

# Оглавление

<b>Об авторе</b> .....	<b>24</b>
<b>О научном редакторе</b> .....	<b>24</b>
<b>Предисловие</b> .....	<b>25</b>
<b>Благодарности</b> .....	<b>29</b>
<b>От издательства</b> .....	<b>30</b>
<b>Введение</b> .....	<b>31</b>
Об этой книге .....	32
Кому будет интересна эта книга?.....	32
Структура книги .....	33
Часть I. Основы языка C++ .....	33
Часть II. Библиотеки и фреймворки C++ .....	34
<b>Увертюра для C-программистов</b> .....	<b>36</b>
Обновление до Super C.....	38
Перегрузка функций.....	38
Ссылки .....	39
Инициализация с помощью auto.....	41
Пространства имен и неявный typedef для struct, union и enum.....	42
Смешение объектных файлов C и C++ .....	44
Темы C++ .....	46
Краткое изложение идей и повторное использование кода .....	46
Стандартная библиотека C++ .....	48
Лямбда-выражения .....	49
Обобщенное программирование с помощью шаблонов.....	50
Инварианты классов и управление ресурсами .....	51
Семантика перемещения .....	55
Расслабьтесь и получайте удовольствие .....	56

---

<b>Часть 1. Основы языка C++ .....</b>	<b>57</b>
<b>Глава 1. Создаем и запускаем.....</b>	<b>59</b>
Структура базовой программы на C++ .....	60
Создание первого исходного файла на C++ .....	60
Метод main: точка запуска программы .....	60
Библиотеки: добавление внешнего кода .....	61
Цепочка инструментов компилятора.....	61
Настройка среды разработки.....	62
Windows 10 и выше: Visual Studio .....	62
macOS: Xcode.....	64
Linux и GCC .....	65
Установка GCC и Clang в Debian .....	66
Установка GCC из источника .....	67
Текстовые редакторы.....	69
Инициализация C++ .....	70
Система типов C++ .....	70
Объявление переменных.....	70
Инициализация состояния переменной .....	70
Условные выражения .....	71
Функции.....	73
Спецификаторы формата printf .....	75
Пересмотр step_function .....	75
Комментарии.....	77
Отладка.....	78
Visual Studio .....	78
Xcode .....	80
Отладка GCC и Clang с помощью GDB и LLDB .....	82
Итоги.....	85
Упражнения .....	85
Что еще почитать? .....	86
<b>Глава 2. Типы .....</b>	<b>87</b>
Основные типы.....	87
Целочисленные типы .....	88
Типы с плавающей точкой .....	91

Символьные типы.....	93
Логические типы.....	95
Тип <code>std::byte</code> .....	97
Тип <code>size_t</code> .....	98
<code>void</code> .....	99
Массивы.....	100
Инициализация массива.....	100
Доступ к элементам массива.....	100
Экскурсия по циклу <code>for</code> .....	101
Строки в стиле C.....	103
Пользовательские типы.....	107
Типы перечислений.....	107
Простые классы.....	110
Объединения.....	112
Полнофункциональные классы в C++.....	113
Методы.....	113
Контроль доступа.....	114
Конструкторы.....	116
Инициализация.....	118
Деструктор.....	124
Итоги.....	124
Упражнения.....	125
Что еще почитать?.....	125
<b>Глава 3. Ссылочные типы.....</b>	<b>126</b>
Указатели.....	126
Обращение к переменным.....	127
Разыменование указателей.....	128
Оператор «стрелка».....	130
Указатели и массивы.....	131
Опасность указателей.....	133
Указатели <code>void</code> и <code>std::byte</code> .....	135
<code>nullptr</code> и логические выражения.....	135
Ссылки.....	136
Использование указателей и ссылок.....	137
Связные списки: каноническая структура данных на основе указателей.....	137
Использование ссылок.....	139

