

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
(МФТИ, Физтех)**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор МФТИ

д-р физ.-мат. наук, профессор

Д. В. Ливанов

2023 г.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Программирование на C++»**

Москва 2023

1. Общая характеристика программы

1.1. Целью реализации дополнительной общеобразовательной программы «Программирование на C++» является формирование познавательной активности обучающихся в области функционального и объектно-ориентированного программирования, приобретение навыков работы с базовыми и сложными структурами языка в интегрированных средах разработки, получение навыков самостоятельного написания кода и разработки эффективных алгоритмов и программ.

1.2. Категории слушателей, на обучение которых рассчитана программа дополнительного образования (далее – программа): школьники 8-11 классов, желающие освоить язык программирования C++, решение алгоритмов при помощи этого языка, а также основные паттерны проектирования.

1.3. Нормативный срок освоения программы – 144 академических часов.

1.4. Форма обучения – очная с применением дистанционных образовательных технологий.

2. Планируемые результаты обучения

Личностные результаты

- формирование ответственного отношения к учению, готовности и способности обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию, осознанному выбору и построению дальнейшей индивидуальной траектории образования на базе ориентировки в мире профессий и профессиональных предпочтений, с учётом устойчивых познавательных интересов;

- формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, учитывающего социальное, культурное, языковое, духовное многообразие современного мира;

- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, детьми старшего и младшего возраста, взрослыми в процессе образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности.

- развитие опыта участия в социально значимых проектах, повышение уровня самооценки благодаря реализованным проектам.

Метапредметные результаты

- умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учёбе и познавательной деятельности, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;

- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;

- умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;

- умение оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности её решения;

- владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в учебной и познавательной деятельности;

- умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;

- умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач;

- умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учёта интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;

- формирование и развитие компетентности в области использования информационно коммуникационных технологий.

Предметные результаты

- знание необходимой терминологии («данные», «команда», «алгоритм», «модель», «объект», «техническое задание»), смысла данных понятий и умение применять полученные знания на практике;

- знание об алгоритмических конструкциях и структурах данных;

- знание основных понятий и этапов проектной деятельности;

- умение соблюдать этикет программиста, не разрабатывать заведомо неработоспособный или приносящий вред программный код;

- умение соблюдать сетевой этикет, другие базовые нормы информационной этики и права при работе с компьютерными программами и в сети Интернет;

- умение составлять техническое задание на основе требований заказчика;

- умение разрабатывать программные решения, осуществлять их проектирование, разработку, тестирование, отладку и внедрение;

- развитие умений составить и записать алгоритм для конкретного исполнителя;

- навыки пошагового выполнения алгоритмов, умение осуществлять данные операции как вручную, так и с использованием программы отладки;

- навыки определения асимптотических оценок времени выполнения и затрат памяти для алгоритмов.

3. Структура программы

Программа предусматривает изучение следующих тем (модулей):

- Основы C++
- Контейнеры и базовые алгоритмы
- Классы
- ООП и паттерны проектирования

Структура программы представлена в таблице 1.

Таблица 1

№	Тема (модуль)	Кол-во часов	В том числе		
			Аудит. занятия	Самост. работа	Промежуточная аттестация
1	Модуль 1. Основы C++	36	18	14	4
1.1	Введение в C++	5	3	2	
1.2	Логические выражения	5	3	2	
1.3	Циклы	5	3	2	
1.4	Массивы	6	3	3	
1.5	Функции	5	3	2	
1.6	Указатели и ссылки	6	3	3	
	Промежуточная аттестация	4			4
2	Модуль 2. Контейнеры и базовые алгоритмы	36	18	14	4
2.1	Структуры и шаблоны	4	3	1	
2.2	Контейнеры 1	5	3	2	
2.3	Контейнеры 2	5	3	2	
2.4	Бинарный поиск и сортировка	6	3	3	
2.5	Динамическое программирование	6	3	3	
2.6	Графы	6	3	3	
	Промежуточная аттестация	4			4
3	Модуль 3. Классы	36	18	14	4
3.1	Введение в классы	5	3	2	
3.2	Конструктор копирования и правило трех	5	3	2	
3.3	Перегрузка операторов	6	3	3	
3.4	Реализация класса вектор	6	3	3	
3.5	Функциональные классы и их применение	5	3	2	
3.6	Реализация хэш-таблицы	5	3	2	
	Промежуточная аттестация	4			4
4	Модуль 4. ООП и паттерны проектирования	36	18	10	8
4.1	Наследование	4	3	1	
4.2	Инкапсуляция	4	3	1	
4.3	Полиморфизм	4	3	1	

