

**Единый государственный экзамен
по МАТЕМАТИКЕ
Профильный уровень**

Инструкция по выполнению работы

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 19 заданий. Часть 1 содержит 12 заданий с кратким ответом базового и повышенного уровней сложности. Часть 2 содержит 7 заданий с развёрнутым ответом повышенного и высокого уровней сложности.

На выполнение экзаменационной работы по математике отводится 3 часа 55 минут (235 минут).

Ответы к заданиям 1–12 записываются по приведённому ниже образцу в виде целого числа или конечной десятичной дроби. Числа запишите в поля ответов в тексте работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: -0,8.

10	-	0	,	8																
----	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Бланк

При выполнении заданий 13–19 требуется записать полное решение и ответ в бланке ответов № 2.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Справочные материалы

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

Часть 1

Ответом к заданиям 1–12 является целое число или конечная десятичная дробь. Во всех заданиях числа предполагаются действительными, если отдельно не указано иное. Запишите число в поле ответа в тексте работы, затем перенесите его в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждую цифру, знак «минус» и запятую пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерений писать не нужно.

1

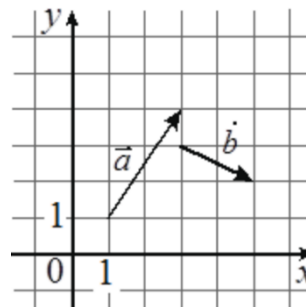
Высота, опущенная из вершины тупого угла на большее основание равнобедренной трапеции, делит его на отрезки равные 10 и 4. Найдите среднюю линию этой трапеции.



Ответ: _____.

2

На координатной плоскости изображены векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$, координатами которых являются целые числа. Найдите длину вектора $\vec{a} + 3\vec{b}$.

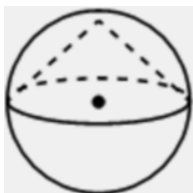


Ответ: _____.





- 3 Около конуса описана сфера (сфера содержит окружность основания конуса и его вершину). Центр сферы совпадает с центром основания конуса. Радиус сферы равен $10\sqrt{2}$. Найдите образующую конуса.



Ответ: _____.

- 4 В классе 16 учащихся, среди них два друга – Вадим и Сергей. Учащихся случайным образом разбивают на 4 равные группы. Найдите вероятность того, что Вадим и Сергей окажутся в одной группе.

Ответ: _____.

- 5 Стрелок в тире стреляет по мишени до тех пор, пока не поразит её. Известно, что он попадает в цель с вероятностью 0,5 при каждом отдельном выстреле. Какое наименьшее количество патронов нужно дать стрелку, чтобы он поразил цель с вероятностью не меньше 0,7?

Ответ: _____.

- 6 Найдите корень уравнения

$$\log_5(5 - x) = 2 \log_5 3.$$

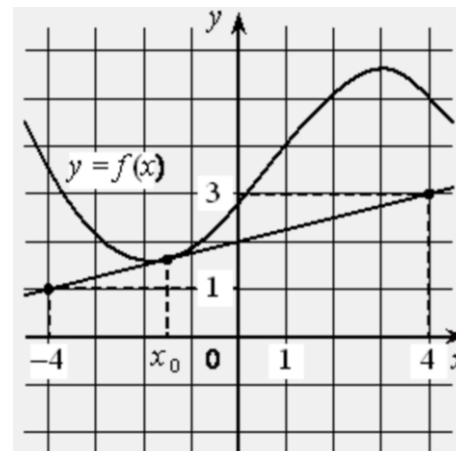
Ответ: _____.

- 7 Найдите значение выражения

$$\frac{(\sqrt{7} + \sqrt{5})^2}{60 + 10\sqrt{35}}$$

Ответ: _____.

- 8 На рисунке изображены график функции $y = f(x)$ и касательная к нему в точке с абсциссой x_0 . Найдите значение производной функции $f(x)$ в точке x_0 .



Ответ: _____.

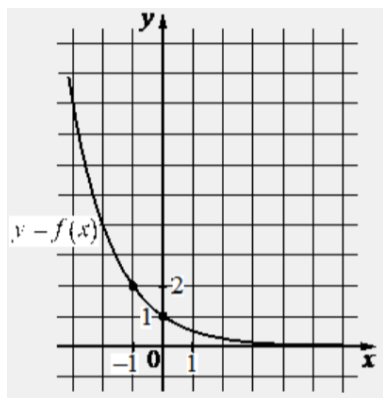
- 9 Коэффициент полезного действия (КПД) некоторого двигателя определяется формулой $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$, где T_1 — температура нагревателя (в кельвинах), T_2 — температура холодильника (в кельвинах). При какой температуре нагревателя T_1 КПД этого двигателя будет 25%, если температура холодильника $T_2 = 276$ К? Ответ дайте в градусах Кельвина.