---

Указатели this .....	140
Правильное использование const .....	141
Переменные-члены const .....	142
Списки инициализаторов членов .....	143
Вывод типов с помощью auto .....	144
Инициализация с помощью auto .....	144
auto и ссылочные типы .....	145
auto и рефакторинг кода .....	145
Итоги .....	146
Упражнения .....	146
Что еще почитать? .....	147
<b>Глава 4. Жизненный цикл объекта .....</b>	<b>148</b>
Длительность хранения объекта .....	148
Выделение, освобождение и срок службы .....	148
Управление памятью .....	149
Автоматическая длительность хранения .....	149
Статическая длительность хранения .....	150
Локальная потоковая длительность хранения .....	153
Динамическая длительность хранения .....	154
Отслеживание жизненного цикла объекта .....	156
Исключения .....	158
Ключевое слово throw .....	159
Использование блоков try-catch .....	159
Классы исключений stdlib .....	160
Обработка исключений .....	163
Пользовательские исключения .....	164
Ключевое слово noexcept .....	165
Исключения и стеки вызовов .....	165
Класс SimpleString .....	168
Добавление и вывод .....	169
Использование SimpleString .....	170
Составление SimpleString .....	171
Размотка стека вызовов .....	172
Исключения и производительность .....	174
Альтернативы для исключений .....	175

Семантика копирования .....	176
Конструкторы копирования .....	178
Присваивание копии .....	181
Копирование по умолчанию .....	183
Руководство по копированию .....	184
Семантика перемещения .....	184
Копирование может быть расточительным .....	185
Категории значений .....	186
Ссылки на l-значения и r-значения .....	187
Функция <code>std::move</code> .....	188
Конструктор переноса .....	188
Присваивание перемещения.....	189
Конечный продукт.....	191
Методы, генерируемые компилятором.....	192
Итоги.....	193
Упражнения .....	194
Что еще почитать? .....	194
<b>Глава 5. Полиморфизм во время выполнения .....</b>	<b>195</b>
Полиморфизм.....	195
Пример для мотивации .....	196
Добавление новых регистраторов .....	198
Интерфейсы .....	199
Композиция объектов и реализация наследования.....	199
Определение интерфейсов .....	200
Базовое наследование классов.....	200
Наследование членов.....	201
Методы <code>virtual</code> .....	202
Чисто виртуальные классы и виртуальные деструкторы .....	204
Реализация интерфейсов .....	206
Использование интерфейсов .....	206
Обновление банковского регистратора.....	207
Внедрение через конструктор .....	207
Внедрение через свойство.....	208
Выбор между внедрением через конструктор или свойство .....	209
Итоги.....	210
Упражнения .....	210
Что еще почитать? .....	210

---

<b>Глава 6. Полиморфизм во время компиляции .....</b>	<b>211</b>
Шаблоны .....	211
Объявление шаблонов .....	212
Определения класса шаблона .....	212
Определения функции шаблона .....	212
Создание экземпляров шаблонов .....	213
Именованные функции преобразования .....	213
const_cast .....	214
static_cast .....	214
reinterpret_cast .....	215
narrow_cast .....	216
mean: пример функции шаблона .....	218
Обобщение mean .....	218
Вывод типа шаблона .....	221
SimpleUniquePointer: пример класса шаблона .....	222
Проверка типов в шаблонах .....	224
Концепты .....	226
Определение концепта .....	227
Типажи типа .....	227
Требования .....	229
Создание концепта из выражений требования .....	231
Использование концептов .....	232
Специальные выражения требований .....	236
static_assert: полумеры до концептов .....	237
Нетиповые параметры шаблона .....	238
Вариативные шаблоны .....	241
Продвинутое использование шаблонов .....	242
Специализация шаблона .....	242
Связка имен .....	242
Функция типа .....	242
Метапрограммирование шаблонов .....	243
Организация исходного кода шаблона .....	243
Полиморфизм во время выполнения и компиляции .....	243
Итоги .....	244
Упражнения .....	244
Что еще почитать? .....	245

