

**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++ для олимпиадников»**

Москва 2023

1. Общая характеристика программы

1.1. Целью реализации дополнительной общеобразовательной программы «Программирование на C++ для олимпиадников» является формирование познавательной активности обучающихся в области функционального и спортивного 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 8-10 классов, желающие освоить язык программирования C++, решение алгоритмов при помощи этого языка, а также способы эффективного написания кода.

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):

- Начальные алгоритмы
- Базовые алгоритмы
- Средние алгоритмы
- Продвинутое алгоритмы

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. Начальные алгоритмы	36	18	14	4
1.1	Асимптотика и сортировка	5	3	2	
1.2	Базовые контейнеры	5	3	2	
1.3	Введение в ДП	5	3	2	
1.4	Запросы на отрезке 1	6	3	3	
1.5	Теория чисел	5	3	2	
1.6	Запросы на отрезке 2	6	3	3	
	Промежуточная аттестация	4			4
2	Модуль 2. Базовые алгоритмы	36	18	14	4
2.1	Строки	4	3	1	
2.2	Графы. BFS	5	3	2	
2.3	Графы. Кратчайшие пути	4	2	2	
2.4	Геометрия 1	5	2	3	
2.5	Продолжение ДП	7	4	3	
2.6	Графы. DFS	7	4	3	
	Промежуточная аттестация	4			4
3	Модуль 3. Средние алгоритмы	36	18	14	4
3.1	Деревья	5	3	2	
3.2	LCA	5	3	3	
3.3	STL	6	3	1	
3.4	Геометрия 2	6	3	3	
3.5	Выпуклая оболочка	5	3	3	
3.6	Остовные деревья	5	3	2	
	Промежуточная аттестация	4			4
4	Модуль 4. Продвинутое алгоритмы	36	18	14	4
4.1	SQRT-декомпозиция	5	3	2	
4.2	Дерево Фенвика	5	3	2	
4.3	Суффиксный массив	5	3	2	
4.4	Паросочетания	6	3	3	
4.5	Ахо-Корасик	5	3	2	
4.6	Декартово дерево	6	3	3	
	Промежуточная аттестация	4			4
Итого		144	72	56	16

4. Содержание программы

4.1. Содержание программы по модулям

Модуль 1. Начальные алгоритмы

Тема 1.1. Асимптотика и сортировка

Введение в асимптотику

Бинарный поиск

Бинарный поиск по ответу

Сортировка

Сортировка кучей

Сортировка слиянием

Поиск числа инверсий

Тема 1.2. Базовые контейнеры

Стеки

Деки

Очереди

Списки

Очередь с помощью двух стеков

Поддержка минимума в очереди с помощью двух стеков

Поддержка минимума в очереди без двух стеков

Поддержка "ближайшего меньшего соседа" с помощью стека

Тема 1.3. Введение в ДП

Одномерное ДП

Двумерное ДП

Задача о рюкзаке и ее модификации

ДП на цифрах

ДП на подотрезках

Тема 1.4. Запросы на отрезке 1

Задачи RSQ, RMQ, static RSQ

Префиксные суммы. Возможные операции

Sparse Table. Возможные операции

Дерево отрезков с модификациями в точке

Тема 1.5. Теория чисел

Арифметика остатков по модулю

Быстрое возведение в степень по модулю

Малая теорема Ферма

Алгоритм Евклида

Расширенный алгоритм Евклида

Взятие обратного по модулю

Решето Эратосфена

Тема 1.6. Запросы на отрезке 2

Дерево отрезков с модификациями на подотрезке

Дерево отрезков "снизу"

Динамическое дерево отрезков

Двумерное дерево отрезков

Метод сканирующей прямой

Модуль 2. Базовые алгоритмы

Тема 2.1. Строки

z-функция

Алгоритм Манакера

Префикс-функция

Полиномиальные хеши

Хранения пары хешей

Хеш по модулю степени двойки. Плюсы и минусы

Тема 2.2. Графы. BFS

Понятие графа и виды

Способы хранения графа

Матрица смежности, список ребер, список смежности

Поиск в ширину (BFS)