Ответ: _____.

- 10 Семья состоит из мужа, жены и их дочери-студентки. Если бы зарплата мужа увеличилась вдвое, общий доход семьи вырос бы на 67%. Если бы стипендия дочери уменьшилась втрое, общий доход семьи сократился бы на 4%. Сколько процентов от общего дохода семьи составляет зарплата жены?

Ответ: _____.

- 11 На рисунке изображён график функции вида $f(x) = a^x$. Найдите значение $f(-4)$.



Ответ: _____.

- 12 Найдите наибольшее значение функции $y = 11 \cdot \ln(x + 4) - 11x - 5$ на отрезке $[-3; 5; 0]$.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Для записи решений и ответов на задания 13–19 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер выполняемого задания (13, 14 и т. д.), а затем полное обоснованное решение и ответ. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 13 а) Решите уравнение

$$\cos 2x + \cos^2\left(\frac{3\pi}{2} - x\right) = 0,25.$$

- б) Укажите корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $[-4\pi; -\frac{5\pi}{2}]$.

- 14 Дана треугольная пирамида $SABC$. Основание высоты SO этой пирамиды является серединой отрезка CH — высоты треугольника ABC .

- а) Докажите, что $AC^2 - BC^2 = AS^2 - BS^2$.

- б) Найдите объём пирамиды $SABC$, если $AB = 25$, $AC = 10$, $BC = 5\sqrt{13}$, $SC = 3\sqrt{10}$.

- 15 Решите неравенство

$$\frac{9^x - 3^{x+1} - 19}{3^x - 6} + \frac{9^{x+1} - 3^{x+4} + 2}{3^x - 9} \leq 10 \cdot 3^x + 3.$$

- 16 Вклад планируется открыть на четыре года. Первоначальный вклад составляет целое число миллионов рублей. В конце каждого года вклад увеличивается на 10% по сравнению с его размером в начале года, а, кроме этого, в начале третьего и четвёртого годов вклад ежегодно пополняется на 2 млн рублей. Найдите наибольший размер первоначального вклада, при котором через четыре года вклад будет меньше 15 млн рублей.

- 17 Пятиугольник $ABCDE$ вписан в окружность. Диагонали AD и BE пересекаются в точке M . Известно, что $BCDM$ — параллелограмм.

- а) Докажите, что две стороны пятиугольника равны.

- б) Найдите AB , если известно, что $BE = 12$, $BC = 5$, $AD = 9$.





18

Найдите все значения a , при каждом из которых уравнение

$$3 \sin x + \cos x = a$$

имеет единственное решение на отрезке $\left[\frac{\pi}{4}; \frac{3\pi}{4}\right]$.

19

Дано трёхзначное натуральное число (число не может начинаться с нуля).

- а) Может ли частное этого числа и суммы его цифр быть равным 20?
- б) Может ли частное этого числа и суммы его цифр быть равным 81?
- в) Какое наименьшее натуральное значение может иметь частное данного числа и суммы его цифр?

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.



Система оценивания экзаменационной работы по математике (профильный уровень)

Правильное выполнение каждого из заданий 1–12 оценивается 1 баллом. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа.

Номер задания	Правильный ответ
1	10
2	8
3	20
4	0,2
5	2
6	-4
7	0,2
8	0,25
9	368
10	27
11	16
12	28
13	а) $\pm \frac{\pi}{3} + \pi n; n \in \mathbb{Z}$ б) $-\frac{11\pi}{3}; -\frac{10\pi}{3}; -\frac{8\pi}{3}$
14	225
15	$(-\infty; 1] \cup (\log_3 6; 2)$
16	7 млн
17	10
18	$[\sqrt{2}; 2\sqrt{2}) \cup \{\sqrt{10}\}$
19	а) да б) нет в) 11

Решения и критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Количество баллов, выставленных за выполнение заданий 13–19, зависит от полноты решения и правильности ответа.

Общие требования к выполнению заданий с развёрнутым ответом: решение должно быть математически грамотным, полным, все возможные случаи должны быть рассмотрены. **Методы решения, формы его записи и формы записи ответа могут быть разными. За решение, в котором обоснованно получен правильный ответ, выставляется максимальное количество баллов. Правильный ответ при отсутствии текста решения оценивается в 0 баллов.**

Эксперты проверяют только математическое содержание представленного решения, а особенности записи не учитывают.

