

**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

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

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

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

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

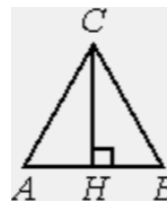
$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

Часть 1

Ответом к заданиям 1–12 является целое число или конечная десятичная дробь. 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

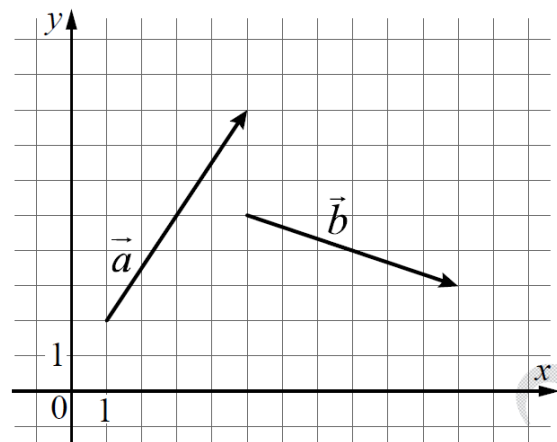
В равностороннем треугольнике ABC высота CH равна $45\sqrt{3}$. Найдите AB .



Ответ: _____.

2

На координатной плоскости изображены векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$. Найдите скалярное произведение $\vec{a} \cdot \vec{b}$.



Ответ: _____.



- 3 В цилиндрическом сосуде уровень жидкости достигает 2 см. На какой высоте будет находиться уровень жидкости, если её перелить во второй цилиндрический сосуд, диаметр которого в 5 раз меньше диаметра первого? Ответ выразите в сантиметрах.

Ответ: _____.

- 4 В случайном эксперименте симметричную монету бросают дважды. Найдите вероятность того, что решка выпала больше раз, чем орёл.

Ответ: _____.

- 5 Если шахматист А. играет белыми фигурами, то он выигрывает у шахматиста Б. с вероятностью 0,5. Если А. играет чёрными, то А. выигрывает у Б. с вероятностью 0,32. Шахматисты А. и Б. играют две партии, причём во второй партии меняют цвет фигур. Найдите вероятность того, что А. выиграет оба раза.

Ответ: _____.

- 6 Найдите корень уравнения

$$\log_7(1 - x) = \log_7 5.$$

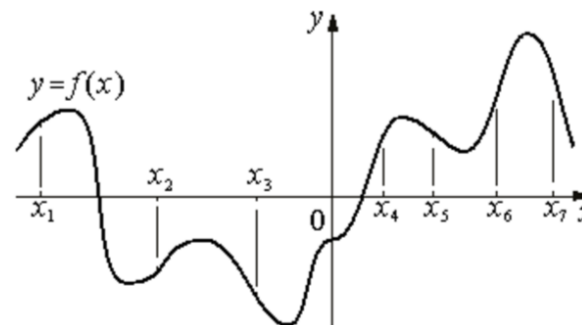
Ответ: _____.

- 7 Найдите значение выражения

$$\sqrt{108} \cos^2 \frac{\pi}{12} - \sqrt{27}.$$

Ответ: _____.

- 8 На рисунке изображён график функции $y = f(x)$. На оси абсцисс отмечены семь точек: $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$. В скольких из этих точек производная функции $f(x)$ положительна?



Ответ: _____.

- 9 К источнику с ЭДС $\varepsilon = 180$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом хотят подключить нагрузку с сопротивлением R (в Ом). Напряжение (в В) на этой нагрузке вычисляется по формуле $U = \frac{\varepsilon R}{R + r}$. При каком значении сопротивления нагрузки напряжение на ней будет равно 170 В? Ответ дайте в омах.

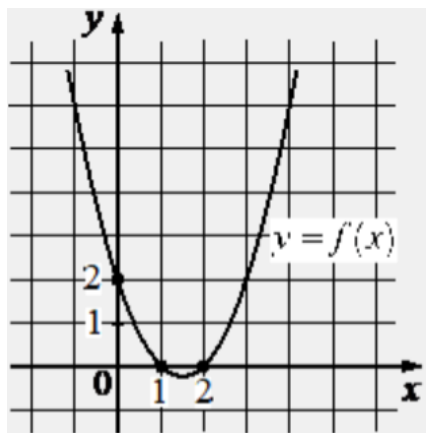
Ответ: _____.

