

# Мидл разработчик C++

## 01 Кому подойдёт курс

Junior-разработчики с уверенными базовыми навыками в C++:

- углубят знания, освоят идиомы и лучшие практики языка, современные стандарты и асинхронность;
- научатся работать с потоками и использовать инструменты для оптимизации памяти, поиска ошибок и выявления неопределённого поведения.

Middle-разработчики C++:

- расширят знания о современных стандартах языка;
- выяснят, как эффективно работать с диапазонами, чтобы моделировать коллекции данных;
- научатся применять идиомы и конструкции структурированного параллелизма.

## 02 Чему научитесь на курсе

- Применять лучшие практики и идиомы языка, яснее выражать намерения в коде;
- Использовать диапазоны, чтобы эффективно работать с коллекциями данных в C++;
- Разбираться в библиотечных и языковых возможностях последних стандартов C++20, 23 и 26;
- Пользоваться инструментами асинхронности: сопрограммами и структурированным параллелизмом;
- Работать с продвинутыми API многопоточности в C++;
- Находить утечки памяти с помощью библиотеки jemalloc и выявлять ошибки в коде с помощью санитайзеров;

## 03 Как проходит обучение

- Сопровождение опытными наставниками
- Теория на платформе Практикума
- Практические тренажёры в учебнике
- Воркшопы с экспертами
- Практические задания с ревью

## Что вас ждёт на обучении

Удостоверение  
о повышении  
квалификации

9 практических работ  
с проверкой экспертом-  
ревьюером

4 воркшопа для отработки  
навыков и разбора  
вопросов

# Мидл разработчик C++

4,5 месяца

продолжительность курса

1 ЧАС

00

Бесплатная часть

2 НЕДЕЛИ | 20 ЧАСОВ

01

Управление памятью и ресурсами

2 НЕДЕЛИ | 25 ЧАСОВ

02

Шаблоны

2 НЕДЕЛИ | 25 ЧАСОВ

03

Алгоритмы + структуры данных = программы

2 НЕДЕЛИ | 25 ЧАСОВ

04

Диапазоны

2 НЕДЕЛИ | 20 ЧАСОВ

05

Словарные типы

1 НЕДЕЛЯ



Каникулы

3 НЕДЕЛИ | 40 ЧАСОВ

06

Многопоточность и параллелизм

2 НЕДЕЛИ | 25 ЧАСОВ

07

Асинхронность, сопрограммы

2 НЕДЕЛИ | 20 ЧАСОВ

08

Структурированный параллелизм

1 НЕДЕЛЯ | 10 ЧАСОВ

09

Сборка программ. Инструменты поиска ошибок

# Управление памятью и ресурсами

01

2 недели | 20 часов

1 практическая работа с ревью

1 установочная встреча-знакомство

Научитесь управлять памятью, рассмотрите типы умных указателей и RAII, познакомитесь с семантикой перемещения, правилом пяти.

## Содержание

### Темы

- Ручное управление памятью: от malloc/free к new/delete
- Проблемы использования new/delete
- Эксклюзивное владение: std::unique\_ptr
- Современная реализация идиомы "PImpl"
- Placement new и выравнивание
- Передача владения: семантика перемещения
- Семантика перемещения и обмен состояниями
- Память как ресурс: идиома RAII
- Идиома ScopeGuard как обобщение RAII
- std::shared\_ptr и std::weak\_ptr: совместное владение ресурсом
- Опасности и ограничения использования std::shared\_ptr
- Применение std::shared\_ptr в системе динамически обновляемых конфигураций
- Семантика перемещения в стандартной библиотеке
- Взаимодействие с C API библиотекой

### Проектная работа с ревью

Выберете библиотеку C-API. Напишите C++ обертку для библиотеки с использованием умных указателей, custom deleters. Спроектируйте классы, оборачивающие ресурсы библиотеки с помощью идиомы RAII и семантики перемещения.

# Шаблоны

02

2 недели | 25 часов

1 практическая работа с ревью

1 воркшоп с наставником

Изучите шаблоны класса и функции, переменные шаблоны и лямбды. Научитесь формулировать требования к типам с помощью концептов. Познакомитесь с написанием программ времени компиляции и изучите ключевые слова constexpr и constexpr.

