

Г.С. Иванова, Т.Н. Ничушкина

**Алгоритмизация
и программирование**
**Основы алгоритмизации и процедурное
программирование**

Учебное пособие



Москва

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н.Э. Баумана

2 0 2 6

УДК 004.42
ББК 32.973.22
И21

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://press.bmstu.ru/catalog/item/8611/>

Факультет «Информатика и системы управления»
Кафедра «Компьютерные системы и сети»

Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия

Рецензент

зав. кафедрой «Электронные вычислительные машины»
Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф. Уткина
д-р техн. наук, проф. Б.В. Костров

Иванова, Г. С.

И21 Алгоритмизация и программирование. Основы алгоритмизации и процедурное программирование : учебное пособие / Г. С. Иванова, Т. Н. Ни-
чушкина. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2026. —
230, [2] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-6721-1

Содержит теоретический материал по первой, процедурной части дисциплины «Алгоритмизация и программирование». В качестве языка для обучения азам программирования в дисциплине используется язык C++. Представлены сведения о способах хранения данных в оперативной и внешней памяти, особенностях построения и реализации структурных и неструктурных алгоритмов, принципы работы с динамической памятью и другие достаточно сложные средства создания консольных программ, которые должны послужить базой для изучения объектно-ориентированного программирования на языке C++.

Для студентов, изучающих дисциплину «Алгоритмизация и программирование» в рамках направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». Может быть полезно студентам, изучающим процедурное программирование на языках C/C++.

УДК 004.42
ББК 32.973.22



*Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных
опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте:
press@bmstu.ru*

ISBN 978-5-7038-6721-1

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026

Предисловие

Материал дисциплины «Алгоритмизация и программирование» разбит на три части:

- 1) Основы алгоритмизации и процедурное программирование на языке C++;
- 2) Объектно-ориентированное программирование на языке C++;
- 3) Программирование на языке C#.

Учебное пособие предназначено для изучения первой части (модули 1–3) студентами первого курса МГТУ им. Н.Э. Баумана направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

Цель пособия — подготовка обучающихся к разработке простого (до тысячи операторов) программного обеспечения на языке C++ с использованием структурного и объектного подходов, стандартных библиотек C++ и графических интерфейсов.

После изучения пособия студенты будут знать:

- основные этапы разработки программного обеспечения;
- схемы, используемые при проектировании простого программного обеспечения, условные обозначения и правила изображения этих схем;
- способы представления данных разных типов в памяти компьютера и операторы, используемые для их объявления в программе;
- основные способы организации процесса вычислений и операторы, используемые при описании соответствующих конструкций алгоритмов в программе;
- способы организации данных структурных типов в статической и динамической памяти и описание различных организаций данных в программе;

- способы представления данных во внешней памяти и процедуры и функции, используемые при создании и обработке файлов;

будут уметь:

- анализировать учебную задачу, выбирать метод решения и способы представления данных и разрабатывать проект (схему структурную и схему алгоритма) ее решения;
- выбирать типы данных и кодировать программу на языке C++;
- выполнять ее отладку и тестирование в среде программирования Qt Creator под операционной системой семейства Linux.

Для успешного освоения материала пособия необходимы знания и умения, полученные в средней школе при изучении дисциплин, связанных с информатикой и вычислительной техникой.

Материал учебного пособия разделен на три модуля в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Модуль 1 «Основы алгоритмизации и программирование с использованием скалярных типов данных» посвящен изучению основных приемов и средств разработки и документирования простейших программ.

Модуль 2 «Структурные типы данных и модульное программирование» предполагает изучение основных средств организации программ и данных при структурном подходе к программированию.

Модуль 3 «Динамические структуры данных и файлы» включает рассмотрение более сложных способов организации данных в оперативной памяти и их хранения во внешней памяти.

Каждый модуль представляет собой логически заверченный раздел дисциплины и, в свою очередь, разделен на главы. По всем главам приведены контрольные вопросы и задания для самопроверки знаний обучающегося. В конце модулей представлены примеры заданий рубежного контроля.

Введение

Программирование — важнейшая часть профессиональной деятельности специалиста в области информатики и вычислительной техники. Без знания основ программирования и умения писать хотя бы простые программы невозможно работать в указанной области.

