

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования

**Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина**

---

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель проректора по учебной  
работе

«  »    /    /    г.  
Е. С. Авраменко



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА**

**ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ИНФОРМАТИКЕ  
(ПРОГРАММИРОВАНИЮ)**

**8 – 11 КЛАССЫ**

**ДЛЯ МАТЕМАТИКО-ИНФОРМАЦИОННОГО И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
ПРОФИЛЕЙ**

Директор СУНЦ УрФУ



А. А. Мартьянов

**Екатеринбург 2018**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание, квалификационная категория</b>	<b>Должность</b>	<b>Подпись</b>
1	Гейн Нина Ароновна	к. п. н., доцент	доцент	
2	Колосовская Лариса Петровна	1 квалификационная категория	учитель	
3	Коробицына Эльвира Гавриловна	1 квалификационная категория	учитель	
4	Сандакова Светлана Леонидовна	к.ф.-м.н.	доцент	

**Рассмотрено на заседании кафедры  
информатики**

Протокол № 5 от 08.06.2018

**Рекомендовано Ученым советом  
СУНЦ УрФУ**

Протокол № 6 от 21.06.2018 г.

**Согласовано:**

Зам. директора по учебной работе

М. А. Алексеева

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.05.2012 № 413 с учетом специфики Специализированного учебно-научного центра Уральского федерального университета (далее — СУНЦ УрФУ) и традиций преподавания информатики в нем.

В соответствии с целью и задачами СУНЦ основной целью изучения курса «Олимпиадные задачи по информатике (программированию)» является создание условий для развития алгоритмического мышления учащихся, проявляющих способности к информатике и компьютерным наукам.

**Задачами** изучения курса являются:

- 1) развитие логического и алгоритмического мышления учащихся;
- 2) формирование целостных и структурированных знаний об алгоритмах;
- 3) освоение одного из языков программирования;
- 4) обучение отладке и тестированию написанных программ, анализу сложности алгоритмов;
- 5) овладение навыками работы в команде;
- 6) систематизация и углубление знаний учащихся в области теоретических понятий информатики;
- 7) формирование рационального подхода к решению задач путем анализа известных алгоритмов и разработки новых;
- 8) формирование у учащихся умения выбора структур данных для решения задач;
- 9) Повышение интереса к дальнейшему изучению информатики и программирования.
- 10) Владение методами динамического программирования.
- 11) Знание базовых алгоритмов вычислительной геометрии, умение применять их при решении задач.

В рамках освоения программы имеется возможность адаптировать учебный материал с учетом интересов и возрастных особенностей конкретной учебной группы.

Программа рассчитана на обучающихся, как имеющих некоторые навыки алгоритмизации, так и новичков.

Отбор содержания программы соответствует тематике наиболее распространенных способов построения и анализа алгоритмов.

В летний период рекомендуется посещение занятий в специализированных компьютерных лагерях.

Темы, заключенные в квадратные скобки [ ... ] предназначены для изучения наиболее подготовленными учащимися.

## 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА

Данный факультативный курс рекомендуется к изучению в 8-11 классах в течение всего учебного года в рамках предметной области «Математика и информатика».

Для проведения практических занятий используется автоматизированная проверяющая система. Основу задач для практических занятий составляют специально подобранные учебные задачи, а также задачи олимпиад прошлых лет.

Во время практических занятий учащиеся могут отправить свое решение в автоматизированную тестирующую систему и сразу же узнать результат тестирования. Некоторые занятия более строго соответствуют правилам личных олимпиад, где проверка осуществляется после окончания тура, т. е. в конце занятия. После решения задач проводится их разбор. Сдача большинства задач также доступна учащимся в Интернете в любое время и из любого места.

Самостоятельное дорешивание задач после занятия является одним из основных инструментов обучения, развивает ответственность и умение доводить начатую работу до конца. Идеи, почерпнутые учащимися из разборов, позволяют в будущем применять аналогичные модели решения задач, а написание и отладка не решенных на занятии задач развивает их навык практического программирования, внимательность и аккуратность при написании программ.