---

<b>Глава 7. Выражения .....</b>	<b>246</b>
Операторы .....	246
Логические операторы .....	247
Арифметические операторы .....	247
Операторы присваивания .....	249
Операторы увеличения и уменьшения .....	250
Операторы сравнения .....	250
Операторы доступа к членам .....	250
Тернарные условные операторы .....	251
Оператор запятой .....	252
Перегрузка операторов .....	253
Оператор перегрузки new .....	254
Приоритет операторов и ассоциативность .....	260
Порядок вычисления .....	263
Пользовательские литералы .....	264
Преобразования типов .....	265
Неявные преобразования типов .....	265
Явное преобразование типов .....	268
Приведения в стиле C .....	269
Пользовательские приведения типов .....	270
Постоянные выражения .....	271
Красочный пример .....	272
Использование constexpr .....	275
Изменчивые выражения .....	275
Итоги .....	276
Упражнения .....	276
Что еще почитать? .....	277
<b>Глава 8. Инструкции .....</b>	<b>278</b>
Инструкции-выражения .....	278
Составные операторы .....	279
Операторы объявлений .....	280
Функции .....	280
Пространства имен .....	283
Совмещение имен типов .....	287
Структурированные привязки .....	289
Атрибуты .....	291

Операторы выбора .....	292
Оператор if.....	292
Операторы switch .....	296
Операторы перебора .....	298
Циклы while.....	298
Циклы do-while.....	299
Циклы for .....	300
Циклы for на основе диапазонов .....	302
Инструкции перехода .....	306
Операторы break .....	306
Инструкции continue.....	307
Инструкции goto.....	308
Итоги.....	309
Упражнения .....	309
Что еще почитать? .....	310
<b>Глава 9. Функции .....</b>	<b>311</b>
Объявления функций .....	311
Префиксные модификаторы .....	312
Суффиксные модификаторы.....	313
Возвращаемые типы auto .....	315
auto и шаблоны функций.....	316
Разрешение перегрузки.....	317
Вариативные функции.....	318
Вариативные шаблоны .....	320
Программирование с помощью блоков параметров .....	320
Пересмотр функции sum .....	321
Выражения свертки.....	322
Указатели функций.....	322
Объявление указателя функции .....	323
Совмещение имен типов и указатели функций .....	324
Оператор вызова функции.....	324
Пример подсчета .....	325
Лямбда-выражения .....	327
Использование .....	327
Тела и параметры лямбда-выражений.....	328



Параметры по умолчанию .....	329
Обобщенные лямбда-выражения.....	330
Возвращаемые типы лямбда-выражений .....	331
Захват лямбда-выражений .....	332
Лямбда-выражения с constexpr .....	338
std::function .....	338
Объявление функции .....	339
Пустые функции .....	339
Расширенный пример .....	340
Функция main и командная строка .....	342
Три перегрузки main .....	342
Изучение параметров программ .....	343
Еще больше примеров.....	344
Статус выхода .....	347
Итоги.....	347
Упражнения .....	347
Что еще почитать? .....	348

## **Часть 2. Библиотеки и фреймворки C++ .....349**

<b>Глава 10. Тестирование.....</b>	<b>351</b>
Юнит-тестирование .....	351
Интеграционное тестирование .....	352
Приемочное тестирование.....	352
Тестирование производительности .....	352
Расширенный пример: AutoBrake .....	353
Реализация AutoBrake .....	355
Разработка через тестирование.....	356
Добавление интерфейса Service-Bus.....	367
Фреймворки юнит-тестирования и имитации .....	374
Google Test.....	381
Boost Test .....	389
Итоги: фреймворки тестирования .....	394
Фреймворки имитации.....	395
Google Mock .....	396
HippoMocks.....	405
Несколько слов о других вариантах имитации: FakeIt и Trompeloeil .....	410

---

Итоги.....	410
Упражнения .....	411
Что еще почитать? .....	412
<b>Глава 11. Умные указатели.....</b>	<b>413</b>
Умные указатели .....	413
Владение умными указателями.....	414
Ограниченные указатели.....	414
Создание.....	415
Добавление OathBreakers .....	415
Явное приведение логических типов на основе владения .....	416
Обертка RAII.....	416
Семантика указателей.....	417
Сравнение с nullptr.....	418
Обмен .....	418
Сброс и замена scoped_ptr .....	419
Непереносимость .....	420
boost::scoped_array .....	420
Неполный список поддерживаемых операций .....	421
Уникальные указатели.....	422
Создание.....	422
Поддерживаемые операции.....	422
Переносимое и исключительное владение .....	423
Уникальные массивы .....	423
Удалители .....	424
Пользовательские удалители и системное программирование.....	425
Неполный список поддерживаемых операций .....	427
Общие указатели.....	429
Создание.....	429
Определение распределителя .....	430
Поддерживаемые операции.....	431
Переносимое и неисключительное владение.....	431
Общие массивы .....	432
Удалители .....	432
Неполный список поддерживаемых операций .....	432
Слабые указатели.....	434
Создание.....	435
Получение временного владения .....	435