- 10 Первый час автомобиль ехал со скоростью 115 км/ч, следующие три часа – со скоростью 45 км/ч, а затем два часа – со скоростью 40 км/ч. Найдите среднюю скорость автомобиля на протяжении всего пути. Ответ дайте в км/ч.

Ответ: _____.



- 11 На рисунке изображён график функции вида $f(x) = ax^2 + bx + c$. Найдите значение $f(-2)$.



Ответ: _____.

- 12 Найдите наименьшее значение функции $y = x^3 - x^2 - 8x + 4$ на отрезке $[1; 7]$.

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

$$\cos 2x + \sin^2 x = 0,25.$$

- б) Укажите корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $\left[3\pi; \frac{9\pi}{2}\right]$.

- 14 В кубе $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ отмечены середины M и N отрезков AB и AD соответственно.

- а) Докажите, что прямые $B_1 N$ и CM перпендикулярны.
б) Найдите расстояние между этими прямыми, если $B_1 N = 3\sqrt{5}$.

- 15 Решите неравенство

$$\frac{2^{5+x} - 2^{-x}}{2^{3-x} - 4^{-x}} \geq 2^x.$$

- 16 15-го марта планируется взять кредит в банке на 26 месяцев. Условия его возврата таковы:

- 1-го числа каждого месяца долг возрастает на 3% по сравнению с концом предыдущего месяца;
- со 2-го по 14-е число каждого месяца необходимо выплатить часть долга;
- 15-го числа каждого месяца с 1-го по 25-й долг должен быть на 40 тысяч рублей меньше долга на 15-е число предыдущего месяца;
- к 15-му числу 26-го месяца кредит должен быть полностью погашен.

Какую сумму планируется взять в кредит, если общая сумма выплат после полного его погашения составит 1924 тысячи рублей?



17 В треугольнике ABC продолжения высоты CC_1 и биссектрисы BB_1 пересекают описанную окружность в точках N и M соответственно, $\angle ABC = 40^\circ$, $\angle ACB = 85^\circ$.

- а) Докажите, что $BM = CN$.
б) Прямые BC и MN пересекаются в точке D . Найдите площадь треугольника BDN , если его высота BH равна 7.

18 Найдите все значения a , при каждом из которых система уравнений

$$\begin{cases} \frac{(y^2 - xy - 9y + 5x + 20)\sqrt{x+5}}{\sqrt{7-y}} = 0, \\ a = x + y \end{cases}$$

имеет единственное решение.

- 19 а) Можно ли вычеркнуть несколько цифр из числа 123456789 так, чтобы получилось число, кратное 72?
б) Можно ли вычеркнуть несколько цифр из числа 846927531 так, чтобы получилось число, кратное 72?
в) Какое наибольшее количество цифр можно вычеркнуть из числа 124875963 так, чтобы получилось число, кратное 72?

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	90
2	12
3	50
4	0,25
5	0,16
6	-4
7	4,5
8	4
9	17
10	55
11	12
12	-8
13	а) $\pm \frac{\pi}{3} + \pi n; n \in \mathbb{Z}$ б) $\frac{10\pi}{3}; \frac{11\pi}{3}; \frac{13\pi}{3}$
14	2
15	$(-\infty; -3) \cup [-2; +\infty)$
16	1300 тыс.
17	49
18	$(-\infty; -6] \cup \{6\} \cup [10; +\infty)$
19	а) да б) нет в) 5

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.



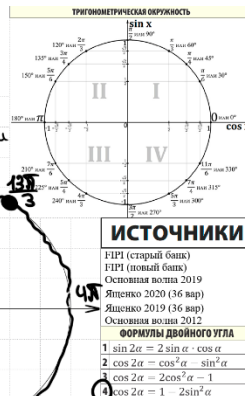
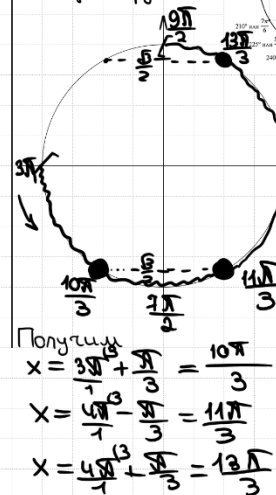
13 а) Решите уравнение

$$\cos 2x + \sin^2 x = 0,25.$$

б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $[3\pi; \frac{9\pi}{2}]$.

