

ВАСИЛЬЕВ А. Н.

Научная библиотека

БНТУ



# САМОУЧИТЕЛЬ

# C++

с задачами и примерами

*6-е издание*

*(удовлетворяет*

*C++ 17 и C++ 20)*

**НАВУКОВАЯ БІБЛІОТЭКА**  
Беларускага нацыянальнага  
тэхнічнага ўніверсітэта  
Інв. № 1 1288154



**"Издательство Наука и Техника"**

Санкт-Петербург

# СОДЕРЖАНИЕ

## Часть I. Процедурное программирование в C++ .....11

### Глава 1. Основы языка C++ ..... 12

ПРОЦЕДУРНОЕ И ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ.....	12
СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ В C++ .....	14
СОЗДАНИЕ ПРОСТОЙ ПРОГРАММЫ .....	14
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ.....	16
ОБЪЯВЛЕНИЕ И ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ПЕРЕМЕННОЙ .....	18
БАЗОВЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ .....	19
КОНСТАНТЫ И ЛИТЕРАЛЫ.....	21
АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ОПЕРАТОРЫ .....	23
ЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАТОРЫ .....	27
ОПЕРАТОРЫ СРАВНЕНИЯ.....	28
ПОБИТОВЫЕ ОПЕРАТОРЫ И ДВОИЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЕЛ .....	28
ОПЕРАТОР ПРИСВАИВАНИЯ И ПРИВЕДЕНИЕ ТИПОВ .....	32
ТЕРНАРНЫЙ ОПЕРАТОР .....	35
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....	36
Координаты брошенного под углом тела.....	36
Средняя скорость движения мотоциклиста.....	37
Высота орбиты спутника .....	38
Колебания маятника .....	40
Комплексные числа.....	41
Прыгающий мячик.....	43
Умножение на два в степени .....	45
Решение простого уравнения .....	45
Атака подводной лодки .....	47

РЕЗЮМЕ .....	48
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	49
ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ .....	50

## **Глава 2. Управляющие инструкции** ..... 55

УСЛОВНЫЙ ОПЕРАТОР IF() .....	55
УСЛОВНЫЙ ОПЕРАТОР SWITCH() .....	59
ОПЕРАТОР ЦИКЛА FOR() .....	63
ОПЕРАТОР ЦИКЛА WHILE() .....	70
ИНСТРУКЦИЯ БЕЗУСЛОВНОГО ПЕРЕХОДА.....	73
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....	74
Вычисление синуса .....	74
Вычисление произведения .....	76
Расчет траектории тела.....	77
Решение уравнения методом последовательных итераций.....	79
Калькулятор .....	81
Вычисление объема методом Монте-Карло .....	83
РЕЗЮМЕ .....	85
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	86
ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ .....	87

## **Глава 3. Указатели, ссылки и массивы** ..... 91

ОБЪЯВЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УКАЗАТЕЛЕЙ .....	92
АДРЕСНАЯ АРИФМЕТИКА И СРАВНЕНИЕ УКАЗАТЕЛЕЙ .....	94
МНОГОУРОВНЕВАЯ АДРЕСАЦИЯ .....	95
ЗНАКОМСТВО СО ССЫЛКАМИ .....	97
СТАТИЧЕСКИЕ ОДНОМЕРНЫЕ МАССИВЫ.....	100
УКАЗАТЕЛЬ НА МАССИВ .....	101
ДВУМЕРНЫЕ МАССИВЫ .....	103
ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ МАССИВОВ .....	106
МАССИВЫ СИМВОЛОВ.....	108
МАССИВЫ УКАЗАТЕЛЕЙ .....	111

<b>ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ</b> .....	112
Скалярное произведение векторов .....	113
Векторное произведение .....	114
Сортировка массива методом пузырька .....	115
Умножение квадратных матриц .....	117
Определитель матрицы .....	118
Математическое ожидание для дискретной случайной величины .....	119
Метод Ньютона .....	120
Линейная регрессионная модель .....	122
<b>РЕЗЮМЕ</b> .....	125
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</b> .....	126
<b>ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ</b> .....	127

