

XI МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ИМЕНИ ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА

Решения заданий регионального этапа, 1 день

1. **Операция удвоения цифры** натурального числа состоит в умножении этой цифры на 2 (если это произведение оказывается двузначным, то цифра в следующем разряде числа увеличивается на 1, как при сложении «в столбик»). Например, из числа 9817 удвоениями цифр 7, 1, 8 и 9 можно получить числа 9824, 9827, 10617 и 18817 соответственно. Можно ли из числа 22...22 (20 двоек) несколькими такими операциями получить число 22...22 (21 двойка)? (Н. Агаханов)

Ответ. Можно. **Решение.** Трижды удвоим первую цифру числа 22...22 (20 двоек). Получим число 1622...22 (21 двойка). Теперь удвоим цифру 6 и получим искомое число 22...22 (21 двойка). **Замечание.** Есть и другие способы.

2. Каждый из 10 человек — либо рыцарь, который всегда говорит правду, либо лжец, который всегда лжёт. Каждый из них задумал какое-то натуральное число. Затем первый сказал: «Мое число больше 1», второй сказал: «Мое число больше 2», ..., десятый сказал: «Мое число больше 10». После этого они же, выступая в другом порядке, сказали (каждый по одной фразе): «Мое число меньше 1», «Мое число меньше 2», ..., «Мое число меньше 10». Какое наибольшее число рыцарей могло быть среди этих 10 человек? (О. Подлипский)

Ответ. 8. **Решение.** Те, кто в первой серии ответов сказали, что их числа больше 9 и 10, заведомо лжецы, потому что эти ответы не совместимы ни с каким из ответов второй серии. Значит, рыцарей не больше восьми. Пример, когда рыцарей ровно 8: у первых восьмерых в первой серии ответов задуманы числа 2, ..., 9 соответственно, и они дают ответы «Мое число меньше 3», ..., «Мое число меньше 10» во второй серии ответов. Каждый из двух лжецов задумал число 5, и они дают два последних ответа первой серии и два первых ответа второй серии.

Критерии. Только ответ, без оценки и примера: 0 баллов.

Только оценка или только пример: 3 балла.

3. По кругу расставлены 100 натуральных чисел. Каждое из них разделили с остатком на следующее по часовой стрелке. Могло ли получиться 100 одинаковых ненулевых остатков? (Н. Агаханов)

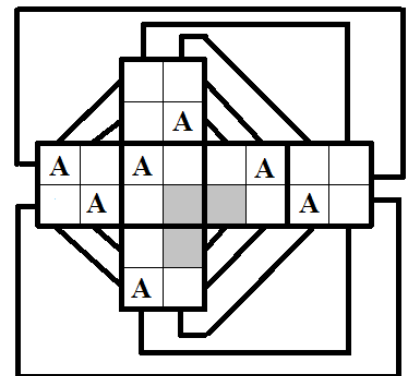
Ответ. Не могло. **Решение.** Допустим, r — указанный в условии остаток. Тогда каждое из стоящих по кругу чисел больше r . Значит, неполное частное при каждом из делений с остатком больше 0, и потому каждое из чисел больше следующего за ним по часовой стрелке. Но такое невозможно, так как, начав с некоторого числа a и обойдя по часовой стрелке круг, мы обнаружим, что число, за которым по часовой стрелке следует a , меньше, чем a , должно быть больше.

Критерии. Только ответ: 0 баллов.

Без обоснования утверждается, что каждое из чисел больше следующего за ним по часовой стрелке: не более 3 баллов.

4. Имеется кубик, каждая грань которого разбита на 4 одинаковые квадратные клетки. Олег хочет отметить невидимыми чернилами 8 клеток так, чтобы никакие две отмеченные клетки не имели общей стороны. У Рустема есть детекторы. Если детектор помещен в клетку, чернила на ней делаются видимыми. Какое наименьшее число детекторов Рустем может поместить в клетки так, чтобы, какие бы клетки после этого Олег ни отметил, можно было определить все отмеченные клетки? (Р. Женодаров, О. Дмитриев)

Ответ. 16. **Решение.** Пример. Разобьем все 24 клетки на восемь троек, где в каждую тройку входят три клетки, примыкающие к одной вершине кубика. У любых двух клеток из одной тройки есть общая сторона. Поскольку отмеченных клеток столько же, сколько троек, в каждой тройке должна быть ровно одна отмеченная клетка. Разместим 16 детекторов так, чтобы в каждой тройке было два детектора. Если в данной тройке один из детекторов сработал, мы нашли отмеченную в этой тройке клетку, если не сработали оба детектора --- отмечена клетка, где детектора нет. **Оценка.** Пусть мы разместили меньше 16 детекторов. Тогда найдется тройка, где есть хотя бы две клетки без детекторов (назовем их «свободными») — отметим ее клетки на изображенной справа развертке куба темными фоном. На этой же развертке отметим 7 клеток буквой А так, как показано на рисунке. Теперь заметим, что если отметить невидимыми чернилами семь клеток А и одну из свободных клеток, то детекторы не позволят нам узнать, какая именно из свободных клеток отмечена. Поэтому меньше, чем 16 детекторами, обойтись не удастся.



Критерии. Только ответ: 0 баллов. Только оценка: 3 балла.

Верный пример размещения детекторов без обоснования: 2 балла.

Верный пример размещения детекторов с обоснованием: 3 балла.

5. Периметр треугольника ABC равен 2. На стороне AC отмечена точка P , а на отрезке CP — точка Q так, что $2AP = AB$ и $2QC = BC$. Докажите, что периметр треугольника BPQ больше 1. (А. Кузнецов)

Решение. Положим $AB = c$, $AC = b$, $BC = a$. Нам требуется доказать, что $BP + BQ + PQ > 1 = (a+b+c)/2$. Поскольку $PQ = AC - AP - CQ = b - (a+c)/2$, надо доказать, что $BP + BQ > (a+b+c)/2 - b + (a+c)/2 = a+c-b/2$.

Обозначим через M и N середины сторон AB и BC соответственно, а через R и S такие точки на лучах AC и CA соответственно, что $AR = AB$, $CS = CB$. Заметим, что $BP = RM$ как медианы из вершин основания равнобедренного треугольника BAR . Аналогично, $BQ = SN$. Осталось заметить, что сумма $SN + RM$ диагоналей трапеции $RNMS$ больше суммы ее оснований $SR + MN = (AR + CS - AC) + AC/2 = (c + a - b) - b/2 = a + c - b/2$.