4.4	Порождающие паттерны проектирования	4	3	1	
4.5	Структурные паттерны проектирования	4	3	1	
4.6	Поведенческие паттерны проектирования	4	3	1	
	Промежуточная аттестация	4			4
	Итоговый курсовой проект	8		4	4
Итого		144	72	52	20

4. Содержание программы

4.1. Содержание программы по модулям

Модуль 1. Основы C++

Тема 1.1. Введение в C++

Зачем учить C++

Обзор проверяющей системы

Установка среды разработки

Логика работы программы

Целые типы

Операции с переменными целого типа

Размер и ограничения целых типов

Библиотеки. Библиотека `iostream`

Базовый ввод и вывод через `std::cin` и `std::cout`

Тема 1.2. Логические выражения

Дробные типы и их размер

Операции с дробными типами

Библиотека `cmath`

Приведение к общему типу в выражениях

Сравнение переменных

Логические операции

Конструкция `if`

Конструкция `if else`

Пример программы

Тема 1.3. Циклы

Цикл `while`

Цикл `for`

Цикл `do while`

Команды `continue` и `break`

Вложенные циклы

Команды `continue` и `break` во вложенных циклах

Понятие асимптотики на примере циклов

Тема 1.4. Массивы

Массивы

Многомерные массивы

Библиотеки vector и string

Использование std::vector

Использование std::string

range-based for

Тема 1.5. Функции

Понятие функции

Базовые примеры функций

Область видимости переменных

Глобальные переменные

Рекурсия

Сигнатура функции

Перегрузка

Пространства имен

Тема 1.6. Указатели и ссылки

Базовые указатели

Оператор new

Оператор delete

Создание и удаление структур

Выделение памяти под массив new[]. Оператор delete[]

Связь указателей и массивов

Ссылки

Передача ссылок и указателей в функции

Модуль 2. Контейнеры и базовые алгоритмы

Тема 2.1. Структуры и шаблоны

Понятие enum

Структуры на уровне языка C

Использование структур в контейнерах

Указатели и структуры

Создание структур с помощью оператора new

Понятие шаблонов

Шаблонные функции

Шаблонные структуры

Слово static

Вычисления на этапе компиляции с помощью шаблонов

Слово auto

Тема 2.2. Контейнеры 1

Контейнеры

`std::vector`

Идея реализации вектора, асимптотика

Итераторы. Итераторы непосредственно в векторе

`std::list`

Идея реализации списка

Итераторы списка

`std::deque`

Синтаксис и использование

Итераторы deque

Тема 2.3. Контейнеры 2

C-style строка

Массив из `char`

Связь с `std::string`

`std::pair`

Синтаксис создания пары

`std::unordered_map`

`std::unordered_set`

`std::set`

`std::map`

Работа с итераторами

Тема 2.4. Бинарный поиск и сортировка

Бинарный поиск

Сортировка

Сортировка пузырьком

Сортировка слиянием

Библиотека `algorithm`

Сортировка с помощью `multiset`

Тема 2.5. Динамическое программирование

`std::queue`

`std::stack`

Динамическое программирование

Одномерное дп

Двумерное дп

Тема 2.6. Графы

Понятие графа

Способы хранения графов

Задачи на графах
Виды поиска
Поиск в ширину
Поиск в глубину

Модуль 3. Классы

Тема 3.1. Введение в классы

Понятие класса
Приватные и публичные поля
Методы
Отличие класса от структуры
Конструктор
Деструктор
Порядок создания полей и структур

