

*Зубок Дмитрий Александрович,
Маятин Александр Владимирович,
Иванов Роман Владимирович*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАД ШКОЛЬНИКОВ ПО ИНФОРМАТИКЕ И ИКТ

Олимпиады по информатике проводятся Санкт-Петербургским государственным университетом информационных технологий, механики и оптики с 2006 года. В системе проведения олимпиад зарегистрировано более 27 000 школьников 7–11 классов из примерно 3 900 образовательных учреждений. В организации и проведении олимпиады в 2011–2012 год приняли участие: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, г. Москва; Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск; Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург; Национальный исследовательский Томский политехнический университет; Национальный исследовательский Саратовский государственный университет им. Чернышевского; Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова; Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза; МБОУ Лицей № 102 им. академика М.Ф. Решетнева, г. Железногорск, Красноярский край; МОУ СОШ № 4, г. Бежецк.

У всех организаторов имеется опыт совместной организации и проведения олимпиад, включая заключительный этап олимпиады, который проводится в очной форме по единым заданиям и в рамках единого гра-

фика. Расширение состава организаторов позволит расширить географию участников и повысить методический потенциал олимпиады.

Проект проведения олимпиад стартовал в 2006 г., когда по инициативе Совета ректоров вузов Санкт-Петербурга и при поддержке Комитета по образованию Правительства Санкт-Петербурга в ноябре 2006 г. проведены в качестве эксперимента компьютерные Интернет-олимпиады по информатике для школьников 10 и 11 классов. Олимпиада исходно называлась «Городская Интернет-олимпиада школьников Санкт-Петербурга». Вопросами организации мероприятия в 2006 году занимались представители Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики (СПбГУ ИТМО), Академии постдипломного педагогического образования (АППО), Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (СПбГЭТУ), Совет ректоров вузов Санкт-Петербурга и Комитет по образованию Правительства Санкт-Петербурга.

Программное, технологическое и организационное обеспечение Интернет-олимпиад осуществлялось Санкт-Петербургским государственным университетом информационных технологий, механики и оптики.

В 2007–2008 учебном году проведены Интернет-олимпиады школьников по информатике в форме заочных личных туров и заключительный очный этап для школьников 11 классов:

– в марте 2008 года в Санкт-Петербурге на базе Санкт-Петербургского государственного университета информационных техно-

логий, механики и оптики проведены очные индивидуальные компьютерные олимпиады по информатике, ориентированные на победителей и призеров Интернет-олимпиады российских школьников по информатике среди школьников 11 классов, проводимых с использованием Интернет в дистанционной компьютерной форме в 2007 году.

– в апреле и мае 2008 года проведены заочные дистанционные Интернет-олимпи-

ады по информатике, ориентированные на школьников 7–9 классов: «Интернет-олимпиады российских школьников».

Начиная с 2008 учебного года олимпиада проводится в соответствии с приказом Министерство образования и науки Российской Федерации от 22 октября 2007 года № 285 «Об утверждении Порядка проведения олимпиад школьников».

Распределение количества участников олимпиады по информатике по годам:

2006–2007 уч. г. – 1921 участник 7–11 классов из 27 субъектов Российской Федерации.

2007–2008 уч. г. – 4579 участников 7–11 классов из 47 субъектов Российской Федерации.

2008–2009 уч. г. – 6430 участников 7–11 классов из 67 субъектов Российской Федерации.

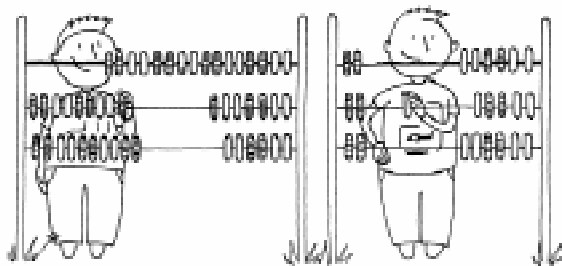
2009–2010 уч. г. – 7506 участников 7–11 классов из 76 субъектов Российской Федерации.

2010–2011 уч. г. – 9081 участник 7–11 классов из 79 субъектов Российской Федерации.

2011–2012 уч. г. – 6933 участников 7–11 классов из 81 субъектов Российской Федерации.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОЧНОГО ТУРА 11 КЛАССА

1. Информация и её кодирование. Задача 1 (1 балл)



Сколько существует таких натуральных чисел, что их запись в шестнадцатеричной системе счисления будет иметь ровно две значащих цифры, а в восьмеричной системе счисления – ровно три значащих цифры? Ответ запишите в шестнадцатеричной системе счисления.