# Содержание

---

## Темы

- Шаблон функции
- Шаблон класса и переменной
- Шаблонные параметры, не являющиеся типами
- Вывод типов в шаблонах
- Идиомы шаблонов
- CRTP и статический полиморфизм
- Вариабельные шаблоны
- Идиомы вариабельных шаблонов
- Лямбда-выражения
- Шаблонные и вариабельные лямбда-выражения
- Идиомы с лямбдами
- SFINAE
- Ограничения и концепты
- Основы `constexpr`
- Немедленные функции и `if constexpr`

## Проектная работа с ревью

Реализуете типобезопасные функции разбора отформатированной строки с помощью концептов, ключевых слов `constexpr` и `constexpr` и других инструментов. При этом выберете вариант реализации функции времени компиляции или времени выполнения.

## Воркшоп

Познакомитесь с техникой внедрения зависимостей и научитесь их внедрять классическим способом и с помощью вариабельного шаблона переменной.

---

# Алгоритмы + структуры данных = программы

# 03

**2 недели | 25 часов**

**1 практическая работа с ревью**

Познакомитесь с алгоритмами стандартной библиотеки, изучите случаи и практики их применения.

Изучите последовательные и ассоциативные контейнеры стандартной библиотеки.

# Содержание

---

## Темы

- Статические контейнеры: `std::array` и `std::inplace_vector`
- Списки инициализации
- Контейнер по умолчанию: `std::vector`
- Последовательные контейнеры
- Строки
- Невладеющие виды последовательностей
- Категории и характеристики итераторов
- Итераторы и инвалидация
- Упорядоченные ассоциативные контейнеры
- Адаптеры последовательных контейнеров
- Неупорядоченные ассоциативные контейнеры

## Проектная работа с ревью

Реализуете программу для управления библиотекой. Используйте возможности эффективного хранения данных и гетерогенного поиска. Создадите несколько алгоритмов для работы с библиотекой.

- Удаление элемента из контейнера
- Концепция по raw loops
- Алгоритмы поиска в стандартной библиотеке
- Категория алгоритмов, меняющих порядок
- Численные и трансформирующие алгоритмы

---

# Диапазоны

# 04

**2 недели | 25 часов**

**1 практическая  
работа с ревью**

**1 воркшоп  
с наставником**

Познакомьтесь с диапазонами, отображениями и алгоритмами над ними, изучите возможности диапазонов, сможете записывать алгоритмы в виде комбинации отображений.

## Содержание

---

### Темы

- Введение в диапазоны
- Диапазоны и отображения
- Проекции
- Фабрики диапазонов
- Базовые адаптеры диапазонов и комбинируемость
- Адаптеры диапазонов
- Пользовательское отображение с помощью `view_interface`
- Вспомогательные классы для работы с диапазонами
- Ниблоиды и диапазонные формы алгоритмов
- Генераторы
- Критика диапазонов и библиотека `flux`

### Проектная работа с ревью

Реализуете геометрический алгоритм с помощью комбинирования отображений, использования диапазонов и проекций.

### Воркшоп

Реализуете собственный доменный адаптер, разберёте опасности применения диапазонов и увидите, каким выразительным становится код с их помощью.

---

# Словарные типы

# 05

**2 недели | 20 часов**

**1 практическая  
работа с ревью**

Изучите словарные типы как дополнительные инструменты моделирования, увидите области применимости и познакомьтесь со способами обработки ошибок без исключений.

# Содержание

---

## Темы

- Введение в словарные типы. Пары и кортежи
- Опциональный тип
- Монадические операции с `std::optional`
- Реализация типа-сумма: `std::variant`
- Паттерны с использованием `std::variant`
- Case-study: конечный автомат с помощью `std::variant`
- Функциональный объект `std::function`
- Стирание типов
- Хранение произвольных данных `std::any`
- Обработка ошибок без исключений - `std::expected`
- Возможная реализация `std::expected`

## Проектная работа с ревью

Реализуете библиотеку для работы с двумерной геометрией. Смоделируете разные типы кривых при помощи `variant`, примените `optional` в алгоритмах, а `expected` — в обработке ошибок.