Тема 3.2. Конструктор копирования и правило трех

Конструктор копирования
Оператор равно
Указатели и классы
слово `this`
Ссылки и классы
Модификатор доступа `const`
`const_cast`

Тема 3.3. Перегрузка операторов

Перегрузка операторов
Арифметические операторы
Операторы ввода и вывода
Операторы приведения к типам
Операторы сравнения

Тема 3.4. Реализация класса вектор

`std::vector`. Реализация основных методов
`std::vector`. Реализация конструкторов и операторов
Итераторы `std::vector`. Реализация

Тема 3.5. Функциональные классы и их применение

Функциональные классы
Компараторы
Использование компараторов в `std::set` и `std::map`
Рандом
Функция `rand`

класс mt19937

Хэш

Коллизии

Использование собственных хешей в std::unordered_map

Тема 3.6. Реализация хэш-таблицы

std::unordered_map. Реализация основных методов

std::unordered_map. Реализация конструкторов и операторов

Итераторы std::unordered_map. Реализация

Модуль 4. ООП и паттерны проектирования

Тема 4.1. Наследование

Парадигмы ООП

Наследование (public)

Обращение к полям и методам родителей

Перегрузка методов при наследовании

Множественное наследование

Ромбовидное наследование

Расположение объектов в памяти при наследовании

Тема 4.2. Инкапсуляция

Инкапсуляция

Слова public, private, protected

Виды наследования

Связь между видами наследования и модификаторами доступа

Дружественные функции

Дружественные классы

Тема 4.3. Полиморфизм

Полиморфизм

Понятие виртуального метода

Чисто виртуальные методы и абстрактные классы

Статический и динамический тип

RTTI

dynamic_cast

Виртуальный деструктор

Тема 4.4. Порождающие паттерны проектирования

Singleton

Фабрика

Абстрактная фабрика

Тема 4.5. Структурные паттерны проектирования

Декоратор

Прокси

Мост

Адаптер

Тема 4.6. Поведенческие паттерны проектирования

Снимок

Состояние

Шаблонный метод

Наблюдатель

Посредник

Команда

4.2. Примеры заданий для организации самостоятельной работы слушателей

Модуль 1. Основы C++

Написать несколько простых программ, на данный момент не обязательно демонстрировать консольный ввод/вывод. Рассмотреть логические и битовые операции.

Продemonстрировать различие логических и битовых результатов (например, показав разницу результата при 1&2 и 1&&2).

Продemonстрировать способ использования условного оператора if. Дать объяснение оператору фигурные скобки (на данный момент можно условиться, что при помощи фигурных скобок группируются команды в единый выполняемый блок, не указывая на наличие локальной области видимости).

Объяснить, что условие if приводится к типу данных bool. Показать возможность применения блока else.

Продemonстрировать конструкцию множественного условия switch-case. Объяснить значение команды break и метки default.

Продemonстрировать использование команды goto, рассказать, в чём недостаток данной команды и про то, что любой код можно написать без её использования.

Модуль 2. Контейнеры и базовые алгоритмы

Решение базовых задач при помощи основных контейнеров языка C++.

Решение задач на графы при помощи алгоритмов поиска в ширину и поиска в глубину.

Сортировка данных

Использование бинарного поиска для решения задач.

Решение сложных задач при помощи метода динамического программирования

Модуль 3. Классы

Деструктор, показать его объявление.

Продemonстрировать при помощи отладки, а также для динамических объектов (при помощи new и delete). Показать наиболее частые случаи использования деструктора (для избежания утечек памяти).

Рассказать про объявление и назначение константных методов.

Продemonстрировать композицию структуры при помощи списка инициализации.