## **Глава 4. Функции** .....

<b>ОБЪЯВЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИЙ</b> .....	131
<b>МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДАЧИ АРГУМЕНТОВ</b> .....	135
<b>ПЕРЕДАЧА УКАЗАТЕЛЯ АРГУМЕНТОМ ФУНКЦИИ</b> .....	138
<b>ПЕРЕДАЧА МАССИВА АРГУМЕНТОМ ФУНКЦИИ</b> .....	140
<b>ПЕРЕДАЧА СТРОКИ АРГУМЕНТОМ ФУНКЦИИ</b> .....	143
<b>АРГУМЕНТЫ ФУНКЦИИ MAIN()</b> .....	144
<b>АРГУМЕНТЫ ПО УМОЛЧАНИЮ</b> .....	145
<b>ВОЗВРАЩЕНИЕ ФУНКЦИЕЙ УКАЗАТЕЛЯ</b> .....	147
<b>ВОЗВРАЩЕНИЕ ФУНКЦИЕЙ ССЫЛКИ</b> .....	148
<b>УКАЗАТЕЛИ НА ФУНКЦИИ</b> .....	150
<b>РЕКУРСИЯ</b> .....	152
<b>ПЕРЕГРУЗКА ФУНКЦИЙ</b> .....	153
<b>ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ</b> .....	158
Функция для вычисления гиперболического синуса .....	158
Вычисление произведения .....	160
Метод половинного деления .....	161
Метод хорд .....	163
Метод Ньютона и перегрузка функции вычисления корня .....	164

Вывод строки .....	167
Вычисление статистических характеристик .....	168
Транспонирование матрицы .....	170
<b>РЕЗЮМЕ</b> .....	<b>173</b>
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</b> .....	<b>174</b>
<b>ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ</b> .....	<b>175</b>

## **Глава 5. Текстовые строки и динамические массивы** .....

<b>СОЗДАНИЕ И ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ СТРОК</b> .....	<b>178</b>
<b>НУЛЬ-СИМВОЛ ОКОНЧАНИЯ СТРОКИ</b> .....	<b>182</b>
<b>ФУНКЦИИ ДЛЯ РАБОТЫ СО СТРОКАМИ И СИМВОЛАМИ</b> .....	<b>188</b>
<b>СТРОЧНЫЕ ЛИТЕРАЛЫ</b> .....	<b>190</b>
<b>ДВУМЕРНЫЕ СИМВОЛЬНЫЕ МАССИВЫ</b> .....	<b>191</b>
<b>ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ПАМЯТИ</b> .....	<b>193</b>
<b>ДИНАМИЧЕСКИЕ МАССИВЫ</b> .....	<b>196</b>
<b>МНОГОМЕРНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МАССИВЫ</b> .....	<b>197</b>
<b>ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ</b> .....	<b>201</b>
Раскодировщик .....	201
Кодировщик .....	202
Сложение целочисленных матриц .....	206
Итерационный процесс .....	207
Вычисление косинуса .....	209
<b>РЕЗЮМЕ</b> .....	<b>212</b>
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</b> .....	<b>213</b>
<b>ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ</b> .....	<b>213</b>

## **Глава 6. Структуры, объединения и перечисления** .....

<b>СТРУКТУРЫ</b> .....	<b>217</b>
<b>МАССИВЫ СТРУКТУР</b> .....	<b>221</b>
<b>ПЕРЕДАЧА СТРУКТУР АРГУМЕНТАМИ ФУНКЦИЙ</b> .....	<b>224</b>

УКАЗАТЕЛИ НА СТРУКТУРЫ .....	226
БИТОВЫЕ РАЗМЕРЫ ПОЛЯ .....	232
ОБЪЕДИНЕНИЯ .....	233
ПЕРЕЧИСЛЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОВ .....	237
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....	239
Бинарное дерево .....	239
Комплексные числа .....	243
Комплексная экспонента .....	245
Расстояние между точками .....	246
Пересечение прямых .....	247
Корни квадратного уравнения .....	249
РЕЗЮМЕ .....	250
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	252
ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ .....	252

## **Часть II. Объектно-ориентированное программирование в C++ .....**

259

### **Глава 7. Классы и объекты .....**

260

ОБЪЯВЛЕНИЕ КЛАССА .....	260
ОТКРЫТЫЕ И ЗАКРЫТЫЕ ЧЛЕНЫ КЛАССА .....	266
СТАТИЧЕСКИЕ ЧЛЕНЫ КЛАССА .....	268
ПЕРЕГРУЗКА МЕТОДОВ .....	272
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....	273
Вычисление логарифма .....	273
Модуль и аргумент комплексного числа .....	275
Схема Бернулли .....	276
Метод последовательных итераций .....	277
Полет тела .....	278
РЕЗЮМЕ .....	280
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	281
ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ .....	282

