

Министерство образования и науки Пермского края
Государственное бюджетное образовательное учреждение
«Академия первых»

ПРИНЯТА

педагогическим советом
ГБОУ «Академия первых»

Протокол от 05.05.2022 № 6

УТВЕРЖДЕНА

приказом директора
ГБОУ «Академия первых»
От 05.05.2022 № 125



Ю.В.Трясцина

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«Олимпиадное программирование. Продвинутый уровень»**

Возраст обучающихся: 12-17 лет
Срок реализации программы: 72 часов

Составитель программы:
Перескокова Ольга Ивановна,
педагог дополнительного
образования

Пермь
2022

Министерство образования и науки Пермского края
Государственное бюджетное образовательное учреждение
«Академия первых»

ПРИНЯТА

педагогическим советом
ГБОУ «Академия первых»

Протокол от 05.05.2022 № 6

УТВЕРЖДЕНА

приказом директора
ГБОУ «Академия первых»
От 05.05.2022 № 125

Ю.В.Трясцина

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«Олимпиадное программирование. Продвинутый уровень»**

Возраст обучающихся: 12-17 лет
Срок реализации программы: 72 часов

Составитель программы:
Перескокова Ольга Ивановна,
педагог дополнительного
образования

Пермь
2022

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность (профиль) программы. Настоящая программа «Олимпиадное программирование. Продвинутый уровень» является дополнительной общеразвивающей программой технической направленности. Программа относится к продвинутому уровню реализации, позволяет познакомить учащихся с достаточно сложными алгоритмами и структурами данных, которые могут пригодиться на региональном и заключительном этапах ВСОШ.

Актуальность программы. Цифровизация экономики России с одной стороны и ценность развития одаренных школьников как будущих активных создателей цифровой среды обуславливают актуальность реализации программы. Наличие образовательных программ, помогающих школьнику развиваться в области олимпиадного программирования, а также активное использование цифровых ресурсов с автоматической проверкой решений для олимпиадных задач позволяют школьникам активно развиваться в области олимпиадного программирования. В итоге развивается мышление учащихся, их уровень владения языками программирования, способность структурировать поставленную задачу и найти оптимальные подходы к ее решению. Все эти навыки, в настоящее время крайне востребованы в IT-сфере современного цифрового мира.

Отличительные особенности программы. Программа «Олимпиадное программирование. Продвинутый уровень» рассчитана на интенсивный краткосрочный курс обучения. Курс направлен на подготовку обучающихся для достойного написания регионального этапа ВСОШ по информатике с возможным прохождением на заключительный этап.

Программа состоит из цикла очных занятий с разбором теоретического материала и подходов к решению задач, а также онлайн-консультаций для решения вопросов, возникающих у учащихся в ходе самостоятельного решения задач, аналогичных разобранным на очных занятиях.

Отличительной особенностью программы является использование систем автоматической проверки решений. В этом случае значительно снижается время получения «обратной связи» школьником. Важно также, что на ошибку указывает не учитель, а бездушное устройство, поэтому у школьника исчезает страх ошибку совершить. Пользуясь тем, что можно быстро что-нибудь исправить, снова запустить программу и очень быстро узнать, что и этот вариант неверен (или, наоборот, верен), обучаемый довольно активно пробует разные варианты. Тем самым, он учится самостоятельно преодолевать проблемы, искать источники ошибок и т.д. Причем, в отличие от учителя, компьютер может проверить решение очень качественно – за минуту прогнать до сотни разных тестов. Если все они

прошли, то программа признается правильной. Если какой-то тест не прошел – то, очевидно, программа содержит ошибку. В такой ситуации ученик учится анализировать задачу, выделять из нее ключевые моменты, понимать, что в его программе может приводить к ошибке.

Для создания конкурентной среды и привнесения соревновательного компонента в обычные занятия также приходят на помощь системы автоматической проверки решений. С их помощью формируются рейтинги, в которых хорошо виден уровень каждого участника программы, и любой из них хорошо понимает, как может улучшить свой рейтинг, дорабатывая задачи пройденных тем, например.

Адресат программы. Программа «Олимпиадное программирование» предназначена для детей, обучающихся в 6-11 классах общеобразовательных организаций, которые уже хорошо знакомы с олимпиадным программированием и умеют использовать алгоритмы на графах и базовое динамическое программирование. Освоение программы повысит умение программировать, познакомит с продвинутыми алгоритмами и структурами данных, с типовыми задачами и частыми комбинациями тем, которые встречаются на олимпиадах по программированию.

Срок реализации программы: программа реализуется в течение 72 часов и сочетает очный и дистанционный форматы обучения.