Решение:

Для решения задачи необходимо воспользоваться правилами «быстрого» перевода чисел между системами счисления, основание одной из которых является степенью основания другой. Эти правила позволяют нам заключить, что при переводе из шестнадцатеричной системы счисления в двоич-

ную систему счисления каждый шестнадцатеричный разряд может независимо от других разрядов быть представлен как четыре двоичных разряда, а при переводе из восьмеричной системы счисления в двоичную систему счисления каждый восьмеричный разряд может независимо от других разрядов быть представлен как три двоичных разряда. Следовательно, двузначное шестнадцатеричное число при переводе в двоичную систему счисления будет иметь от 5 до 8 двоичных разрядов, а трехзначное восьмеричное число при переводе в двоичную систему счисления будет иметь от 7 до 9 двоичных разрядов.

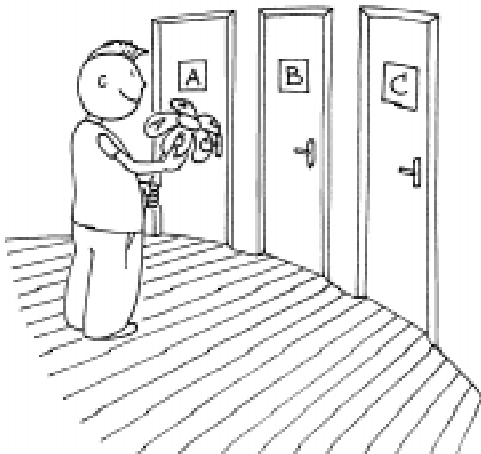
Поскольку в задаче задана система условий, требующая одновременного выполнения условий для двух систем счисления, необходимо найти пересечение двух диапазонов возможного количества разрядов в двоичной системе. Минимальное число шестнадцатеричной системы имеет меньше разрядов при выражении через двоичную систему счисления, чем минимальное число восьмеричной, из этого можно сделать вывод, что минимальное число, которое будет иметь две значащих цифры в шестнадцатеричной системе счисления и три значащих цифры в восьмеричной системе счисления – это минимальное число, которое в

двоичной системе счисления будет иметь 7 разрядов. Это число $1000000_2 = 40_{16}$. В соответствии с аналогичными рассуждениями максимальное число, которое будет иметь две значащие цифры в шестнадцатеричной системе счисления и три значащих цифры в восьмеричной системе счисления – это максимальное число, которое в двоичной системе счисления будет иметь 8 разрядов. Таким числом будет $1111111_2 = FF_{16}$. Остается вычислить количество чисел, удовлетворяющих условию, для чего найдем разницу максимального и минимального чисел удовлетворяющих условиям представленных в шестнадцатеричной системе счисления и прибавим 1: $FF_{16} - 40_{16} + 1 = C0_{16}$, что и является ответом задания.

Стоит обратить внимание, что задачу можно решать в любой системе счисления, при соблюдении правила приведения всех чисел задачи к одной системе счисления, но поскольку ответ задачи просят ввести в шестнадцатеричной системе, то оптимально вести расчеты именно в ней.

Ответ: C0.

2. Основы логики. Задача 1 (2 балла)



Найдите логическую функцию, зависящую от трех логических переменных A , B и C , если известно, что:

1. Существует только три различных комбинации значений логических переменных, для которых значение функции будет “ложь”.

2. Если значение логической переменной A принять за “ложь”, то искомая функция станет эквивалентна логической функции $F(A, B, C) = C$.

3. Если значение логической переменной B принять за «ложь», то искомая функция станет эквивалентна логической функции $F(A, B, C) = A \text{ or } C$.

4. Если значение логической переменной C принять за “ложь”, то искомая функция станет эквивалентна логической функции $F(A, B, C) = A \text{ and not } B$.

В ответе запишите формулу, которая может содержать логические переменные A , B и C и не более чем три логические операции.

Комментарий по вводу ответа: операнды вводятся большими латинскими буквами; логические операции обозначаются, соответственно как **not**, **and** и **or**.

Пример записи ответа: $A \text{ or } B \text{ and } C$

Решение:

Очевидно, что таблица истинности функции, зависящей от трех логических переменных, будет содержать восемь строк.