## 3. МЕСТО КУРСА В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

На изучение факультативного курса отводится:

Класс	Количество уроков в неделю			Количество недель в учебном году	Количество уроков в учебном году		
	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия		Всего	Лекционные занятия	Практические занятия
8	2	1	1	30	60	30	30
9	2	1	1	30	60	30	30
10	2	1	1	30	60	30	30
11	2	1	1	30	60	30	30

Общий объем курса за четыре учебных года составляет 240 часов. В течение всех лет освоения курса планируется участие лицеистов в личных и командных олимпиадах разного уровня.

## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА

### 4.1. Метапредметные результаты

Владение навыками познавательной, учебно-исследовательской деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску эффективных методов решения практических задач, применению научных методов познания.

### 4.2. Предметные результаты

- 1) Расширенные и углубленные знания учащихся в области теории построения и анализа алгоритмов.
- 2) Наличие у учащихся системно-информационного взгляда на мир, включающего абстрагирование, моделирование, и алгоритмическое мышление, а также умений, обеспечивающих возможность построения алгоритмов различной степени сложности и использования структур данных.
- 3) Знание и умение использовать алгоритмы на графах при решении задач.
- 4) Знание и умение использовать алгоритмы обработки строковых переменных.
- 5) Умение конструировать и применять комбинаторные объекты разной природы.
- 6) Умение оценивать сложность алгоритмов и другие параметры вычислительного процесса.
- 7) Владение основными теоретико-числовыми алгоритмами.
- 8) Знание и умение применять основные алгоритмы поиска и сортировки.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

### Основные конструкции языка программирования

*Ввод-вывод, оператор присваивания:* понятие о компиляции и интерпретации, объявление переменных целого и вещественного типа, ввод-вывод, оператор присваивания, действия над числовыми значениями (сложение, вычитание, умножение, деление, деление нацело, взятие остатка от деления, модуль, извлечение квадратного корня, округление, отбрасывание дробной части), нахождение цифр числа.

*Логический тип и условный оператор:* логические выражения, логический тип и константы логического типа, логические операции в языках программирования, условный оператор, вложенные условные операторы.

*Операторы цикла:* цикл «пока», цикл с параметром, поиск минимума в последовательности чисел, вычисление факториала, перебор разложений числа в сумму трёх слагаемых, вложенные циклы.

*Одномерные массивы:* объявление одномерных массивов, ввод-вывод

одномерных массивов, поиск минимума в массиве.

*Символы и строки*: понятие о кодировках и таблице ASCII, объявление переменных символьного и строкового типа, ввод-вывод символов и строк, операции над символами (получение символа по коду и кода по символу), операции над строками (конкатенация, удаление части строки, копирование части строки, поиск подстроки в строке), преобразование строки в число и числа в строку.

*Двумерные массивы*: объявление двумерных массивов, ввод-вывод двумерных массивов, замена двумерного массива символов массивом строк, идея барьерной рамки.

*Подпрограммы, рекурсия*: процедуры и функции, формальные и фактические параметры, область видимости переменных; рекурсия: вычисление факториала, вычисление НОД, быстрое возведение в степень, задача «Ханойские башни».

*Битовые операции* и внутреннее представление типов данных в памяти компьютера: побитовые логические операции, операции побитового сдвига, устройство целочисленных типов данных, дополнительный код, устройство вещественных типов данных.

*Структуры данных в стандартных библиотеках языков программирования (на примере языка C++)*: понятие о контейнерах, итераторах и обобщённых алгоритмах, контейнеры `vector`, `list`, `set`, `map`, алгоритмы `sort`, `stable_sort`, `lower_bound`, `upper_bound`, `min_element`, параметризация алгоритмов функциями сравнения.

## **Сортировка и поиск**

*Сортировка пузырьком* и сортировка подсчётом: задача о сортировке массива объектов, алгоритм сортировки пузырьком, алгоритм сортировки подсчётом, понятие о сложности алгоритма, символ «О-большое».

*Бинарный поиск*: задача поиска в отсортированном массиве, алгоритм бинарного поиска, виды бинарного поиска: `lower_bound` и `upper_bound`, бинарный поиск значения монотонной функции, бинарный поиск по ответу конкретной задачи.