Формы обучения: настоящая программа предполагает, что основные занятия (3 часа в неделю) проводятся в формате очного обучения. Каждую неделю учащиеся получают задачи по пройденной теме в виде конкурса, которые дорешивают в режиме самостоятельной работы (4 часа в неделю). Для помощи учащимся в решении задач проводятся консультации в онлайн-формате (1 час в неделю).

Численный состав объединения обучающихся (группы) – 10-15 человек.

ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Целью реализации настоящей дополнительной общеразвивающей программы является, всестороннее развитие учащихся в области олимпиадного программирования (продвинутый уровень подготовки).

ЗАДАЧИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

2.1. Образовательные задачи:

- знакомство с некоторыми продвинутыми подходами и алгоритмами, используемыми в олимпиадном программировании;
- развитие навыков структурирования и поиска решений для исправления ошибок в программе;
- решение олимпиадных задач продвинутого уровня;

2.2. Развивающие задачи:

- умение предложить идею и разработать алгоритм решения задачи по ее формулировке;
- развитие готовности к решению нестандартных задач;
- повышение мотивации учащихся заниматься саморазвитием в области олимпиадного программирования;
- развитие психологической готовности к участию в олимпиадах по программированию начального уровня.

2.3. Воспитательные задачи:

- обеспечение самостоятельности при решении задач учащимися и формирование негативного отношения ко всем вариантам заимствования чужих решений;
- формирование позитивного отношения к любым специализациям IT-отрасли и нацеленности на дальнейшее развитие в этой области безотносительно к успехам или неудачам в области олимпиадного программирования.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения дополнительной общеразвивающей программы «Олимпиадное программирование» учащийся должен знать: продвинутые алгоритмы на основе dfs, типовые задачи на эти темы, виды и способы реализации динамического программирования, стандартное дерево отрезков и его более сложные вариации, решение многомерных задач RSQ и RMQ, строковые структуры данных.

Используя эти знания, обучающийся должен уметь: решать сложные олимпиадные задачи с помощью этих алгоритмов и структур данных.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

«Олимпиадное программирование. Продвинутый уровень»

№	Наименование раздела (модуля)/ темы	Количество часов					Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	Консультация	Самостоятельная работа	
1	Топологическая сортировка, поиск компонент сильной связности, конденсация графа. Типовые задачи с использованием конденсации графа	8	1,5	1,5	1	4	Практическая работа
2	Мосты и точки сочленения в графах	8	1,5	1,5	1	4	Практическая работа
3	Ленивое динамическое программирование, динамическое программирование по подотрезкам	8	1,5	1,5	1	4	Практическая работа
4	Динамическое программирование по подмножествам, SOS-дп	8	1,5	1,5	1	4	Практическая работа
5	Дерево отрезков с массовыми операциями,	8	1,5	1,5	1	4	Практическая работа

	дерево отрезков + неявные графы						
6	Динамическое дерево отрезков, Segment Tree Beats	8	1,5	1,5	1	4	Практическая работа
7	Дерево Фенвика, разреженные таблицы	8	1,5	1,5	1	4	Практическая работа
8	Бор, алгоритм Ахо-Корасик	8	1,5	1,5	1	4	Практическая работа
9	Ad-Носк задачи	4	1	1	0	2	Практическая работа
10	Итоговый контроль	4	0	3	1	0	Самостоятельная работа
	ИТОГО	72	13	16	9	34	

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Тема 1. Топологическая сортировка, поиск компонент сильной связности, конденсация графа. Типовые задачи с использованием конденсации графа, конденсация графа. Типовые задачи с использованием конденсации графа.

Теория: Определение dag-графа, топологическая сортировка dag-графов, компоненты сильной связности, конденсация графа, комбинация топологической сортировки и динамического программирования, графы-турниры, конденсация графа-турнира.

Практика: Решение задач. Базовые задачи на темы, задачи на комбинацию топологической сортировки и динамического программирования, задачи на графы-турниры, в которых нужно использовать конденсацию графа, задачи на стоки и истоки в графе конденсации.

Тема 2. Мосты и точки сочленения в графах.

Теория: Дерево обхода dfs, обратные ребра в дереве обхода dfs. Поиск мостов и точек сочленения.

Практика: Решение задач на мосты и точки сочленения в графах.

Тема 3. Ленивое динаическое программирование, динамическое программирование по подотрезкам.

Теория: Способ решения задач динамического программирования с помощью рекурсии и мемоизации(ленивое динамическое программирование), рассмотрение случаев, когда удобно решать задачи с его помощью, динамическое программирование по подотрезкам.