---

# Многопоточность и параллелизм

# 06

**3 недели | 40 часов**

**1 практическая работа с ревью**

**1 воркшоп с наставником**

Познакомитесь с библиотекой синхронизационных примитивов и изучите случаи их использования. Разберёте свойства модели памяти и атомарность, а также приёмы проектирования многопоточных программ. Освоите стандартные политики выполнения алгоритмов.

# Содержание

---

## Темы

- Многопоточность и параллелизм
- Использование параллелизма
- Поток C++
- Паттерны синхронизации: мьютекс и блокирующие паттерны
- Взаимные блокировки
- Условные переменные
- Паттерны синхронизации: ожидание
- Паттерны выполнения: активный объект и реактор
- Паттерны выполнения: проактор и монитор
- Пул потоков
- Прерываемость потоков
- Паттерны проектирования
- Параллельные алгоритмы
- Атомарность и устройство `std::mutex`

## Проектная работа с ревью

Разработаете классы для реализации очереди. Реализуете системы передачи сообщений между потоками.

## Воркшоп

Познакомитесь с полным диапазоном примитивов синхронизации C++: от базового мьютекса до современных `latch`, `barrier` и `counting semaphore` для защиты доступа к общему ресурсу.

- Модель памяти
  - Атомарные типы данных
  - Операции над атомарными типами
  - Шаблон атомарного типа
  - Форсирование порядка и fence
  - Программирование без блокировок и без ожиданий
- 

# Асинхронность, сопрограммы

# 07

**2 недели | 25 часов**

**1 практическая  
работа с ревью**

Познакомитесь с инструментами асинхронного выполнения и изучите `std::async`, `std::future`, `std::promise`. Освоите сопрограммы как инструмент написания асинхронного кода.

## Содержание

---

### Темы

- Парадигмы параллельного программирования
- Асинхронность в стандартной библиотеке: обещания и будущее
- Ожидание результата из нескольких потоков
- Абстракция задачи
- Фабричная функция `std::async`
- Case-study: `std::async`
- Обобщение функции
- Сопрограммы в C++
- Сопрограммы и асинхронность
- Case-study: конечный автомат
- Очень современное RAII
- Сопрограммы в `Asio`
- Сопрограммы `boost.cobalt`

### Проектная работа с ревью

Реализуете библиотеку для загрузки файлов по сети в двух режимах работы: последовательном и конкурентном. Для этого используете сопрограммы и другие инструменты асинхронного программирования.

2 недели | 20 часов

1 практическая работа с ревью

1 воркшоп с наставником

Познакомитесь с `std::execution` — способом создания многопоточных и асинхронных программ в C++26, изучите понятия структурированного параллелизма в C++ на примере библиотеки `libunifex`.

## Содержание

### Темы

- Оператор `goto` и параллелизм
- Параллелизм в C++
- Выражение параллелизма
- Case-study: от C API до сендеров
- Форма сендеров
- Стандартные алгоритмы сендеров
- Сендеры и сопрограммы
- Case-studies: параллельная сортировка
- Case-studies: построение множества Мандельброта
- Представления отмены операции
- Case-study: Qt и сендеры
- Ресиверы и состояния операции
- Планировщики
- Реализация сендера

### Проектная работа с ревью

Разработаете программу обратной трассировки луча с помощью сендеров и ресиверов.

### Воркшоп

Разберёте, как многопоточный код в традиционном стиле можно изменить с помощью выразительных абстракций библиотеки `std::execution`.

Поразмышляете и посмотрите на примерах, как структурированный параллелизм помогает переосмысливать асинхронные программы и управлять их ресурсами.

А ещё напишете конвейер обработки изображений и распараллелите его на нетривиальный планировщик.

# Сборка программ. Инструменты поиска ошибок

09

1 неделя | 10 часов

1 неделя | 10 часов.

1 практическая работа с ревью

1 практическая  
работа с ревью

## Содержание

### Темы

- Инструменты построения программы
- Системы сборки
- Ускорение сборки программ
- Модули
- Пакетные менеджеры
- Форматирование кода
- Статический анализ
- Динамический анализ
- Отладка
- Тестирование
- Покрытие кода
- Оценка производительности
- Профилирование
- Рефакторинг кода

### Проектная работа с ревью

Найдёте ошибки в предложенных программах с помощью санитайзеров. Реализуете пользовательский плагин для автоматизации специального рефакторинга предложенного кода.