*Оптимальные алгоритмы сортировки*: алгоритм быстрой сортировки, оценка времени работы в худшем случае, интуитивное понятие о работе «в среднем», рандомизация алгоритма быстрой сортировки, понятие о стабильных и нестабильных сортировках, сортировка слиянием, нижняя оценка на количество действий сортировки объектов линейно упорядоченного множества.

[*Тернарный поиск*: алгоритм поиска минимума выпуклой функции, трюк с делением в отношении золотого сечения.]

*Цифровая сортировка*: анализ дополнительной структуры сортируемых

элементов, алгоритм цифровой сортировки целых чисел и строк.

Рекурсивный перебор.

### **Алгоритмы на графах**

*Основные понятия алгоритмической теории графов:* граф, вершина, ребро, степень вершины, петли и кратные рёбра, компоненты связности, путь, простой путь, цикл, простой цикл, ориентированный граф, полный граф, дерево, взвешенный граф, матрица смежности, список рёбер, список смежности.

*Представление графа в памяти компьютера:* матрица смежности, матрица инцидентий, списки ребер.

*Поиск в графе:* обход в глубину, обход в ширину. [Компоненты связности.]

*Поиск кратчайших путей:* постановка задачи, алгоритм Дейкстры, [реализация алгоритма Дейкстры с двоичной кучей, поведение алгоритма Дейкстры на графах с рёбрами отрицательного веса, алгоритм Форда—Беллмана, алгоритм Флойда, обнаружение циклов отрицательного веса, поиск всех пар вершин, между которыми нет путей наименьшего веса.]

*Минимальное остовное дерево:* общий алгоритм поиска минимального остовного дерева, алгоритм Прима и его связь с алгоритмом Дейкстры, система непересекающихся множеств, ранговая эвристика и эвристика сжатия путей, алгоритм Краскала.

*Максимальный поток и максимальное паросочетание в двудольном графе:* постановка задачи о поиске максимального потока.

### **Динамическое программирование**

*Динамическое программирование с одним параметром:* задача о мячике на лесенке, задача о поиске наибольшей возрастающей подпоследовательности, задача о рюкзаке.

*Динамическое программирование с двумя параметрами:* задача о черепашке, задача о поиске наибольшей общей подпоследовательности, задача о подсчёте редакционного расстояния.

*[Динамическое программирование на подотрезках и подмножествах:* задача о распиле брусьев за деньги в заданных точках, задача о максимальном подпалиндроме, задача о максимальной правильной скобочной подпоследовательности, алгоритм Хелда—Карпа решения задачи коммивояжера].

*[Динамическое программирование по профилю:* задача о замощении прямоугольника доминошками, задача о симпатичных узорах, задача о расстановке коней.]

### **Вычислительная геометрия**

*Основные понятия вычислительной геометрии:* погрешности в вещественной арифметике, точка, луч, прямая, угол, декартовы и полярные координаты, переход от одной системы координат к другой, скалярное и косое произведения, принадлежность точки лучу, принадлежность точки углу, пересечение прямых, пересечение прямой и луча, пересечение отрезков.

*Действия с окружностями:* уравнение окружности, построение окружности по трем точкам, пересечение окружности и прямой, пересечение двух окружностей, построение касательных к окружности из данной точки.

*Локализация точки, выпуклая оболочка:* вычисление периметра и площади многоугольника, проверка принадлежности точки треугольнику, проверка принадлежности точки многоугольнику: подсчёт числа пересечений по случайному лучу, подсчёт степени точки относительно многоугольника.

[Метод сканирующей прямой.]

[Задачи вычислительной геометрии в пространстве.]

### **Комбинаторные алгоритмы**

*Генерация комбинаторных объектов:* перестановки, размещения, сочетания. Разбиение числа на слагаемые, скобочные последовательности, подмножества.

### **Рекуррентные формулы**

Прогрессии. Вычисление  $n!$  Числа Фибоначчи. Числа Каталана. Рекурсия.