A	B	C	$F(A, B, C)$
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Первое условие «Существует только три различных комбинации значений логических переменных, для которых значением функции будет “ложь”», не дает нам возможности однозначно утверждать, для каких значений логических переменных оно будет выполняться, временно пропустим его.

Заполним часть значений функции в соответствии с утверждением 2: «Если значение логической переменной A принять за “ложь”, то искомая функция станет эквивалентна логической функции $F(A, B, C) = C$ », которое дает нам однозначность значения функции для первых четырех строк таблицы истинности.

A	B	C	$F(A, B, C)$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Но пункты 1–4 задают нам систему условий, из которой следует необходимость выполнить одновременно все заданные в них условия. Продолжим заполнение в таблице истинности значений функции, руководствуясь утверждением 3: «Если значение логической переменной B принять за «ложь», то искомая функция станет эквивалентна логической функции $F(A, B, C) = A \text{ or } C$ ». Данное утверждение не противоречит условию 2 для первых двух строк, а лишь расширяет определяемые значения функции для строк 5 и 6 таблицы истинности.

A	B	C	$F(A, B, C)$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	
1	1	1	

Продолжим заполнение в таблице истинности значений функции, руководствуясь утверждением 4: «Если значение логической переменной C принять за «ложь», то искомая функция станет эквивалентна логической функции $F(A, B, C) = A \text{ and not } B$ ». Данное условие фиксирует значение функции для строк 1, 3, 5, 7. Значения функции полученные на прошлых этапах не противоречат рассматриваемому условию, для строк 1, 3, 5, но позволяют получить значение функции для 7-й строки. Останется неопределенной только строка 8.



A	B	C	$F(A, B, C)$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	

Наконец можно рассмотреть и утверждение 1: «Существует только три различных комбинации значений логических переменных, для которых значением функции будет «ложь»», из которого следует, что возможное количество ложных значений функции уже перечислено при выполнении других условий задачи. И закончить заполнение таблицы истинности можно лишь значением «истина» для строки 8:

A	B	C	$F(A, B, C)$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Определим функцию $F(A, B, C)$, соответствующую этой таблице истинности. Для этого заметим, что функция $F(A, B, C)$ истинна везде, где значение логической переменной S является истинным. При этом существует единственная комбинация значений переменных, при которой функция $F(A, B, C)$ остается истинной при ложном значении переменной C (A – истина и B – ложь). Следовательно, это функция $A \text{ and not } B \text{ or } C$.

Ответ: $A \text{ and not } B \text{ or } C$ (или эквивалентные выражения).

3. Алгоритмизация и программирование. Задача 1 (1 балл)

Дана исходная последовательность цифр: 1234. Задан алгоритм преобразования последовательности, на каждом шаге которого выполняются следующие операции:

1. В конце последовательности, имеющейся перед выполнением шага, дописывается ее копия, но развернутая зеркально (цифры записываются в обратном порядке).

2. В конце получившейся последовательности удаляется количество цифр, равное номеру шага выполнения алгоритма.

Ниже приведены результаты выполнения первых двух шагов алгоритма:

1: 1234432

2: 123443223443

Определите, какие цифры будут на 101-ой, 301-ой и 501-ой позиции от начала последовательности, которая получилась после выполнения 8-го шага алгоритма.

В ответе укажите через пробел три цифры: сначала цифру, которая стоит на 101-ой позиции, затем цифру, которая стоит на 301-ой позиции и затем цифру, которая стоит на 501-ой позиции.

Решение:

В данной задаче не рационально построение полной последовательности, что чревато ошибками или большими временными затратами. Необходимо проанализировать алгоритм построения последовательности. Заметим, что любая строка начинается с одной и той же последовательности 1234432, что дает нам 7 неизменных цифр – обозначим их 1–7. Во второй строке, после переворота мы удалим 2 цифры, и последовательность будет из 12 элементов: 1–7_7–3. Продолжив применять алгоритм преобразований, получаем следующие строки:

- 1: 1–7 – 7 элементов
- 2: 1–7_7–3 – 12 элементов
- 3: 1–12_12–4 – 21 элементов
- 4: 1–21_21–5 – 38 элементов
- 5: 1–38_38–6 – 71 элементов
- 6: 1–71_71–7 – 136 элементов
- 7: 1–136_136–8 – 265 элементов
- 8: 1–265_265–9 – 522 элементов

При этом последние элементы любой последовательности являются зеркальным отражением начала последовательности, с учетом удаленных элементов. Найдем строки с количеством элементов близким к искомым значениям. Таким образом, в шестом

ряду можно легко определить соответствие 101-й позиции элементу из начала ряда. В ряду отсекаются 6 элементов, их необходимо добавить при расчете соответствия началу последовательности $136 + 6 = 142$, 101-й элемент ряда соответствует 41-му от начала последовательности.