Продвинутые шаблоны.....	436
Поддерживаемые операции.....	436
Навязчивые указатели.....	436
Обзор вариантов умных указателей.....	439
Распределители.....	439
Итоги.....	442
Упражнения .....	442
Что еще почитать? .....	443
<b>Глава 12. Утилиты .....</b>	<b>444</b>
Структуры данных .....	444
tribool.....	445
optional .....	447
pair.....	450
tuple.....	452
any.....	453
variant .....	454
Дата и время .....	459
DateTime в Boost .....	459
Chrono.....	463
Числовые данные .....	468
Числовые функции.....	469
Комплексные числа.....	470
Математические постоянные.....	472
Случайные числа.....	473
Числовые ограничения.....	479
Numeric Conversion в Boost .....	480
Рациональная арифметика во время компиляции.....	482
Итоги.....	484
Упражнения .....	484
Что еще почитать? .....	485
<b>Глава 13. Контейнеры .....</b>	<b>486</b>
Контейнеры последовательностей.....	487
Массивы.....	487
Векторы .....	495
Узкоспециализированные контейнеры последовательности .....	504

---

Ассоциативные контейнеры .....	516
Множества .....	517
Неупорядоченные множества .....	524
Ассоциативные массивы .....	529
Специализированные ассоциативные контейнеры .....	537
Графы и деревья свойств .....	538
Библиотека Boost Graph .....	539
Деревья свойств в Boost .....	540
Списки инициализаторов .....	541
Итоги .....	543
Упражнения .....	544
Что еще почитать? .....	546
<b>Глава 14. Итераторы .....</b>	<b>547</b>
Категории итераторов .....	547
Итераторы вывода .....	548
Итераторы ввода .....	550
Однонаправленные итераторы .....	552
Двунаправленные итераторы .....	553
Итераторы с произвольным доступом .....	554
Непрерывные итераторы .....	556
Изменяемые итераторы .....	556
Вспомогательные функции итераторов .....	557
std::advance .....	557
std::next и std::prev .....	559
std::distance .....	560
std::iter_swap .....	561
Дополнительные итераторные адаптеры .....	561
Итераторные адаптеры переноса .....	561
Обратные итераторные адаптеры .....	563
Итоги .....	564
Упражнения .....	565
Что еще почитать? .....	565
<b>Глава 15. Строки .....</b>	<b>566</b>
std::string .....	566
Создание .....	567

---

Хранение строк и оптимизация небольших строк .....	570
Поэлементный и итераторный доступ.....	572
Сравнение строк .....	573
Управление элементами.....	575
Поиск.....	580
Числовые преобразования .....	584
Строковое представление.....	586
Создание.....	587
Поддерживаемые операции string_view .....	588
Владение, использование и эффективность .....	589
Регулярные выражения .....	590
Шаблоны.....	590
basic_regex.....	592
Алгоритмы .....	593
Библиотека Boost String Algorithms .....	597
Boost Range.....	598
Предикаты .....	598
Классификаторы .....	600
Искатели .....	601
Алгоритмы изменения .....	603
Разделение и соединение.....	606
Поиск.....	607
Boost Tokenizer .....	609
Локализация .....	610
Итоги.....	610
Упражнения .....	610
Что еще почитать? .....	611
<b>Глава 16. Потоки.....</b>	<b>612</b>
Потоки .....	612
Классы потоков .....	613
Состояние потока .....	619
Буферизация и сброс .....	622
Манипуляторы.....	622
Пользовательские типы.....	625
Строковые потоки .....	628
Файловые потоки .....	631