Модуль 4. ООП и паттерны проектирования

Применить навыки ООП для реализации собственной структуры, которой нет в STL.

Продemonстрировать концепцию getter и setter методов.

Применить навыки ООП для реализации структуры "Длинные числа". Перегрузить операции. Используем обратный код для выполнения вычитания чисел. Используем дружественные функции для того, чтобы обратиться к приватным полям длинного числа.

4.3. Список рекомендуемой литературы

Поляков К. Ю., Еремин Е. А. Информатика. Углублённый уровень. Учебник для 10 класса в 2 частях. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.

Информатика и ИКТ. Задачник-практикум в 2 частях. Под ред. И. Г. Семакина и Е. К. Хеннера. М.:

БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.

Лааксонен А. Олимпиадное программирование: ДМК Пресс, 2022.

Мартин Р. Идеальный программист. Как стать профессионалом разработки ПО: СПб. Питер, 2011.

Гамма Э. и др. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования: Учебное пособие, 2007.

Халим С., Халим Ф. Спортивное программирование: ДМК Пресс, 2022

Кнут Д. Э. Искусство программирования: Издательский дом Вильямс, 2000.

5. Материально-технические условия реализации программы

Таблица 4

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория с доступом в Интернет	Аудиторные занятия	Компьютер, Visual Studio, проектор, видеокамера, доступ в Интернет
Аудитория с доступом в Интернет	Самостоятельная работа	Персональные компьютеры/ноутбуки, Visual Studio, доступ в Интернет

6. Оценка качества освоения программ

Оценка качества освоения программы осуществляется в процессе промежуточной аттестации.

Формы и методы промежуточного контроля представлены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Модуль 1. Основы C++	Установленное количество выполненных заданий	Самостоятельное выполнение заданий
Модуль 2. Контейнеры и базовые алгоритмы	Установленное количество выполненных заданий	Самостоятельное выполнение заданий
Модуль 3. Классы	Установленное количество выполненных заданий	Самостоятельное выполнение заданий
Модуль 4. ООП и паттерны проектирования	Установленное количество выполненных заданий	Самостоятельное выполнение заданий

7. Составители программы

Малеев Алексей Викторович, директор Центра развития ИТ-образования МФТИ

Козлов Владислав Сергеевич, техник Центра развития ИТ-образования МФТИ

Созыкин Андрей Владимирович, к. т. н., заместитель директора Центра развития ИТ-образования МФТИ

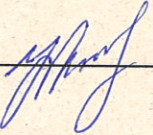
Байчорова Карина Тагировна, администратор электронных образовательных систем Института Открытого образования Северо-Кавказской государственной академии

Мартемьянов Роман Юрьевич, заместитель директора Центра развития ИТ-образования МФТИ

Даревский Сергей Григорьевич, руководитель группы Центра развития
ИТ-образования МФТИ

Филиппович Андрей Юрьевич, к. т. н., доцент, заместитель директора
Высшей школы программной инженерии МФТИ-Яндекс

Согласовано
Ведущий специалист отдела
сопровождения образовательных
программ


Ж.И. Зубцова

Согласовано
Директор ЦРИТО


А. В. Малеев

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 8
заседания учебно-методического совета от 29 марта 2023 года.

ПОВЕСТКА:

Рассмотрение дополнительных общеобразовательных и профессиональных программ.

Проректор по учебной работе А. А. Воронов.

СЛУШАЛИ: заместителя директора Центра дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования «ПУСК» Рыбакову А.И. о представлении дополнительных общеобразовательных и профессиональных программ. (Центр «ПУСК» МФТИ).

ПОСТАНОВИЛИ:

Рекомендовать к утверждению в установленном порядке дополнительную общеобразовательную программу «Программирование на C++».

Решение принято единогласно.

Форма проведения заседания: заочная.

Председатель УМС МФТИ

Ученый секретарь УМС МФТИ



А.А. Воронов

М.В. Березникова