0-1-BFS

1-k-BFS

Тема 2.3. Графы. Кратчайшие пути

Алгоритм Дейкстры

Алгоритм Форда-Беллмана

Алгоритм Флойда

Тема 2.4. Геометрия 1

Точки-прямые-отрезки

Скалярные/векторные произведения

Расстояния, пересечения и т.п

Способы хранения в C++

Перегрузка операторов

Тема 2.5. Продолжение ДП

Задача поиска наибольшей возрастающей подпоследовательности

Задача поиска наибольшей общей подпоследовательности

Поиск перестановки по её номеру

Поиск номера по перестановке
ДП на подмасках

Тема 2.6. Графы. DFS

DFS

Подсчет количества компонент связности

Топологическая сортировка

Компоненты сильной связности

Поиск циклов

Мосты

Точки сочленения

Модуль 3. Средние алгоритмы

Тема 3.1. Деревья

Понятие дерева

Обход дерева

ДП на деревьях

Тема 3.2. LCA

Задача о наименьшем общем предке

Метод решения с помощью двоичных подъемов

Метод решения с помощью RMQ

Сливаемые сетки

Тема 3.3. STL

Сжатие координат

НВП за $O(n \log n)$

Дейкстра/Прима с кучей

auto

lambda-функции

Кастомные компараторы

Перегрузка аллокатора

Перегрузка ввода и вывода

Тема 3.4. Геометрия 2

Многоугольники. Виды, хранение и обход

Лежит ли точка в многоугольнике

Лежит ли точка в выпуклом многоугольнике

Площадь многоугольника

Пересечение окружностей

Тернарный поиск

Тема 3.5. Выпуклая оболочка

Алгоритм Джарвиса

Алгоритм Грэхема

Алгоритм Эндрю

Тема 3.6. Остовные деревья

Алгоритм Прима

Алгоритм Краскала

Система непересекающихся множеств

Модуль 4. Продвинутые алгоритмы

Тема 4.1. SQRТ-декомпозиция

SQRТ-декомпозиция

Алгоритм Мо и его модификации

Тема 4.2. Дерево Фенвика

Дерево Фенвика

Многомерное дерево Фенвика

Встречное дерево Фенвика

Прибавление на подотрезке с помощью дерева Фенвика

Тема 4.3. Суффиксный массив

Суффиксный массив и его применения

Тема 4.4. Паросочетания

Паросочетания

Алгоритм Куна

Поиск минимального покрытия

Поиск максимального независимого множества

Теорема Холла

Теорема о d -регулярных графах

Теорема Дилворта

Тема 4.5. Ахо-Корасик

Бор

Алгоритм Ахо-Корасик

Тема 4.6. Декартово дерево

Декартово дерево по явному ключу

Декартово дерево по неявному ключу

4.2. Примеры заданий для организации самостоятельной работы слушателей

Модуль 1. Начальные алгоритмы

Для каждой из тем заданий приводятся примеры решений, а также теория, необходимая для успешного выполнения этих заданий. Примеры тем:

Асимптотика и сортировка

Базовые контейнеры

Введение в ДП

Запросы на отрезке

Теория чисел

Деревья отрезков

Примеры задач:

1. Дано q запросов вида сумма на отрезке, изменения на отрезке.

Посчитать ответ на каждый запрос.

2. Найти наибольший общий делитель заданных n чисел

Модуль 2. Базовые алгоритмы

Для каждой из тем заданий приводятся примеры решений, а также теория, необходимая для успешного выполнения этих заданий. Примеры тем:

Строки

Графы. BFS

Графы. Кратчайшие пути

Геометрия 1

Продолжение ДП

Графы. DFS

Примеры задач:

1. Посчитать кратчайшее расстояние от заданной вершины до всех остальных в графе

2. Посчитать наибольшую возрастающую подпоследовательность в заданном массиве

Модуль 3. Средние алгоритмы

Для каждой из тем заданий приводятся примеры решений, а также теория, необходимая для успешного выполнения этих заданий. Примеры тем:

Деревья

LCA

STL

Геометрия 2

Выпуклая оболочка

Остовные деревья

Примеры задач:

1. Дан взвешенный граф. Какие ребра нужно удалить, чтобы граф остался связным, причем сумма весов удаленных была бы максимальна
2. Найти наименьшего общего предка для заданных пар вершин в дереве

Модуль 4. Продвинутое алгоритмы

Для каждой из тем заданий приводятся примеры решений, а также теория, необходимая для успешного выполнения этих заданий. Примеры тем:

SQRT-декомпозиция

Дерево Фенвика

Суффиксный массив

Паросочетания

Ахо-Корасик

Декартово дерево

Примеры задач:

1. Дан словарь слов, а также текст. Для каждого слова из словаря найти все вхождения этих слов в текст
2. Дан набор людей из двух классов. Для каждой пары людей известны, дружат ли они или нет. Необходимо составить пары людей из разных классов, так, чтобы в каждой паре людей ученики дружили и такое кол-во пар было бы максимальным

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. Начальные алгоритмы	Установленное количество выполненных заданий	Самостоятельное выполнение заданий
Модуль 2. Базовые алгоритмы	Установленное количество выполненных заданий	Самостоятельное выполнение заданий
Модуль 2. Средние алгоритмы	Установленное количество выполненных заданий	Самостоятельное выполнение заданий
Модуль 2. Продвинутое алгоритмы	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++ для олимпиадников».

Решение принято единогласно.

Форма проведения заседания: заочная.

Председатель УМС МФТИ

Ученый секретарь УМС МФТИ



А.А. Воронов

М.В. Березникова