёмкостью  $C$ , который заряжается батареей  $V$ , последовательно соединённой с резистором  $R$ , описывается уравнением

$$\frac{dq}{dt} = \frac{V}{R} - \frac{q}{RC}.$$

Решите это уравнение методом Рунге – Кутта – Мерсона с автоматическим контролем шага при  $R = 1000$  Ом,  $C = 10^{-5}$  Ф,  $V = 10$  В и начальном условии

$q = 0$  (при  $t = 0$ ) на интервале  $0 \leq t \leq 5 \cdot 10^{-2}$  с. Постройте график. Сравните результат с аналитическим решением:

$$q = CV \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right).$$

### Вариант 29

Движение центра параллелепипеда, съезжающего по наклонной плоскости под углом  $\alpha$  к горизонту, с учетом трения описывается следующим уравнением:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha),$$

где  $\mu$  – коэффициент трения;

$g$  – ускорение свободного падения.

Рассчитайте и начертите график координаты на промежутке 10 с при следующих условиях:  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>,  $\mu = 0,6$ ,  $\alpha = 55^\circ$ ,  $x_0 = 0$ ,  $\dot{x}_0 = 0$ .

Сведите задачу к двум дифференциальным уравнениям первого порядка и примените метод Эйлера.

### Вариант 30

Используя данные из таблицы Д.1, аппроксимируйте зависимость ширины зоны от температуры функцией вида  $y = a \cdot \ln x + b$  и постройте график.

### Вариант 31

Используя данные из таблицы Д.1, аппроксимируйте зависимость ширины зоны от температуры функцией вида  $y = ax^m$  и постройте график.

### Вариант 32

Дифференциальное уравнение упругой линии равномерно нагруженной консольной балки:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{w}{2EI} x^2.$$

Длина балки равна  $L$ , а координата  $x$  отсчитывается от свободного конца балки. Заданы начальные условия  $y = 0$  и  $dy/dx = 0$  (при  $x = L$ ) и параметры:  $E = 2,068 \cdot 10^{10}$  Па,  $I = 1,131 \cdot 10^{-2}$  м<sup>4</sup>,  $w = 1,751 \cdot 10^4$  Н/м,  $L = 3,048$  м. Решите задачу методом Рунге – Кутта на интервале  $0 \leq x \leq L$  и сравните с аналитическим решением:

$$y = \frac{w}{EI} \left( \frac{x^4}{24} - \frac{L^3 x}{6} + \frac{L^4}{8} \right).$$

Постройте графики.

### Вариант 33

Колебания простейшего гармонического осциллятора описываются уравнением:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\omega^2 x.$$

Заданы начальные условия:  $x = 0$ ,  $dx/dt = 1$  (при  $t = 0$ ). Решите данное уравнение при  $\omega = 6$  на интервале  $0 \leq t \leq 3$  с методом Рунге – Кутты. Постройте графики.

### Вариант 34

Используя данные из таблицы Д.1, аппроксимируйте зависимость ширины зоны от температуры функцией вида  $y = \frac{a}{x} + b$  и постройте график.