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

б) Ответим корни с помощью окружности



ИСТОЧНИКИ
 ЕГЭ (старый базис)
 ЕГЭ (новый базис)
 Основная волна 2019
 Ященко 2020 (36 вар)
 Ященко 2019 (36 вар)
 Основная волна 2012
ФОРМУЛЫ ДВОЙНОГО УГЛА
 1. $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$
 2. $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$
 3. $\cos 2\alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$
 4. $\cos 2\alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha$

Ответ: а) $\pm \frac{\pi}{3} + \pi n; n \in \mathbb{Z}$
 б) $\frac{10\pi}{3}; \frac{11\pi}{3}; \frac{13\pi}{3}$

14

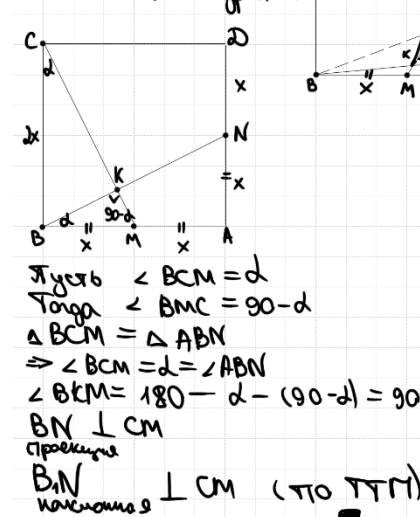
В кубе $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ отмечены середины M и N отрезков AB и AD соответственно.

а) Докажите, что прямые $B_1 N$ и CM перпендикулярны.

б) Найдите расстояние между этими прямыми, если $B_1 N = 3\sqrt{5}$.

а) ① $B_1 N$ - это проекция $B_1 N$ на mn осн.

② Рассмотрим $ABCD$ - квадрат.

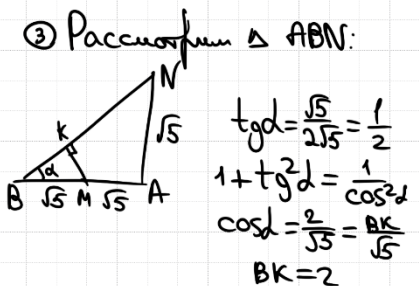


Пусть $\angle BCM = \alpha$
 Тогда $\angle BMC = 90 - \alpha$
 $\triangle BCM = \triangle ABN$
 $\Rightarrow \angle BCM = \alpha = \angle ABN$
 $\angle BKM = 180 - \alpha - (90 - \alpha) = 90$
 $BN \perp CM$
 Проекция
 $B_1 N$ на mn осн. $\perp CM$ (по ТТМ)

б) ① $CM \perp B_1 N$
 $CM \perp BN$
 тогда $CM \perp (BB_1 N)$
 Пусть KN - перпендикуляр к $B_1 N$
 $CM \perp KN$
 Тогда KN - искомое расстояние



② Рассмотрим $\triangle BB_1 N$:
 $B_1 B = 2\sqrt{5}$
 $BN = \sqrt{(2x)^2 + x^2} = \sqrt{5} \cdot x$
 $B_1 N = \sqrt{(2\sqrt{5})^2 + (\sqrt{5} \cdot x)^2} = 3\sqrt{5}$
 $x = \sqrt{5}$



Ответ: 2.

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	2



имеется верное доказательство утверждения пункта <i>a</i> , и при обоснованном решении пункта <i>b</i> получен неверный ответ из-за арифметической ошибки	
Имеется верное доказательство утверждения пункта <i>a</i> , ИЛИ при обоснованном решении пункта <i>b</i> получен неверный ответ из-за арифметической ошибки, ИЛИ обоснованно получен верный ответ в пункте <i>b</i> с использованием утверждения пункта <i>a</i> , при этом пункт <i>a</i> не выполнен	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, приведённых выше	0
Максимальный балл	3

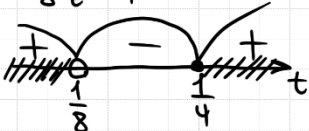
15

Решите неравенство
 $2^{5+x} - 2^{-x} \geq 2^x$
 $2^{3-x} - 4^{-x} \geq 2^x$

$$\frac{2^5 \cdot 2^x - \frac{1}{2^x}}{2^x - \frac{1}{4^x}} - \frac{2^x \left(\frac{8}{2^x} - \frac{1}{4^x} \right)}{1} \geq 0$$
$$\frac{32 \cdot 2^x - \frac{1}{2^x} - 8 + \frac{1}{2^x}}{\frac{8}{2^x} - \frac{1}{4^x}} \geq 0 \quad | \cdot \frac{1}{4^x}$$
$$\frac{32 \cdot 2^{2x} - 8}{8 \cdot 2^x - 1} \geq 0$$