При выполнении задания могут использоваться без доказательства и ссылок любые математические факты, содержащиеся в учебниках, входящих в федеральный перечень учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ среднего общего образования.





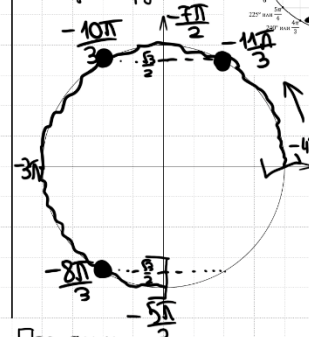
13 а) Решите уравнение

$$\cos 2x + \cos^2\left(\frac{3\pi}{2} - x\right) = 0,25.$$

б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $[-4\pi; -\frac{5\pi}{2}]$.

а) $\cos 2x + \sin^2 x = 0,25$
 $1 - 2\sin^2 x + \sin^2 x = 0,25$
 $\frac{3}{4} = \sin^2 x$
 $\sin x = \pm \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $x = \pm \frac{\pi}{3} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$

б) Ответим корни с помощью окружности



Получим
 $x = -\frac{4\pi}{3} + \frac{\pi}{3} = -\frac{11\pi}{3}$
 $x = -\frac{3\pi}{3} - \frac{\pi}{3} = -\frac{10\pi}{3}$
 $x = -\frac{3\pi}{3} + \frac{\pi}{3} = -\frac{8\pi}{3}$

Ответ: а) $\pm \frac{\pi}{3} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$
 б) $-\frac{11\pi}{3}, -\frac{10\pi}{3}, -\frac{8\pi}{3}$

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ

ИСТОЧНИКИ
 Досрочная волна 2016
ФОРМУЛЫ ДВОЙНОГО УГЛА
 1 $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$
 2 $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$
 $\cos 2\alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$
 $\cos 2\alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha$
ФОРМУЛЫ ПРИВЕДЕНИЯ
 1 шаг
 Если в скобке нечётное количество $\frac{\pi}{2}$, то функция меняется на кофункцию
 Если в скобке сколько-то π , то функция остаётся прежней
 ПРИМЕР:
 $\sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \cos \alpha$
 $\tan(\pi + \alpha) = \tan \alpha$
 2 шаг
 Определяем знак по указанной в скобках четверти (смотреть на исходную функцию, а не на изменяющуюся)
 ПРИМЕР:
 $\sin\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right)$
 Это IV четверть, в ней синус имеет знак минус, поэтому
 $\sin\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right) = -\cos \alpha$

14

Дана треугольная пирамида $SABC$. Основание высоты SO этой пирамиды является серединой отрезка CH – высоты треугольника ABC .

а) Докажите, что $AC^2 - BC^2 = AS^2 - BS^2$.

б) Найдите объём пирамиды $SABC$, если $AB = 25$, $AC = 10$, $BC = 5\sqrt{13}$, $SC = 3\sqrt{10}$.

а) 1) Треб. док:
 $AC^2 + BS^2 = AS^2 + BC^2$

2) $\triangle ASK$: $AC^2 = AK^2 + SK^2$
 $\triangle COS$: $SC^2 = SO^2 + CO^2$
 $\triangle COK$: $BC^2 = CK^2 + BK^2$
 $\triangle BOS$: $BS^2 = BO^2 + SO^2$
 $\triangle AOS$: $AS^2 = AO^2 + SO^2$
 $\triangle KOS$: $SK^2 = KO^2 + SO^2$

Треб. док:

$$AK^2 + BS^2 = BK^2 + AS^2 + CK^2 + BO^2 + AK^2 + BK^2$$

$\triangle OKK$: $x^2 = BO^2 - BK^2$
 $\triangle OAK$: $x^2 = AO^2 - AK^2$

Получаем
 $BO^2 - BK^2 = AO^2 - AK^2$
 $BO^2 + AK^2 = AO^2 + BK^2$

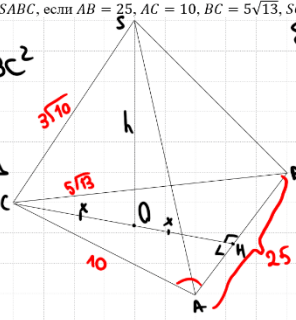
б) 1) $\triangle ABC$:

по т. кос:
 $\cos A = \frac{10^2 + 25^2 - (5\sqrt{13})^2}{2 \cdot 10 \cdot 25} = \frac{4}{5}$
 $\sin A = \frac{3}{5}$

2) $\sin A = \frac{3}{5} = \frac{2x}{AC}$
 $\frac{3}{5} = \frac{2x}{10}$
 $x = 3$

$h = \sqrt{(3\sqrt{10})^2 - 3^2} = 9$

$V = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 25 \cdot \frac{3}{5} \cdot 9 = 225$
 Ответ: 225.



Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получены верные ответы в обоих пунктах	2
Обоснованно получен верный ответ в пункте а ИЛИ получены неверные ответы из-за вычислительной ошибки, но при этом имеется верная последовательность всех шагов решения обоих пунктов: пункта а и пункта б	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	2

Содержание критерия	Баллы
Имеется верное доказательство утверждения пункта а, и обоснованно получен верный ответ в пункте б	3
Получен обоснованный ответ в пункте б ИЛИ имеется верное доказательство утверждения пункта а, и при обоснованном решении пункта б получен неверный ответ из-за арифметической ошибки	2
Имеется верное доказательство утверждения пункта а, ИЛИ при обоснованном решении пункта б получен неверный ответ из-за арифметической ошибки, ИЛИ обоснованно получен верный ответ в пункте б с использованием утверждения пункта а, при этом пункт а не выполнен	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, приведённых выше	0
Максимальный балл	3

15 Решите неравенство

$$\frac{9^x - 3^{x+1} - 19}{3^x - 6} + \frac{9^{x+1} - 3^{x+4} + 2}{3^x - 9} \leq 10 \cdot 3^x + 3.$$

$$\frac{9^x - 3^x \cdot 3 - 19}{3^x - 6} + \frac{9^x \cdot 9 - 3^x \cdot 3^4 + 2}{3^x - 9} \leq 10 \cdot 3^x + 3$$

Пусть $3^x = t$

$$\frac{t^2 - 3t - 19}{t-6} + \frac{9t^2 - 81t + 2}{t-9} - \frac{10t}{1} - \frac{3}{1} \leq 0$$

Сноска с упрощением

$$\frac{(t-6)(t+3)}{t-6} - \frac{1}{t-6} + \frac{9t(t-9)}{t-9} + \frac{2}{t-9} - 10t - 3 \leq 0$$

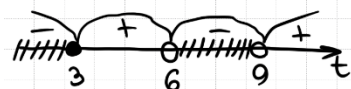
$$t + 3 - \frac{1}{t-6} + 9t + \frac{2}{t-9} - 10t - 3 \leq 0$$

$$\frac{2}{t-9} - \frac{1}{t-6} \leq 0$$

Сноска "в левую"

$$\frac{t-3}{(t-6)(t-9)} \leq 0$$

$$\frac{t-3}{(t-6)(t-9)} \leq 0$$



$$\begin{cases} t \leq 3 \\ 6 < t < 9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3^x \leq 3 \\ x \leq 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \log_3 6 < 3^x < 3^2 \\ \log_3 6 < x < 2 \end{cases}$$

Ответ: $(-\infty, 1] \cup (\log_3 6; 2)$

ИСТОЧНИКИ

ГПР (старый банк)
ГПР (новый банк)
Основная волна 2016
Пробный ЕГЭ 29.02.2020
Основная волна (Резерв) 2021
Досрочная волна 2023

СТЕПЕНИ

- $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$
- $a^m : a^n = a^{m-n}$
- $(a^m)^n = a^{m \cdot n}$
- $a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m$
- $\frac{a^m}{b^m} = \left(\frac{a}{b}\right)^m$
- $a^0 = 1$
- $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$
- $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$

РАЗЛОЖЕНИЕ НА МНОЖИТЕЛИ

$ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2)$

ОСНОВНОЕ ЛОГАРИФИЧЕСКОЕ

$a^{\log_a b} = b$

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен верный ответ	2
Обоснованно получен ответ, отличающийся от верного исключением / включением граничных точек ИЛИ получен неверный ответ из-за вычислительной ошибки, но при этом имеется верная последовательность всех шагов решения	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	2

16 Вклад планируется открыть на четыре года. Первоначальный вклад составляет целое число миллионов рублей. В конце каждого года вклад увеличивается на 10% по сравнению с его размером в начале года, а, кроме этого, в начале третьего и четвертого годов вклад ежегодно пополняется на 2 млн рублей. Найдите наибольший размер первоначального вклада, при котором через четыре года вклад будет меньше 15 млн рублей.