Программа (от греч. *προ* — «пред» и *γράμμα* — «запись») — в переводе означает «предписание», т. е. описание последовательности действий. Этот термин первоначально не был связан с вычислительной техникой, однако с появлением первых вычислительных машин его значение существенно расширилось.

Компьютерная программа — последовательность описаний команд, выполнение которых компьютером направлено на решение поставленной задачи.

Для описания программы используют один из существующих специальных языков — языков программирования. В настоящем учебном пособии в качестве такого языка используется язык C++.

C++ — универсальный язык программирования высокого уровня, содержащий элементы низкоуровневого программирования, такие как непосредственная работа с адресами данных в памяти.

Первый автор языка — Бьярне Страуструп. Он усовершенствовал язык C, дополнив его средствами поддержки объектного и обобщенного подходов. Годом «рождения» языка считают 1983 г. С тех пор язык прошел несколько итераций совершенствования, последний стандарт языка вышел в 2023 г.

Сегодня язык C++ — очень мощный универсальный язык программирования, он включает большое количество различных средств для реализации самых разных механизмов, используемых при написании программ. К нему написано множество библиотек подпрограмм, классов и шаблонов. Он поддерживает структурный, объектный и обобщенный подходы к программированию, обеспечивает написание эффективных с точки зрения используемых ресурсов (времени выполнения и объема занимаемой памяти) программ. Поэтому язык C++ широко используют при написании программного обеспечения самого разного назначения — от простых консольных программ до огромных программных систем, предназначенных для развертывания в компьютерных сетях.

Преимущества языка:

- универсальность;
- компактность записи;

- высокая производительность;
- большое количество библиотек.

Недостатки:

- незащищенный синтаксис, не позволяющий компилятору автоматически выявлять значительное количество синтаксических ошибок программы;
- сложная семантика используемых конструкций, не позволяющая легко читать программу, что существенно увеличивает вероятность ошибок.

Помимо этого, при разработке программ на языке C++ необходимо учитывать, что за время существования языка появились различные компиляторы с него, поддерживающие или не поддерживающие его средства, включенные в стандарты. Таким образом программное обеспечение, разрабатываемое с использованием одного компилятора, не обязательно будет корректно компилироваться другим. Следовательно, программист должен знать особенности компиляторов, с которыми работает.

Для написания и отладки программ на языке C++ разработано множество интегрированных сред разработки (англ. integrated development environment — IDE), функционирующих под операционными системами семейств Windows, Linux и др. Например, среды Microsoft Visual C++, Qt Creator, Xcode, Dev-C++, Visual Studio Code и т. д.

В настоящем пособии для отладки примеров использовалась среда Qt Creator, работающая под управлением операционной системы Astra Linux с компилятором Clang. В некоторых случаях даны комментарии, касающиеся различий программирования в указанной среде и среде Microsoft Visual Studio, работающей под управлением операционной системой Windows.

Изучение программирования — многоаспектная задача, при решении которой невозможно отделить разработку последовательности выполняемых для решения задачи операций от изучения средств, предоставленных в распоряжение программисту тем или иным языком программирования и имеющимися библиотеками. Язык программирования и среда разработки непосредственно определяют набор проектных операций, в которых записываются разрабатываемые алгоритмы, а реализованные в языке подходы диктуют набор технологий, которые может использовать программист.

Таким образом, при разработке программы программисту одновременно приходится мыслить на макро- и микроуровнях: на макроуровне — определять последовательность выполняемых действий, на микроуровне — оценивать и выбирать используемые технологии, механизмы и средства реализации этих действий, что создает дополнительные сложности при изучении дисциплины.

Следует также иметь в виду, что современные версии языка C++ можно изучать всю жизнь, поскольку каждые 1-2 года появляются новые версии языка. Авторы не ставят перед собой задачу охватить все возможности, предоставляемые сегодня языком C++. В пособии рассмотрены только те конструкции и механизмы, которые авторы сочли основными, поскольку без знания их особенностей невозможно написание сравнительно простых, но эффективных десктопных приложений.

Модуль 1. ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКАЛЯРНЫХ ТИПОВ ДАННЫХ

Глава 1. ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В процессе разработки программ с использованием процедурного подхода можно выделить следующие этапы:

- постановка задачи — определение требований к программному продукту;
- анализ — осуществление формальной постановки задачи и определение методов ее решения;
- проектирование — разработка структуры программного продукта, выбор структур для хранения данных, построение и оценка алгоритмов подпрограмм, определение особенностей взаимодействия программы с вычислительной средой (другими программами, операционной системой и техническими средствами);
- реализация — составление программы на выбранном языке программирования, ее тестирование и отладка;
- модификация — выпуск новых версий программного продукта.