По аналогии 501-й элемент это 30-й от начала.

Несколько сложнее произвести расчет для 301-го элемента. Проще всего отталкиваться от 265-й позиции, от которой необходимо отсчитать 36 элементов по восьмой строке вправо, что аналогично 36 элементам влево по 7-й строке, а это соответствует 43-й позиции.

Таким образом, для определения необходимых цифр необходима последовательность из 43-х элементов. Для чего достаточно построить первые четыре строки. Но и это не обязательно, искомые элементы – 30, 43 и 41 (выделены соответственно жирным шрифтом) находятся не далее 8 элементов от конца 4 строки, что с учетом удаленных в ней 4 элементов дает нам ряд из 12 элементов. А он задан в условии на второй строке. Необходимо убрать первые четыре значения и переписать в обратном порядке что даст нам окончание искомой строки:

4: 1234...334432234

Ответ: 2 3 3.

4. Технологии обработки информации в электронных таблицах. Задача 1 (1 балл)

Дан фрагмент электронной таблицы, в которой ячейки диапазона A1:C8 заполнены числами 0 или 1, как показано на рис. 1. В ячейку D1 записали формулу вида: =ЕСЛИ(И(B1=X;ИЛИ(A1=Y;C1=Z));0;1), где вместо X, Y и Z были подставлены числа 0 или 1.

После этого ячейку D1 последовательно скопировали в ячейки диапазона D2:D8.

В результате получили следующие значения (см. рис. 1).

Определите, какие значения были подставлены вместо X, Y и Z. В ответе укажите через пробел сначала значение X, затем Y и затем Z.

	A	B	C	D	E
1	0	0	0	1	
2	0	0	1	1	
3	0	1	0	0	
4	0	1	1	0	
5	1	0	0	1	
6	1	0	1	1	
7	1	1	0	0	
8	1	1	1	1	
9					

Рис. 1

Решение:

Задача объединяет знания по двум разделам информатики: основы логики и технологии обработки информации в электронных таблицах. Следовательно, можно решить задачу, используя как знания логики, так и навыки работы в электронных таблицах.

Аналитическое решение (знания логики):

Обозначим значение логического высказывания « $A1 = Y$ » логической переменной A , « $B1 = X$ » – B , « $C1 = Z$ » – C . Тогда логическое выражение, используемое как условие для функции ЕСЛИ(), будет выглядеть следующим образом: $B(A \vee C)$. При значении «истина» этого логического выражения в ячейку D помещается 0, а при значении ложь – 1. В столбце D нулевых значений три, против 5 единиц. Это позволяет нам рассмотреть необходимые условия истинности выражения $B(A \vee C)$ при трех наборах значений $A1, B1, C1$: $\{0, 1, 0\}$, $\{0, 1, 1\}$, $\{1, 1, 0\}$.

Выражение $B(A \vee C)$ будет истинным только при значении B , равном 1, и значении $(A \vee C)$, равном единице, что, в свою очередь, возможно при истинности хотя бы одного из двух логических высказываний.

Это возможно, когда X равно 1 для истинности B , и A и C не равны 1 для истинности $(A \vee C)$.

Таким образом, ответ 1 0 0.

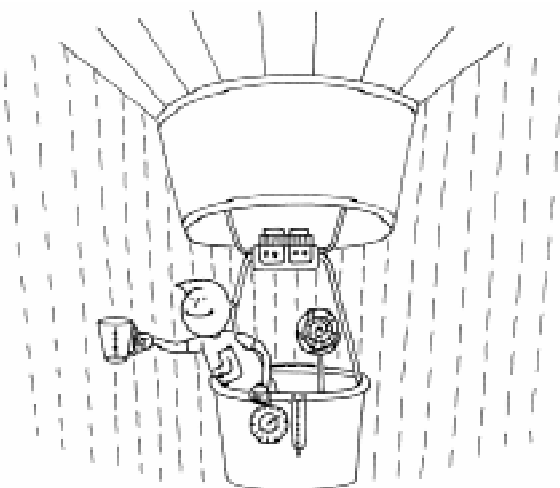
Экспериментальное решение (демонстрирует навыки работы в электронных таблицах):

Очевидно, что для трех переменных X , Y и Z , возможны 8 комбинаций значений. Можно скопировать значения ячеек $D1:D8$ в соседний столбец, получив эталонный диапазон значений. Аккуратно подставив в

формулу в ячейке $D1$ последовательно все возможные комбинации значений переменных X , Y и Z , копируем в ячейки диапазона $D2:D8$ ячейку $D1$. Сравнивая получаемые значения с эталонными, можно прийти к правильному ответу: 1 0 0.