ИСТОЧНИКИ

ГПР (старый банк)
ГПР (новый банк)
Япония 2018
Досрочная волна 2016

Пусть S — сумма вклада
в 21-м месяце открытого
вклада — месяцы копится %
в 21-м месяце погашения вклада

$$\frac{11^4}{10^4} \cdot S < 15 - 2 \cdot 121 - 2,2$$

$$\frac{11^4}{10^4} \cdot S < \frac{1038}{100} \quad \left| \cdot \frac{11^4}{10^4} \right.$$

$$S < \frac{1038 \cdot 10000}{100 \cdot 14641}$$

$$S < \frac{103800}{14641}$$

$$S < 7 \frac{1313}{14641}$$

$$\begin{array}{r} 103800 \overline{) 14641} \\ 102487 \overline{) 14641} \\ \hline 1313 \end{array}$$

Дата	Сумма вклада
21	S
21	$1,1 \cdot S$
22	ничего не копится
22	$1,1^2 \cdot S$
23	$1,1^2 \cdot S + 2$
23	$1,1^3 \cdot S + 2 \cdot 1,1$
24	$1,1^3 \cdot S + 2 \cdot 1,1 + 2$
24	$1,1^4 \cdot S + 2 \cdot 1,1^2 + 2 \cdot 1,1 < 15$

Ответ: 7 млн.

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен верный ответ	2
Верно построена математическая модель	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	2

17 Пятиугольник $ABCDE$ вписан в окружность. Диагонали AD и BE пересекаются в точке M . Известно, что $BСDM$ — параллелограмм.

ИСТОЧНИКИ
Основная волна 2024

- а) Докажите, что две стороны пятиугольника равны.
б) Найдите AB , если известно, что $BE = 12$, $BC = 5$, $AD = 9$.

а) $DM \parallel BC$
(т.к. $BСDM$ — параллелограмм)
Тогда $AD \parallel BC$
 $ABCD$ — трапеция
вписан. в окр., т.е.
равноб.
 $AB = CD$

б) Пусть $AB = x = CD$ (см. а)
 $DM = BC = 5$
 $BM = CD = x$ (т.к. $\triangle BСDM$ — параллелограмм)
 $AM = AD - DM = 4$
 $EM = BE - BM = 12 - x$

② по св-ву пересек. хорд:
 $AM \cdot DM = BM \cdot EM$
 $4 \cdot 5 = x \cdot (12 - x)$
 $20 = 12x - x^2$
 $x^2 - 12x + 20 = 0$
 $x = 2 \quad x = 10$

Пост. кр. в $\triangle ABM$
т.к. тогда в $\triangle ABM$
не вст. кр. в $\triangle ABM$
тр-м

Ответ: 10.

Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	3

18 Найдите все значения параметра a , при каждом из которых уравнение

$$3 \sin x + \cos x = a$$

имеет единственное решение на отрезке $\left[\frac{\pi}{4}; \frac{3\pi}{4}\right]$.

Построим $y = 3 \sin x + \cos x$
 $y' = 3 \cos x - \sin x = 0 \quad | : \cos x$
 $3 = \tan x$
 $x = \arctg 3 + \pi n, n \in \mathbb{Z}$

На отрезке
 $x = \arctg 3$

$x \mid \frac{\pi}{4} \mid \arctg 3 \mid \frac{3\pi}{4}$
 $y \mid 2\sqrt{2} \mid \sqrt{10} \mid \sqrt{2}$

$y(\arctg 3) = 3 \cdot \sin(\arctg 3) + \cos(\arctg 3)$
 $= 3 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} + \frac{1}{\sqrt{10}} = \sqrt{10}$

Ответ: $[\sqrt{2}; 2\sqrt{2}] \cup \{\sqrt{10}\}$

ИСТОЧНИКИ
Досрочная волна (Резерв) 2019
Пробный ЕГЭ 2018

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен верный ответ	4
С помощью верного рассуждения получено множество значений a , отличающееся от искомого конечным числом точек	3
С помощью верного рассуждения получены все граничные точки искомого множества значений a	2
Верно получена хотя бы одна граничная точка искомого множества значений a	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	4

Содержание критерия	Баллы
Имеется верное доказательство утверждения пункта a , и обоснованно получен верный ответ в пункте b	3
Получен обоснованный ответ в пункте b ИЛИ имеется верное доказательство утверждения пункта a , и при обоснованном решении пункта b получен неверный ответ из-за арифметической ошибки	2
Имеется верное доказательство утверждения пункта a , ИЛИ при обоснованном решении пункта b получен неверный ответ из-за арифметической ошибки, ИЛИ обоснованно получен верный ответ в пункте b с использованием утверждения пункта a , при этом пункт a не выполнен	1



19 Дано трёхзначное натуральное число (число не может начинаться с нуля).