1.1. Постановка задачи

Создание нового программного обеспечения начинают с постановки задачи, в процессе которой определяют потребительские характеристики программного продукта.

Прежде всего устанавливают набор выполняемых функций, а также перечень и характеристики исходных данных. Так, для числовых данных может задаваться точность, для текстовых — размер текста или используемые кодировки.

Затем определяют перечень результатов, их характеристики и способы представления пользователю (в виде таблиц, диаграмм, графиков и т. п.).

Кроме того, уточняют среду функционирования программного продукта: конкретную комплектацию и параметры технических средств, версию используемой операционной системы и, возможно, версии и параметры другого установленного программного обеспечения, с которым предстоит взаимодействовать будущему программному продукту.

Оглавление

Предисловие	3
Введение	5
Модуль 1. ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКАЛЯРНЫХ ТИПОВ ДАННЫХ	7
Глава 1. Этапы создания программного обеспечения	7
1.1. Постановка задачи	7
1.2. Анализ, формальная постановка и выбор метода решения задачи.....	8
1.3. Проектирование программного обеспечения при процедурном (структурном) подходе.....	9
1.4. Реализация программного обеспечения	16
1.5. Модификация программного обеспечения	20
Контрольные вопросы и задания	21
Глава 2. Базовые конструкции языка	22
2.1. Синтаксис и семантика языка программирования C++	22
2.2. Представление данных в памяти компьютера. Типы данных	24
2.3. Литералы. Объявление переменных и констант. Объявление новых типов.....	29
2.4. Операции над данными	31
2.5. Простое и составное выражения. Неявные и явные преобразования типов	38
2.6. Ввод данных с клавиатуры и вывод данных на экран с помощью функций языка C	41
2.7. Потокковые операции ввода данных с клавиатуры и вывода данных на экран.....	46
Контрольные вопросы и задания	49
Глава 3. Управляющие операторы языка	51
3.1. Оператор условной передачи управления	51
3.2. Оператор выбора	54
3.3. Операторы организации циклов	56
3.4. Неструктурные операторы передачи управления	62
Контрольные вопросы и задания	70
Примеры заданий рубежного контроля модуля 1	71
Модуль 2. СТРУКТУРНЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ И МОДУЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ	72
Глава 4. Массивы, строки и структуры. Адресная арифметика	72
4.1. Массивы	72
4.2. Адресация оперативной памяти. Указатели. Ссылки	80
4.3. Управление динамической памятью. Динамические массивы	85
4.4. Строки языка C	90
4.5. Структуры	103

4.6. Объединения	109
Контрольные вопросы и задания	112
Глава 5. Модульное программирование	114
5.1. Подпрограммы. Классы памяти переменных	114
5.2. Параметры подпрограмм. Параметрическая перегрузка функций	121
5.3. Средства написания универсальных подпрограмм	129
5.4. Многофайловые программы. Пространства имен	134
5.5. Рекурсивные подпрограммы. Фрейм активации. Линейная и древовидная рекурсия	138
Контрольные вопросы и задания	149
Примеры заданий рубежного контроля модуля 2	150
Модуль 3. ДИНАМИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ И ФАЙЛЫ	151
Глава 6. Динамические структуры данных. Списки	151
6.1. Классификации структур данных	151
6.2. Списковые структуры данных	153
6.3. Односвязные списки	155
Контрольные вопросы и задания	166
Глава 7. Бинарные деревья	168
7.1. Понятие бинарного дерева	168
7.2. Сортированные бинарные деревья	170
7.3. Деревья разбора выражений	184
Контрольные вопросы и задания	192
Глава 8. Файлы	193
8.1. Файловая система. Файлы в языках C/C++	193
8.2. Основные функции для работы с файлами	200
8.3. Текстовые файлы	202
8.4. Двоичные файлы	211
8.5. Двоичные файлы журнального типа	215
8.6. Корректировка файлов	217
Контрольные вопросы и задания	219
Примеры вопросов рубежного контроля модуля 3	220
Литература	221
Приложение. Кодирование русскоязычных текстов. Кодировки ASCII, DOS-866, Windows-1251, UTF-16, UTF-8	222