Ответ: 1 0 0.

5. Технологии хранения, поиска и сортировки информации. Задача 1 (2 балла)



В базе данных метеорологических измерений хранятся результаты одновременных замеров трех параметров (температура, влажность, давление) для различных моментов времени. Диапазоны допустимых значений для параметров следующие: температура – от 10,0 до 40,0 включительно, влажность – от 60,0 до 90,0 включительно, давление – от 740,0 до 780,0 включительно. Известно, что не было замеров, у которых значение хотя бы одного параметра с учетом точности измерения совпадало со значением этого параметра в другом замере. Известно количество записей, получаемых в ответ на ряд запросов к этой базе:

1. Температура $\leq 40,0$ and Влажность $\leq 90,0$ and Давление $\leq 780,0$ – 70 записей.

2. Температура $\leq 40,0$ and Влажность $< 75,0$ and Давление $\leq 780,0$ – 30 записей.

3. Температура $\leq 40,0$ and Влажность $\leq 90,0$ and Давление $\geq 760,0$ and Давление $\leq 780,0$ – 40 записей.

4. Температура $< 25,0$ and Влажность $\geq 75,0$ and Влажность $\leq 90,0$ and Давление $< 760,0$ – 8 записей.

5. Температура $\leq 40,0$ and Влажность $< 75,0$ and Давление $\geq 760,0$ and Давление $\leq 780,0$ – 15 записей.

Сколько записей будет получено в ответ на запрос:

Температура $\geq 25,0$ and Температура $\leq 40,0$ and Влажность $\geq 75,0$ and Влажность $\leq 90,0$ and Давление $< 760,0$?

В ответе укажите целое число.

Решение:

На первый взгляд условие задачи предполагает традиционное для этого типа задач использование диаграмм Эйлера-Венна для моделирования ситуации и поиска решения, но этот подход, хотя и приведет к решению задачи, но окажется достаточно трудоемким, и при решении будет трудно не допустить ошибки по невнимательности. Поэтому попробуем посмотреть на условие внимательнее. Во всех запросах к базе данных для каждого параметра (температура, влажность, давление) устанавливается соответствие выбираемой записи одному из двух диапазонов значений параметра:

для температуры – $[10,0; 25,0)$ и $[25,0; 40,0]$,
 для влажности – $[60,0; 75,0)$ и $[75,0; 90,0]$,
 для давления – $[740,0; 760,0)$ и $[760,0; 780,0]$.

Также по условию задачи в базе не может быть двух записей, в которых совпадали бы значения хотя бы одного параметра. Это означает, что все записи составляют 8 непересекающихся областей, объединение которых даст нам все возможные записи в данной базе (рис. 2).

Построив схемы областей (их так же можно представить и в виде куба), необходимо переписать условие, обозначая принадлежность той или иной записи в базе к полученной области. Тогда количество записей, полученных в ответ на имеющиеся в условии запросы, можно представить как суммы обозначенных выше областей следующим образом:

1. Температура $\leq 40,0$ and Влажность $\leq 90,0$ and Давление $\leq 780,0$ – 70 записей = $A+B+C+D+E+F+G+H$.

2. Температура $\leq 40,0$ and Влажность $< 75,0$ and Давление $\leq 780,0$ – 30 записей = $A+C+E+G$.

3. Температура $\leq 40,0$ and Влажность $\leq 90,0$ and Давление $\geq 760,0$ and Давление $\leq 780,0$ – 40 записей = $E+F+G+H$.

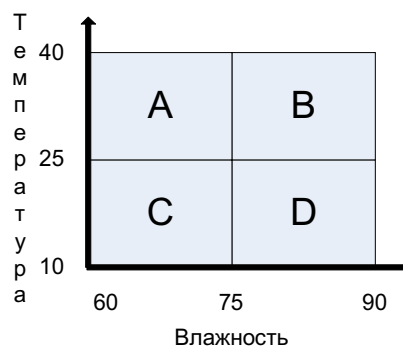
4. Температура $< 25,0$ and Влажность $\geq 75,0$ and Влажность $\leq 90,0$ and Давление $< 760,0$ – 8 записей = D .