- а) Может ли частное этого числа и суммы его цифр быть равным 20?
 б) Может ли частное этого числа и суммы его цифр быть равным 81?
 в) Какое наименьшее натуральное значение может иметь частное данного числа и суммы его цифр?

ИСТОЧНИКИ

ГПР (старый банк)
 Основная волна 2013

а) $\frac{a \cdot 100 + b \cdot 10 + c}{a + b + c} = 20$
 $100a + 10b + c = 20a + 20b + 20c$
 $80a = 10b + 19c$
 Если $a=1$, то $b=8$ $c=0$
 $\frac{180}{1+8+0} = 20$
 Ответ: а) да

б) $\frac{a \cdot 100 + b \cdot 10 + c}{a + b + c} = 81$
 $100a + 10b + c = 81a + 81b + 81c$
 $19a = 71b + 80c$
 Рассмотрим область значений левой части уравнения:
 $19 \leq 19a \leq 171$
 Рассмотрим все значения правой части ур-я в порядке возрастания:
 Если $b=0$ и $c=0$, то $19a=0$ $a=0$
 $b=1$ и $c=0$, то $19a=71$ $a=0$
 $b=0$ и $c=1$, то $19a=80$ $a=0$
 $b=2$ и $c=0$, то $19a=142$ $a=0$
 $b=1$ и $c=1$, то $19a=151$ $a=0$
 $b=0$ и $c=2$, то $19a=160$ $a=0$
 $b=3$ и $c=0$, то $19a=213$ $a=0$
 Все возможные комбинации b и c дают больше 213 в правой части ур-я, поэтому равенство выполняться не будет.

в) Пусть k — искомое число

$\frac{100a + 10b + c}{a + b + c} = k$
 $100a + 10b + c = ka + kb + kc$
 $k \cdot a - 100a + kb - 10b + kc - c = 0$
 $a \cdot (k - 100) + b \cdot (k - 10) + c \cdot (k - 1) = 0$
 Если $k=1$, то $0 = 99a + 9b$
 $k=2$, то $c = 98a + 8b$
 $k=10$, то $9c = 90a$
 $k=11$, то $10c + b = 89a$
 $\Rightarrow k \geq 11$
 Ответ: в) 11

правая ур-я больше левой
 Приведём пример для $k=11$
 При $a=1$
 $b=9$
 $c=8$
 $\frac{198}{1+9+8} = 11$

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособрнадзора от 04.04.2023 № 233/552, зарегистрирован Минюстом России 15.05.2023 № 73314)

«81. Проверка экзаменационных работ включает в себя:

1) проверку и оценивание предметными комиссиями ответов на задания КИМ для проведения ЕГЭ с развёрнутым ответом <...>, в том числе устных ответов, в соответствии с критериями оценивания по соответствующему учебному предмету, разработка которых организуется Рособрнадзором <...>

По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют первичные баллы за каждый ответ на задания КИМ для проведения ЕГЭ с развёрнутым ответом. <...>

В случае существенного расхождения в первичных баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету, разработка которых организуется Рособрнадзором.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о первичных баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

Существенными считаются следующие расхождения:

1. Расхождение между баллами, выставленными двумя экспертами за выполнение любого из заданий 13–19, составляет 2 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением.

2. Расхождение между суммами баллов, выставленными двумя экспертами за выполнение заданий 13–19, составляет 3 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет ответы на все задания работы.

3. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 13–19 заключается в том, что один эксперт указал на отсутствие ответа на задание, а другой выставил за выполнение этого задания ненулевой балл. В этом случае третий эксперт проверяет только ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением. Ситуации, в которых один эксперт указал на отсутствие ответа в экзаменационной работе, а второй эксперт выставил нулевой балл за выполнение этого задания, не являются ситуациями существенного расхождения в оценивании.

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получены верные ответы в пунктах а, б и в	4
Обоснованно получен верный ответ в пункте в и обоснованно получен верный ответ в пункте а или б	3
Обоснованно получены верные ответы в пунктах а и б ИЛИ обоснованно получен верный ответ в пункте в	2
Обоснованно получен верный ответ в пункте а или б	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	4

