

# олимпиадные задачи

Часть 2

# 2

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ В ЦЕЛЫХ

ЧИСЛАХ

РАЗНЫЕ ЗАДАЧИ С - 19

# ЦЕЛЬ

---

Сегодня мы познакомимся с решением диофантовых уравнений методом спуска и рассмотрим некоторые олимпиадные задачи, предлагаемые для подготовки к ЕГЭ в группе № 19..

# МЕТОД СПУСКА

Метод спуска впервые был применен в VI веке Ариабхаттой.

Метод заключается в сведении данного уравнения к последовательности других уравнений с убывающими по абсолютной величине коэффициентами перед неизвестным.



Ариабхата (или Арьябхата, 476—550) — индийский астроном и математик. Его деятельность открывает «золотой век» индийской математики и астрономии.

# РЕШИТЕ В ЦЕЛЫХ ЧИСЛАХ УРАВНЕНИЕ

## $5X - 7Y = 3.$

Решение. Выразим из уравнения то неизвестное, коэффициент при котором меньше по модулю:  $x = (3 + 7y)/5 = y + (3 + 2y)/5$

Дробь  $(3 + 2y)/5$  должна быть равна целому числу.

Положим  $c = (3 + 2y)/5$ , где  $c$  – целое число.

Тогда  $2y + 3 = 5c$ . Из последнего уравнения выразим то неизвестное, коэффициент при котором меньше по модулю, и сделаем аналогичные преобразования:

$$y = (5c - 3)/2 = 3c - (c + 3)/2$$

Дробь  $(c + 3)/2$  должна быть целым числом.

Обозначим  $(c + 3)/2 = t$ , где  $t$  – целое число.

Отсюда  $c = 2t - 3$ . Последовательно возвращаемся к неизвестным  $x$  и  $y$ :

$$y = 3(2t - 3) - t = 5t - 9,$$

$$x = y + c = 5t - 9 + 2t - 3 = 7t - 12.$$

Ответ:  $x = 7t - 12$ ,  $y = 5t - 9$ , где  $t$  – целое число

# РЕШИТЕ УРАВНЕНИЕ $2x^2 - 5y^2 = 7$ В ЦЕЛЫХ ЧИСЛАХ.

---

Решение. Так как  $2x^2$  - четное число, а 7 - нечетное, то  $5y^2$  должно быть нечетным, т.е.  $y$  - нечетное. Пусть  $y = 2z + 1$ ,  $z \in \mathbb{Z}$ , тогда данное уравнение можно переписать в виде  $x^2 - 10z^2 - 10z = 6$ .

Отсюда видно, что  $x$  должно быть четным.

Пусть  $x = 2m$ , тогда последнее уравнение примет вид

$$2m^2 - 5z(z + 1) = 3,$$

что невозможно, так как число  $z(z + 1)$  - четно, а разность двух четных чисел не может быть равна нечетному числу. Таким образом, данное уравнение не имеет решений в целых числах.

Ответ: нет решений

# ЗАДАЧА

---

В старших классах школы учатся 200 учеников, которые изучают иностранные языки (каждый ученик изучает хотя бы один иностранный язык). Найдите количество учеников, которые изучают все иностранные языки в каждом из следующих случаев:

А) английский изучают 120 человек, немецкий – 97

Б) английский изучают 120 человек, немецкий – 97, французский – 85, и английский и немецкий – 46, и английский и французский – 42, и французский и немецкий – 40

В) английский изучают 90 человек, немецкий 80, французский 60. И для каждой пары языков найдется не более 10 человек, изучающих оба языка.