5. Температура $\leq 40,0$ and Влажность $< 75,0$ and Давление $\geq 760,0$ and Давление $\leq 780,0$ – 15 записей = $E+G$.

Данная запись показывает, что всего записей в базе 70. Все остальные области можно получить, выполняя простые операции сложения или вычитания. Например, области $A+C$ будут иметь суммарно 15 записей, так как: $(A+C+E+G)-(E+G)$.

Определим количество записей, получаемых в результате целевого запроса. Температура $\geq 25,0$ and Температура $\leq 40,0$ and Влажность $\geq 75,0$ and Влажность $\leq 90,0$ and Давление $< 760,0$ тогда можно обозначить как B .

Давление от 740 до 760 мм



Давление от 760 до 780 мм

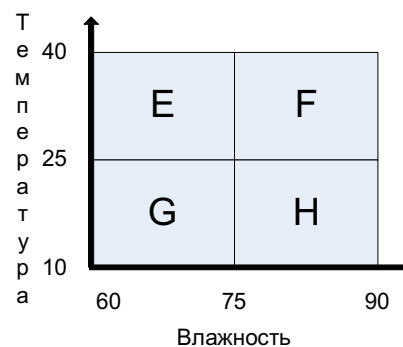


Рис. 2

Область В присутствует только в первом запросе. Необходимо выделить запросы, относящиеся к ней из всего объема записей, для чего удалим из всего множества записи заданные вторым условием: $A+C+E+G=30$, для чего вычтем это множество из первого: $A+B+C+D+E+F+G+H=70$.

Это даст нам множество: $B+D+F+H=40$, которое совпадает по количеству записей с

множеством: $E+F+G+H=40$. При этом нам дано, что: $E+G=15$ и $D=8$, что позволяет нам утверждать, что:

$(E+F+G+H)-(E+G)=F+H=25$, следовательно, $(B+D+F+H)-(F+H)=B+D=15$. Затем можно вычесть $D=8$ и получить $B=7$.

Ответ: 7.

Литература, рекомендуемая для подготовки к олимпиаде

1. Босова Л.Л., Босова А.Ю., Коломенская Ю.Г. Занимательные задачи по информатике. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
2. Брукшир Дж. Информатика и вычислительная техника. 7-е изд. СПб.: Питер, 2004.
3. Брукшир Дж., Гленн. Введение в компьютерные науки. Общий обзор, 6-е издание.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
4. Гашиков С.Б. Системы счисления и их применение. М.: МЦНМО, 2004.
5. Гейн А.Г. Информатика и ИКТ. 10-11 классы. СПб.: «Просвещение», 2009.
6. Гордеев А.В., Молчанов А.Ю. Системное программное обеспечение. СПб.: Питер, 2004.
7. Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. Основание информатики: Пер. с англ. М.: Мир, 1998.
8. Долгинский М.С. Решение сложных и олимпиадных задач по программированию. СПб.: Питер, 2006.
9. Ерош И.Л., Сергеев М.Б., Соловьев Н.В. Дискретная математика СПб.: СПбГУАП, 2005.
10. Златопольский Д.М. Занимательная информатика. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011.
11. Колмыкова Е.А., Кумскова И.А. Информатика. М.: «Академия», 2006.
12. Кудинов Ю.И., Пащенко Ф.Ф., Келина А.Ю. Практикум по основам современной информатики. СПб.: Лань, 2011.
13. Мальярчук С.Н. Информатика в определениях, таблицах и схемах. Харьков: «Ранок», 2011.
14. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 4-е изд. СПб.: Питер, 2010.
15. Сафронов И.К. Готовимся к ЕГЭ. Информатика. СПб.: ВHV-Санкт-Петербург. 2009.
16. Соболев Б.В., Галин А.Б. и др. Информатика. Ростов: «Феникс», 2010.
17. Триумфгородских М. Дискретная математика и математическая логика для информатиков, экономистов и менеджеров. М.: «Диалог-МИФИ», 2011.

Зубок Дмитрий Александрович,
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ИС НИУ ИТМО,

Маятин Александр Владимирович,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры ИС НИУ ИТМО,

Иванов Роман Владимирович,
старший преподаватель кафедры ИС НИУ ИТМО.



Наши авторы, 2011.

Our authors, 2011.