---

Буферы потоков .....	636
Произвольный доступ.....	638
Итоги.....	640
Упражнения .....	641
Что еще почитать? .....	641
<b>Глава 17. Файловые системы .....</b>	<b>642</b>
Концепты файловых систем.....	642
std::filesystem::path .....	643
Создание path .....	644
Декомпозиция path .....	644
Изменение path .....	645
Обзор методов path файловой системы .....	647
Файлы и каталоги.....	648
Обработка ошибок .....	649
Функции композиции path .....	649
Просмотр типов файлов .....	650
Просмотр файлов и каталогов .....	652
Управление файлами и каталогами .....	653
Итераторы каталогов.....	656
Создание.....	656
Записи каталогов .....	657
Рекурсивный перебор каталога .....	659
Взаимосовместимость в fstream .....	662
Итоги.....	663
Упражнения .....	663
Что еще почитать? .....	664
<b>Глава 18. Алгоритмы .....</b>	<b>665</b>
Сложность алгоритмов .....	666
Политика выполнения .....	667
Операции, не изменяющие последовательность .....	668
all_of .....	668
any_of .....	669
none_of .....	670
for_each .....	671
for_each_n.....	672

---

find, find_if и find_if_not .....	673
find_end .....	675
find_first_of.....	676
adjacent_find .....	677
count.....	678
mismatch .....	679
equal .....	680
is_permutation .....	681
search.....	682
search_n.....	683
Операции, изменяющие последовательность.....	684
copy .....	684
copy_n.....	685
copy_backward.....	686
move .....	687
move_backward .....	689
swap_ranges .....	690
transform .....	691
replace.....	693
fill.....	694
generate .....	695
remove .....	697
unique .....	698
reverse .....	699
sample.....	700
shuffle .....	703
Сортировка и связанные операции .....	705
sort.....	705
stable_sort .....	706
partial_sort.....	708
is_sorted .....	710
nth_element.....	711
Бинарный поиск .....	712
lower_bound .....	712
upper_bound.....	713
equal_range .....	714
binary_search.....	714
Алгоритмы разбиения.....	715

---

is_partitioned .....	716
partition .....	717
partition_copy .....	718
stable_partition .....	719
Алгоритмы слияния .....	720
merge .....	720
Алгоритмы предельных значений .....	721
min и max .....	721
min_element и max_element .....	722
clamp .....	724
Числовые операции .....	724
Полезные операторы .....	725
iota .....	725
accumulate .....	726
reduce .....	727
inner_product .....	728
adjacent_difference .....	729
partial_sum .....	730
Другие алгоритмы .....	731
Boost Algorithm .....	733
Что еще почитать? .....	735
<b>Глава 19. Конкурентность и параллелизм .....</b>	<b>736</b>
Конкурентное программирование .....	736
Асинхронные задачи .....	737
Совместное использование и координирование .....	744
Низкоуровневые средства конкурентного программирования .....	756
Параллельные алгоритмы .....	757
Пример: параллельная сортировка .....	757
Параллельные алгоритмы — это не магия .....	759
Итоги .....	760
Упражнения .....	760
Что еще почитать? .....	761
<b>Глава 20. Сетевое программирование с помощью Boost Asio .....</b>	<b>762</b>
Модель программирования Boost Asio .....	763
Сетевое программирование с помощью Asio .....	765



---

Модуль интернет-протокола.....	765
Разрешение имени хост-системы.....	767
Соединение.....	769
Буферы.....	771
Чтение и запись данных с помощью буферов.....	774
Протокол передачи гипертекста (HTTP).....	776
Реализация простого HTTP-клиента в Boost Asio.....	777
Асинхронные чтение и запись.....	779
Создание сервера.....	783
Конкурентный режим в Boost Asio.....	788
Итоги.....	789
Упражнения.....	790
Что еще почитать?.....	790
<b>Глава 21. Создание приложений.....</b>	<b>791</b>
Поддержка программ.....	791
Обработка завершения программы и очистка.....	793
Коммуникация с окружающей средой.....	797
Управление сигналами операционной системы.....	799
ProgramOptions в Boost.....	800
Описание опций.....	801
Разбор опций.....	804
Совместное использование опций и доступ к ним.....	805
Соединяем все вместе.....	806
Отдельные моменты компиляции.....	809
Пересмотр препроцессора.....	809
Оптимизация компилятора.....	812
Связь с C.....	813
Итоги.....	814
Упражнения.....	814
Что еще почитать?.....	815