Практика: Решение задач с помощью ленивого динамического программирования, реализация динамического программирования по подотрезкам с помощью обычной динамики и ленивой.

Тема 4. Динамическое программирование по подмножествам, SOS-дп.

Теория: Битовые маски операции с битовыми масками, кодирование подмножеств с помощью битовых масок, динамическое программирование по подмножествам, Sum-Of-Subsets(SOS) - дп.

Практика: Решение задач на динамическое программирование по подмножествам.

Тема 5. Дерево отрезков с массовыми операциями, дерево отрезков + неявные графы.

Теория: Задачи RSQ и RMQ. Дерево отрезков с массовыми операциями, неявные графы.

Практика: Решение задач на дерево отрезков, продвинутые задачи на связку дерева отрезков и неявных графов.

Тема 6. Динамическое дерево отрезков, Segment Tree Beats.

Теория: Стек: принцип работы, реализация с помощью одномерного массива. Очередь и дек. Реализация стека, очереди и дека средствами STL в C++. Определение правильной скобочной последовательности. Вычисление выражения в обратной польской записи.

Практика: Решение задач. Моделирование стека, очереди, дека. Использование стека, очереди, дека при решении задач.

Тема 7. Дерево Фенвика, разреженные таблицы

Теория: Дополнительные структуры данных для решения задач RSQ и RMQ, дерево Фенвика, разреженные таблицы, многомерные случаи.

Практика: Решение задач на RSQ и RMQ с помощью дерева Фенвика и разреженной таблицы, многомерные случаи задач на RSQ и RMQ.

Тема 8. Бор, алгоритм Ахо-Корасик.

Теория: Строки, структура данных бор, проверка вхождения строки в множество с помощью бора, нахождение подстроки в строке с помощью алгоритма Ахо-Корасик, цифровой бор.

Практика: Решение задач на строки с помощью бора и алгоритма Ахо-Корасик.

Тема 9. Ad-Носк задачи.

Теория: Разбор Ad-Носк задач.

Практика: Решение задач Ad-Носк задач.

Тема 10. Итоговый контроль

Практика: Итоговое соревнование по программированию с задачами по материалам всего курса.

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК
(УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН)
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ
«Введение в олимпиадное программирование»

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
1.			Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале		8, в том числе:	Топологическая сортировка, поиск компонент сильной связности, конденсация графа. Типовые задачи с использованием конденсации графа, конденсация графа. Типовые задачи с использованием конденсации графа.		Практическая работа в форме конкурса

1.1		Методическое занятие. Лекция	1,5	Топологическая соритровка, поиск компонент сильной связности, конденсация графа. Типовые задачи с использованием конденсации графа, конденсация графа. Типовые задачи с использованием конденсации графа.	Аудитория	
1.2		Практикум	1,5	Решение задач по теме	Аудитория	
1.3		Консультация	1	Обсуждение подходов к решению задач	Дистанционно	
1.4		Самостоятельная работа	4	Дорешивание задач конкурса	Дистанционно	
2.	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале		8, в том числе:	Мосты и точки сочленения в графах.		Практическая работа в форме конкурса
2.1		Лекция	1,5	Мосты и точки сочленения в графах.	Аудитория	
2.2		Практикум	1,5	Решение задач по теме	Аудитория	
2.3		Консультация	1	Обсуждение подходов к решению задач	Дистанционно	
2.4		Самостоятельная работа	4	Дорешивание задач конкурса	Дистанционно	

3.	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале		8, в том числе:	Ленивое динаическое программирование, динамическое программирование по подотрезкам.		Практическая работа в форме конкурса
3.1		Лекция	1,5	Ленивое динаическое программирование, динамическое программирование по подотрезкам.	Аудитория	
3.2		Практикум	1,5	Решение задач по теме	Аудитория	
3.3		Консультация	1	Обсуждение подходов к решению задач	Дистанционно	
3.4		Самостоятельная работа	4	Дорешивание задач конкурса	Дистанционно	
4.	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале		8, в том числе:	Динамическое программирование по подмножествам, SOS-дп.		Практическая работа в форме конкурса
4.1		Лекция	1,5	Динамическое программирование по подмножествам, SOS-дп.	Аудитория	
4.2		Практикум	1,5	Решение задач по теме	Аудитория	
4.3		Консультация	1	Обсуждение подходов к решению задач	Дистанционно	
4.4		Самостоятельная работа	4	Дорешивание задач конкурса	Дистанционно	

