

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОНЛАЙН-ТУРЫ НА СОРЕВНОВАНИЯХ ПО ОЛИМПИАДНОЙ ИНФОРМАТИКЕ

Киндер М.И.

*Казанский (Приволжский) Федеральный университет, г. Казань*

*mkinder@rambler.ru*

### **Аннотация**

В статье описаны методологические подходы к формированию математических олимпиадных компетенций у юниоров, школьников 12-15 лет, на основе учебных направлений по олимпиадной информатике в соответствии с IOI Syllabus. В статье также описан комплексный подход к организации и разработке математических заданий для тренировочных соревнований школьников в рамках опыта Международной школы информатики для юниоров (ISIJ).

**Ключевые слова:** *одаренные дети, олимпиадная информатика, компетенции олимпиадной информатики, цифровые навыки, вычислительное мышление, алгоритмическое мышление*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Математические онлайн-туры входят в состав многих олимпиадных соревнований по спортивному программированию. Одним из таких соревнований является кубок Международной школы информатики ISIJ [1, 2, 3]. Цель математического онлайн-тура – мотивация участников Школы к изучению разделов математики в рамках подготовки к олимпиадной информатике, а также проверка подготовки участников по основным темам математической информатики.

### **ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО БЛИЦ-ТУРА**

Каждое задание онлайн-тура – небольшая математическая задача по одной из тем школьной программы курса «Математические основы информатики»: логика, комбинаторика, теория множеств, графы, элементы теории вероятностей, шахматы, численные законы и последовательности, системы счисления, вычислительные, геометрические алгоритмы и стратегии и т.д.

Набор задач включает такое количество заданий по разным темам, которое, по мнению разработчиков, должно занять в среднем 2 часа. Каждая

задача блиц-раунда ориентирует школьника на творческий подход и решение задачи «в уме».

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРА

Соревнование проводится на платформе Yandex.Contest, участники решают 12 или 15 задач в соответствии с распределением по группам: В – базовая (7-8 классы) и А – продвинутая (9-11 классы). Для каждой группы предусмотрен отдельный рейтинг победителей и призёров.

Система оценивания соревнования использует автоматическую онлайн-проверку решений, которая подразумевает однозначность ответа для каждой задачи тура. Ответ участника отправляется на проверку в виде записи в строке вывода. В каждой задаче это одно число или последовательность чисел (возможно, строк). В этом существенное отличие от привычных математических соревнований, в которых оцениваются различные продвижения в решении задачи, а также допускаются решения с незначительными недочётами. Такой формат проверки является наиболее близким к оцениванию решений задач на олимпиадах по информатике. Описание формата вывода встроено в формулировку каждой задачи.

Приведенные ниже примеры задач по конкретным темам показывают, в каком виде участник получает текст проблемы и описание формата ответа.

**Задача «Торт».** Торт имеет форму параллелограмма с координатами вершин  $(0; 0)$ ,  $(4; 0)$ ,  $(6; 6)$ ,  $(2; 6)$ . Братец Кролик и Братец Лис делят торт следующим образом. Кролик указывает на торте точку, а Лис по прямой, проходящей через эту точку, разрезает торт на два куска и один забирает себе. Каждый хочет получить кусок побольше. Где Кролик должен поставить точку?

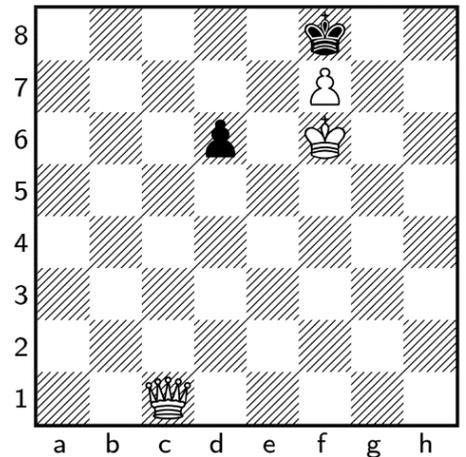
В строке ответа *выведите координаты точки в виде двух чисел, разделенных пробелом.*

Ответ: 3 3.

Решение. Это центр параллелограмма, то есть точка пересечения диагоналей. Малыш не может получить более половины торта. Любая прямая, проходящая через центр параллелограмма, делит его на две равновеликие части.

Замечание. Это несложная геометрическая задача на свойства параллелограмма и на тему «Игровые стратегии». Примерное время решения задачи – 3-5 минут.

**Задача «Кратчайший мат».** В позиции на диаграмме белые начинают и дают геометрически «кратчайший» мат. Например, ход 1. Фh6x имеет «длину»  $5\sqrt{2}$ , то есть примерно  $5 \cdot 1.414 = 7.07$ , а длина мата 1. Фg1x d5 2. Фg7 равна 10. Учитываются только ходы белых фигур.



В ответе запишите длину кратчайшего мата с точностью до 0.01.

Ответ: 2.83.

Решение. Идеальное решение состоит из двух ходов 1. Фb2 d5 2. Фа3x и имеет длину  $\sqrt{2} + \sqrt{2} \approx 2.83$ .