### **Перебор и методы его сокращения**

Перебор с возвратом. Метод ветвей и границ. Метод «решета». Жадный алгоритм.

### **Математические алгоритмы**

*Основные теоретико-числовые алгоритмы:* проверка числа на простоту, разложение на простые множители, алгоритм Евклида нахождения наибольшего общего делителя, нахождение наименьшего общего кратного, расширенный алгоритм Евклида, доказательство основной теоремы арифметики. Двоичный алгоритм Евклида. Решето Эратосфена.

*Длинная арифметика:* хранение длинных чисел в памяти, реализация сравнения, сложения и умножения.

### **Алгоритмы на строках**

*Поиск подстроки в строке:* префикс-функция и Z-функция, вычисление за линейное время, применение к задаче поиска подстроки в строке, нахождение периода строки, проверка равенства циклических последовательностей, использование полиномиального хеширования для вычисления префикс-функции и Z-функции.

*Конечные автоматы:* примеры регулярных языков, записанных в форме



Бэкуса—Науэра, конечные автоматы для их распознавания, регулярные выражения, их использование для парсинга строки стандартными средствами языков программирования, обратная польская нотация и вычисление значения арифметического выражения.

*Синтаксический разбор*: лексический анализ: разбиение входного потока на токены, синтаксический анализ: алгоритм рекурсивного спуска.

### **Тестирование программ**

Общие положения. Автоматизация проверки. Набор тестов.

## **6. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ**

Номер и наименование темы	Кол-во часов
1. Основные конструкции языка программирования	28
2. Сортировка и поиск	32
3. Алгоритмы на графах	40
4. Динамическое программирование	27
5. Вычислительная геометрия	19
6. Комбинаторные алгоритмы	12
7. Рекуррентные формулы	6
8. Перебор и методы его сокращения	10
9. Математические алгоритмы	22
10. Алгоритмы на строках	34
11. Тестирование программ	10
<b>ИТОГО:</b>	<b>240</b>

Количество часов в каждой теме между теоретическими и практическими занятиями распределяется в отношении 1:2.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

### **7.1. Основная литература**

1. Окулов С.М. Программирование в алгоритмах / С.М. Окулов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
2. Окулов С. М. Алгоритмы обработки строк / С.М. Окулов. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

3. Московские олимпиады по информатике. — 2-е изд., доп. / Под ред. Е. В. Андреевой, В. М. Гуровица и В. А. Матюхина — М.: МЦНМО, 2009.
4. Московские учебно-тренировочные сборы по информатике. Весна–2006 / Под ред. В. М. Гуровица — М.: МЦНМО, 2007.
5. Кормен, Томас Х., Лейзерсон, Чарльз И., Ривест, Рональд Л., Штайн, Клиффорд. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2010.
6. Кирюхин В.М. Информатика: всероссийские олимпиады. Вып. 1 – 4 / В.М. Кирюхин – М.: Просвещение, 2008 – 2013

## **7.2. Дополнительная литература**

1. *Липский В.* Комбинаторика для программистов. – М.: Мир, 1988.
2. *Андреева Е.В., Фалина И.Н.* Информатика: Системы счисления и компьютерная арифметика. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 1999.
3. *Кирюхин В.М.* Методика решения задач по информатике. Международные олимпиады / Кирюхин В.М., Окулов С.М. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
4. Бьерн Страуструп. Язык программирования C++. Специальное издание. Пер. с англ. — М.: Издательство Бином, 2011.
5. Андреева Е. В., Егоров Ю. Е. Вычислительная геометрия на плоскости. / Журнал «Информатика», издательский дом «Первое сентября». 2002, № №39, 40, 43, 44.

## **7.3 Электронные образовательные и методические ресурсы**

1. Сайт Уральских олимпиад / [acm.timus.ru](http://acm.timus.ru)
2. Сайт дистанционной подготовки к олимпиадам / [informatics.mccme.ru](http://informatics.mccme.ru)
3. Центр онлайн-обучения «Фоксфорд» / [foxford.ru](http://foxford.ru)
4. Лекции университета ИНТУИТ / [intuit.ru](http://intuit.ru)