5	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале		8, в том числе:	Дерево отрезков с массовыми операциями, дерево отрезков + неявные графы.		Практическая работа в форме конкурса
5.1		Лекция	1,5	Дерево отрезков с массовыми операциями, дерево отрезков + неявные графы.		
5.2		Практикум	1,5	Решение задач по теме.	Аудитория	
5.3		Консультация	1	Обсуждение подходов к решению задач	Дистанционно	
5.4		Самостоятельная работа	4	Дорешивание задач конкурса	Дистанционно	
6.	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале		8, в том числе:	Динамическое дерево отрезков, Segment Tree Beats.		Практическая работа в форме конкурса
6.1		Лекция	1,5	Динамическое дерево отрезков, Segment Tree Beats	Аудитория	
6.2		Практикум	1,5	Решение задач по теме	Аудитория	
6.3		Консультация	1	Обсуждение подходов к решению задач	Дистанционно	
6.4		Самостоятельная работа	4	Дорешивание задач конкурса	Дистанционно	
7.	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале		8, в том числе:	Дерево Фенвика, разреженные таблицы.		Практическая работа в форме конкурса

7.1		Лекция	1,5	Дерево Фенвика, разреженные таблицы.	Аудитория	
7.2		Практикум	1,5	Решение задач по теме	Аудитория	
7.3		Консультация	1	Обсуждение подходов к решению задач	Дистанционно	
7.4		Самостоятельная работа	4	Дорешивание задач конкурса	Дистанционно	
8.	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале		8, в том числе:	Бор, алгоритм Ахо-Корасик.		Практическая работа в форме конкурса
8.1		Лекция	1,5	Бор, алгоритм Ахо-Корасик.	Аудитория	
8.2		Практикум	1,5	Решение задач по теме	Аудитория	
8.3		Консультация	1	Обсуждение подходов к решению задач	Дистанционно	
8.4		Самостоятельная работа	4	Дорешивание задач конкурса	Дистанционно	
9.	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале		4, в том числе:	Ad-Hock задачи.		Практическая работа в форме конкурса
9.1		Лекция	1	Ad-Hock задачи.	Аудитория	
9.2		Практикум	1	Решение задач по теме	Аудитория	
9.3		Консультация	0	Обсуждение подходов к решению задач	Дистанционно	
9.4		Самостоятельная работа	2	Дорешивание задач конкурса	Дистанционно	

10	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале		4, в том числе:	Итоговый контроль		Практическая работа в форме конкурса
10.1		Практикум	3	Соревнование по программированию с задачами по всему курсу.	Аудитория	
10.2		Итоговое занятие	1	Подведение итогов. Обсуждение вариантов дальнейшего развития.	Аудитория	

5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ (ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ)

Наименование специализированных помещений, площадок, аудиторий, кабинетов, лабораторий	Форма (вид) занятий	Оборудование, программное обеспечение
Учебный класс (аудитория) при проведении очного обучения.	Лекция, беседа, консультация, практические занятия.	Компьютер преподавателя, мультимедийный проектор, экран, доска, принтер. Каждому обучающемуся предоставляется компьютер или ноутбук для выполнения практических заданий. Для всех компьютеров должен быть доступ в Интернет и предустановленные системы программирования.
Дистанционное обучение	Онлайн-лекция, онлайн-консультация, самостоятельная работа	Персональный компьютер с выходом в Интернет (желательно наушники с микрофоном)

Для доступа в информационно-телекоммуникационную сеть Интернет рекомендуется использовать скорость подключения не менее 10 Мбит/сек.

Рабочее место преподавателя и обучающегося для очных занятий оборудуется персональным компьютером или ноутбуком. Компьютеры участников должны обладать следующими характеристиками:

процессор с частотой не менее 1,5 ГГц;

не менее 2 Гб оперативной памяти;

не менее 1 Гб пространства на диске, доступных участнику для сохранения его файлов.

- монитор размером не менее 13 дюймов, разрешение экрана должно составлять не менее 1024*768 пикселей.

Список компиляторов и сред разработки, которые должны быть предустановлены на компьютерах преподавателя и обучающихся.

Язык программирования	Компилятор / интерпретатор	Среда разработки
C++	MinGW GNU C++, версия 7.3 или более новая	Code Blocks 17.12 или более новая
C++	Microsoft Visual C++, версия 2015 или более новая	Microsoft Visual Studio Community Edition 2015 или более новая
C++	Для любого установленного компилятора	CLion 2016 или более новая
Python 3	Python 3.6 или более новая	IDLE, Wing IDE, PyCharm 2013.1 Community Edition или более новая
Паскаль	PascalABC.NET 3.7 или более новая	Встроенная
Паскаль	Free Pascal 3.0 или более новая	Встроенная
C	GNU C 7.3 или более новая	Code Blocks 17.12 или более новая
C#	Microsoft Visual C#, версия 2015 или более новая	Microsoft Visual Studio Community Edition 2015 или более новая
Java	Oracle Java JDK 8.0 или более новая	Eclipse JDT, IntelliJ IDEA Community Edition

При проведении обучения с использованием дистанционных, в том числе электронных технологий, рабочее место учителя оснащается монитором с большой диагональю (не менее 22 дюймов), звуковыми колонками и микрофоном или головной гарнитурой, веб-камерой (графическое разрешение не менее 1080p).