Замечание: Примерное время решения шахматной задачи – 5-7 минут.

**Задача «Гипердвоичная запись».** Гипердвоичной записью числа  $n$  назовём представление  $n$  в виде суммы степеней 2, в котором каждая степень  $2^k$  появляется не более двух раз. Пусть  $H(n)$  – количество таких представлений. Например,  $H(6) = 3$ , так как для числа  $n = 6$  есть три гипердвоичных представления:  $6 = 4 + 2$ ,  $6 = 4 + 1 + 1$  и  $6 = 2 + 2 + 1 + 1$ . Вычислите количество гипердвоичных представлений для числа  $n = 100$ .

Ответ: 19.

Решение. Для функции  $H(n)$  выполняются два несложно проверяемых факта:

$$H(2n + 1) = H(n) \quad \text{и} \quad H(2n + 2) = H(n) + H(n + 1).$$

Первое соотношение доказывается просто. Докажем второе. Все гипердвоичные представления числа  $2n + 2$  можно разбить на два непересекающихся класса: любое такое представление заканчивается 2 или суммой двух единиц. Если оно заканчивается двойкой, разделим все слагаемые на 2. Полученная сумма – гипердвоичное представление числа  $n + 1$ . Значит, количество гипердвоичных представлений в первом классе равно  $H(n + 1)$ . Если же представление числа  $2n + 2$  заканчивается суммой двух единиц, то, отбросив одну единицу, мы получим гипердвоичное представление числа  $2n + 1$ , причем  $H(2n + 1) = H(n)$ . Другими словами, количество представлений во втором классе совпадает с  $H(n)$ . Для вычисления  $H(100)$  осталось воспользоваться рекурсией.

Замечание: Задача на тему «Рекурсия. Динамическое программирование». Примерное время решения – 10-15 минут.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мониторинг показателей эффективности участников олимпиад по информатике ISIJ 2018-2022 показал, что описанные выше тренировочные соревнования создают условия для перехода участников Школы на уровень высоких результатов, помогают сформировать у школьников устойчивую мотивацию к самостоятельной работе по олимпиадной информатике. Участники ISIJ из разных стран становятся лидерами национальных олимпиад по информатике, а также завоевывают медали на различных международных олимпиадах. В этом главная ценность такого комплексного подхода в подготовке юниоров, и что очень важно, он позволяет раскрыть потенциал школьника через участие в ISI.

Все школьники, прошедшие такие тренировочные соревнования, даже не оставаясь в олимпиадном движении, демонстрируют устойчивые навыки компьютерного мышления и в дальнейшем. Это помогает им в индивидуальном выборе профессии реализовать свои творческие возможности и расширяет кругозор для применения программирования в различных профессиях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Tsvetkova M.S., Kiryukhin V.M., Borisov N.A., Kinder M.I.* Methods of tracks for training juniors in olympiad informatics: the ISIJ experience // *Olympiads in Informatics*, 2022, vol. 16, pp. 75–87. DOI: 10.15388/ioi.2022.07.

2. *Киндер М.И., Казанцев А.В.* Задача сортировки на графах в олимпиадах по программированию // *Электронные библиотеки*, 2019, т. 22, № 5.

3. *Киндер М.И.* Классические комбинаторные объекты на соревнованиях по программированию // *Информационные технологии в образовании и науке. ИТОН 2016: Материалы международной научно-практической конференции*. Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2016, С. 46–52.

## ON-LINE MATHEMATICAL TOURS AT COMPETITIONS IN INFORMATICS OLYMPIAD

**Michael Kinder**

*Kazan Federal University, Kazan*

*mkinder@rambler.ru*

## **Abstract**

*The article describes methodological approaches to the formation of mathematical Olympiad competencies among juniors, schoolchildren aged 12-15, based on educational areas in Olympiad Informatics in accordance with IOI Syllabus. The article also de-scribes an integrated approach to the organization and development of mathematical tasks for training competitions for schoolchildren in the framework of the experience of the International School of Informatics for Juniors (ISIJ).*

**Keywords:** *talented children, olympiad informatics, competencies of olympiad informatics, digital skills, computational thinking, algorithmic thinking*

## **REFERENCES**

1. *Tsvetkova M.S., Kiryukhin V.M., Borisov N.A., Kinder M.I.* Methods of tracks for training juniors in olympiad informatics: the ISIJ experience // *Olympiads in Informatics*, 2022, vol. 16, pp. 75–87. DOI: 10.15388/ioi.2022.07.
2. *Kinder M.I., Kazantsev A.V.* Sorting problem on graphs in programming contests // *Russian Digital Libraries Journal*, 2019, V. 22, No 5.
3. *Kinder M.I.* Classical combinatorial objects at programming competitions // *In-formatsionnyye tekhnologii v obrazovanii i nauke. ITON 2016: Materialy mezhdunarod-noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kazan': Izd-vo Akademii nauk RT*, 2016, pp. 46–52.