# А) АНГЛИЙСКИЙ ИЗУЧАЮТ 120 ЧЕЛОВЕК, НЕМЕЦКИЙ - 97

Решени

е

Изобразим диаграмму, соответствующую  
условию



Если сложим  $120+97$ , то количество человек, изучающих два языка, учтем дважды, тогда

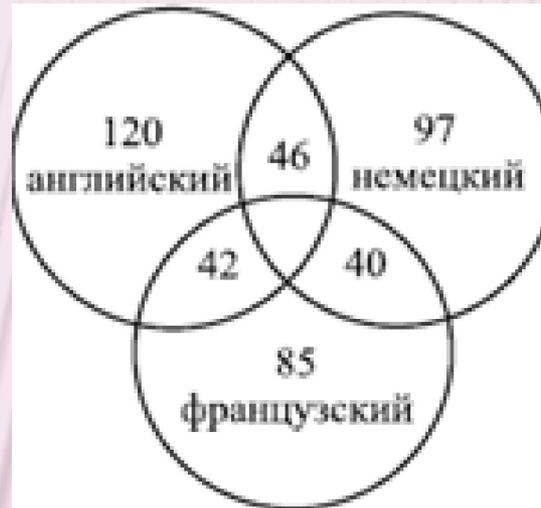
$$120+97 - 200 = 17$$

Ответ 17

Б) АНГЛИЙСКИЙ ИЗУЧАЮТ 120 ЧЕЛОВЕК, НЕМЕЦКИЙ – 97, ФРАНЦУЗСКИЙ – 85, И АНГЛИЙСКИЙ И НЕМЕЦКИЙ – 46, И АНГЛИЙСКИЙ И ФРАНЦУЗСКИЙ – 42, И ФРАНЦУЗСКИЙ И НЕМЕЦКИЙ – 40

Решени

Изобразим диаграмму, соответствующую условию



Пусть  $x$  – число человек, изучающих три языка. Тогда

$$120 + 97 + 85 - 46 - 40 - 42 + x = 200,$$

$$x = 26.$$

Ответ 26

В) АНГЛИЙСКИЙ ИЗУЧАЮТ 90 ЧЕЛОВЕК, НЕМЕЦКИЙ 80, ФРАНЦУЗСКИЙ 60. И ДЛЯ КАЖДОЙ ПАРЫ ЯЗЫКОВ НАЙДЕТСЯ НЕ БОЛЕЕ 10 ЧЕЛОВЕК, ИЗУЧАЮЩИХ ОБА ЯЗЫКА.

---

Решени  
е

Пусть и английский и немецкий изучают  $a$  человек,  
и английский и французский изучают  $c$  человек,  
и французский и немецкий изучают  $y$  человек,  
все языки изучают  $x$  человек, тогда

$$200 = 90 + 80 + 60 - a - c - y + x$$
$$a + c + y = 30 + x.$$

По условию  $a, c, y \leq 10$ , тогда  $a + c + y - 30 \leq 0$ .

Так как  $x$  число неотрицательное, то  $x = 0$

Ответ 0

# ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

---

1. Решите уравнение в целых числах  $5x^2 - 3y^2 = 10$

2. Решите уравнение в целых числах  $4x^2 - 2y^2 = 13$

3. В Мексике экологи добились принятия закона, по которому каждый автомобиль хотя бы один день в неделю не должен ездить (владелец сообщает полиции номер автомобиля и «выходной» день недели этого автомобиля). В некоторой семье все взрослые желают ездить ежедневно (каждый — по своим делам!). Сколько автомобилей (как минимум) должно быть в семье, если взрослых в ней а) 5 человек? б) 8 человек?

4. В старших классах школы учатся 300 учеников, которые изучают иностранные языки (каждый ученик изучает хотя бы один иностранный язык). Найдите количество учеников, которые изучают все иностранные языки в каждом из следующих случаев:

А) английский изучают 240 человек, немецкий – 84

Б) английский изучают 240 человек, немецкий – 84, французский – 63, и английский и немецкий – 57, и английский и французский – 24, и французский и немецкий – 40

В) английский изучают 120 человек, немецкий 60, французский 100. И для каждой пары языков найдется не более 20 человек, изучающих оба языка.

---

ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ ВЫСЫЛАТЬ  
НА ЭЛЕКТРОННУЮ ПОЧТУ

**DDUT\_MATHS@RAMBLER.RU**