Рабочее место обучающегося для дистанционных занятий оборудуется его родителями (законными представителями) персональным компьютером или ноутбуком с устройствами ввода-вывода графической и звуковой информации.

В качестве платформы для организации дистанционного обучения рекомендуется Интернет-среда или приложение «СФЕРУМ».

Не рекомендуется использовать мобильные электронные устройства в качестве технических средств оснащения рабочих мест преподавателя обучающихся для изучения данного курса.

5.2. Учебно-методическое обеспечение программы

Образовательная программа содержит лекционную, методическую и практическую подготовку, большее количество времени уделяется выработке прикладных умений, лекции проводятся в интерактивном формате.

В основу программы положен комплекс педагогических технологий:

- системно-деятельностный подход, обеспечивающий развитие компетенций обучающихся, акцентирующий внимание на вовлечённости и самостоятельной работе слушателей;

- технология развивающего обучения, где слушателям предлагаются задачи, выходящие за пределы их зоны комфорта, ставящие школьников перед необходимостью проявления эвристики, а не повторения рутинизированных действий;

- технология формативного оценивания – на основании обратной связи в процессе научения педагог фиксирует наличие отстающих и общее понимание группой пройденного содержательного блока, в случае неудовлетворительной обратной связи, материал подаётся заново в адаптированном виде.

Программа реализуется с учётом ряда педагогических принципов:

- субъект-субъектные отношения, предполагающие соучастие слушателей и диалог, отсутствие жёстких сценариев большей части занятий;

- дифференцированное обучение, строящееся на концепции минимакса – минимальный уровень должны освоить все, но для лидеров, желающих взять больше знаний и навыков, не ставится верхний («достаточный») предел роста, сохраняется индивидуальный характер обучения;

- смена видов и форматов деятельности: для сохранения концентрации и интереса практикуется чередование периодов практической деятельности и усвоения информации, периоды интеллектуальной мобилизации и разрядки, периоды поточной, групповой и индивидуальной работы, также разнообразятся сами занятия (лекция, анализ материалов, беседа, дискуссия, тренинг, игра и т.д.)

Занятия проводит педагог, имеющий высшее педагогическое образование.

Программа составлена с учетом санитарно-гигиенических требований к порядку проведения занятий и адаптирована к возрастным особенностям обучающихся.

5.3. Учебно-методическое обеспечение программы

- 1) Томас Х. Кормен, Алгоритмы. Вводный курс. – Вильямс. 2014. – 208 с.
- 2) Стефан Рэнди Дэвис C++ For Dummies, . – Диалектика. 2018. – 336 с.
- 3) Липпман С.Б, Лажойе Ж, Му Б.Э. Язык программирования C++. Базовый курс. – Вильямс. 2014. – 1120 с.
- 4) Густокашин М. Курс лекций по олимпиадной информатике. [Электронный ресурс] URL: <https://informatics.msk.ru/mod/resource/view.php?id=1381> (Дата обращения: 21.03.2022)
- 5) А. Лааксонен, Олимпиадное программирование. Изучение и улучшение алгоритмов на соревнованиях. – ДМК Пресс. 2020.
- 6) Великович Л.С., Цветкова М.С. Программирование для начинающих. – М. Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 287 с.

- 7) Волченков С.Г., Корнилов П.А., Белов Ю.А. и др. Ярославские олимпиады по информатике. Сборник задач с решениями. – М. Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 405 с.
- 8) Златопольский Д.М. Программирование: типовые задачи, алгоритмы, методы. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 223 с.
- 9) Кирюхин В.М., Цветкова М.С. Информатика. Программы внеурочной деятельности учащихся по подготовке к Всероссийской олимпиаде школьников: 5 – 11 классы М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014.

Приложение 1. Примеры заданий.

1. Контест с atcoder на динамическое программирование
<https://atcoder.jp/contests/dp/tasks>
2. Задачи с codeforces edu на разные виды дерева отрезков
<https://codeforces.com/edu/courses>
3. Задачи из архива codeforces
<https://codeforces.com/problemset/problem/605/D?locale=ru> - пример задачи на неявный граф, которую можно решить с помощью дерева отрезков.