<b>Глава 8. Работа с объектами</b> .....	<b>285</b>
ПЕРЕДАЧА ОБЪЕКТОВ АРГУМЕНТАМИ .....	285
ВОЗВРАЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОМ ОБЪЕКТОВ .....	286
УКАЗАТЕЛИ НА ОБЪЕКТЫ .....	288
УКАЗАТЕЛИ НА ЧЛЕНЫ КЛАССА .....	291
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ССЫЛОК НА ОБЪЕКТЫ .....	294
МАССИВЫ ОБЪЕКТОВ .....	298
ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ПАМЯТИ ПОД ОБЪЕКТЫ .....	300
ДРУЖЕСТВЕННЫЕ ФУНКЦИИ И КЛАССЫ .....	301
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....	306
Комплексная экспонента .....	306
Динамический список .....	307
Векторное произведение .....	310
Интерполяционный полином .....	311
Производная для полинома .....	313
Матричная экспонента .....	314
РЕЗЮМЕ .....	317
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	318
ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ .....	318
<b>Глава 9. Конструкторы и деструкторы</b> .....	<b>322</b>
СОЗДАНИЕ И ПЕРЕГРУЗКА КОНСТРУКТОРА .....	322
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕКТРУКТОРОВ .....	326
ВЫЗОВ КОНСТРУКТОРА .....	330
КОНСТРУКТОР СОЗДАНИЯ КОПИИ .....	333
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....	335
Создание бинарного дерева .....	336
Ряд для экспоненты .....	338
Поле-объект .....	339
Поле-массив объектов .....	341
Вызов в конструкторе метода .....	343

РЕЗЮМЕ .....	345
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	346
ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ .....	346

## **Глава 10. Перегрузка операторов**..... 350

ВНЕШНЯЯ ОПЕРАТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ДЛЯ ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИЯ УНАРИЙНОГО ОПЕРАТОРА.....	351
ПЕРЕГРУЗКА ОПЕРАТОРНОЙ ФУНКЦИИ .....	353
ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИЕ УНАРИЙНЫХ ОПЕРАТОРОВ ВНЕШНИМИ ФУНКЦИЯМИ .....	356
ПЕРЕГРУЗКА ОПЕРАТОРОВ МЕТОДАМИ КЛАССА .....	362
ПЕРЕГРУЗКА ОПЕРАТОРА ПРИСВАИВАНИЯ .....	364
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....	365
Индексирование объектов .....	365
Скалярное и векторное произведение векторов .....	368
Операции с матрицами .....	371
Вектор-функция .....	374
Операции с полиномами .....	376
РЕЗЮМЕ .....	380
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	381
ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ .....	381

## **Глава 11. Наследование и виртуальные функции**..... 386

НАСЛЕДОВАНИЕ КЛАССОВ И ТИПЫ НАСЛЕДОВАНИЯ .....	386
ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДОВ И ВИРТУАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ.....	392
МНОГОУРОВНЕВОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ .....	397
МНОГОКРАТНОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ .....	399
КОНСТРУКТОРЫ И ДЕСТРУКТОРЫ ПРИ НАСЛЕДОВАНИИ .....	402
ЧИСТО ВИРТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И АБСТРАКТНЫЕ КЛАССЫ .....	405
СУЩЕСТВУЮЩИЕ НЕСУЩЕСТВУЮЩИЕ ЧЛЕНЫ КЛАССА .....	407



<b>ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ</b> .....	409
Комплексные числа .....	409
Наследование операторных функций .....	413
Преобразование Фурье .....	416
Произведение полиномов и ряд Тейлора .....	421
<b>РЕЗЮМЕ</b> .....	426
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</b> .....	427
<b>ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ</b> .....	427
<b>Глава 12. Шаблоны</b> .....	432
<b>ОБОБЩЕННЫЕ ФУНКЦИИ</b> .....	432
<b>ПЕРЕГРУЗКА ОБОБЩЕННЫХ ФУНКЦИЙ</b> .....	436
<b>ОБОБЩЕННЫЕ КЛАССЫ</b> .....	438
<b>ТИПЫ ПО УМОЛЧАНИЮ И ЯВНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ КЛАССА</b> .....	440
<b>ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ</b> .....	444
Обобщенная экспонента .....	444
Перегрузка операторов .....	446
Перестановка элементов массива .....	448
Поиск совпадений .....	449
Наследование шаблона .....	451
Создание обобщенного дерева .....	452
<b>РЕЗЮМЕ</b> .....	455
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</b> .....	456
<b>ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ</b> .....	457
<b>Часть III. Среды разработки</b> .....	460
<b>Глава 13. Компиляторы и интегрированные среды разработки</b> .....	461
<b>Глава 14. Работа в Dev-C++</b> .....	473