Пусть $2^x = t$

$$\frac{32 \cdot t - 8}{8t - 1} \geq 0$$



$$\begin{cases} t < \frac{1}{8} \\ t \geq \frac{1}{4} \end{cases}$$
$$\begin{aligned} 2^x &< \frac{1}{8} \\ 2^x &< 2^{-3} \\ x &< -3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2^x &\geq \frac{1}{4} \\ 2^x &\geq 2^{-2} \\ x &\geq -2 \end{aligned}$$

Ответ: $(-\infty; -3) \cup [-2; +\infty)$

ИСТОЧНИКИ	
Основная волна (Резерв) 2022 Досрочная волна 2019	
СТЕПЕНИ	
1	$a^n \cdot a^m = a^{n+m}$
2	$a^n : a^m = a^{n-m}$
3	$(a^b)^n = a^{b \cdot n}$
4	$a^n \cdot b^n = (a \cdot b)^n$
5	$\frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n$
6	$a^0 = 1$
7	$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$
8	$\left(\frac{a}{b}\right)^{-n} = \left(\frac{b}{a}\right)^n$

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен верный ответ	2
Обоснованно получен ответ, отличающийся от верного исключением / включением граничных точек ИЛИ	1

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 230911

получен неверный ответ из-за вычислительной ошибки, но при этом имеется верная последовательность всех шагов решения	
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
<i>Максимальный балл</i>	2

16

15-го марта планируется взять кредит в банке на 26 месяцев. Условия его возврата таковы:

- 1-го числа каждого месяца долг возрастает на 3% по сравнению с концом предыдущего месяца;
- со 2-го по 14-е число каждого месяца необходимо выплатить часть долга;
- 15-го числа каждого месяца с 1-го по 25-й долг должен быть на 40 тысяч рублей меньше долга на 15-е число предыдущего месяца;
- к 15-му числу 26-го месяца кредит должен быть полностью погашен.

Какую сумму планируется взять в кредит, если общая сумма выплат после полного его погашения составит 1924 тысячи рублей?

Пусть S - сумма долга
7 число - день платежа

Первые 25 выплат по формуле
воспользуемся P -лом $S_n = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n$

Дата Сумма долга

15-е	S
1-е	$1,03S$
7-е	$S - 40$
1-е	$1,03S - 41,2$
7-е	$S - 2 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 82,4$
7-е	$S - 3 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 123,6$
7-е	$S - 4 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 164,8$
7-е	$S - 5 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 206$
7-е	$S - 6 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 247,2$
7-е	$S - 7 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 288,4$
7-е	$S - 8 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 329,6$
7-е	$S - 9 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 370,8$
7-е	$S - 10 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 412$
7-е	$S - 11 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 453,2$
7-е	$S - 12 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 494,4$
7-е	$S - 13 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 535,6$
7-е	$S - 14 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 576,8$
7-е	$S - 15 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 618$
7-е	$S - 16 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 659,2$
7-е	$S - 17 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 700,4$
7-е	$S - 18 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 741,6$
7-е	$S - 19 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 782,8$
7-е	$S - 20 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 824$
7-е	$S - 21 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 865,2$
7-е	$S - 22 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 906,4$
7-е	$S - 23 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 947,6$
7-е	$S - 24 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 988,8$
7-е	$S - 25 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1030$
7-е	$S - 26 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1071,2$
7-е	$S - 27 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1112,4$
7-е	$S - 28 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1153,6$
7-е	$S - 29 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1194,8$
7-е	$S - 30 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1236$
7-е	$S - 31 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1277,2$
7-е	$S - 32 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1318,4$
7-е	$S - 33 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1359,6$
7-е	$S - 34 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1400,8$
7-е	$S - 35 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1442$
7-е	$S - 36 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1483,2$
7-е	$S - 37 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1524,4$
7-е	$S - 38 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1565,6$
7-е	$S - 39 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1606,8$
7-е	$S - 40 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1648$
7-е	$S - 41 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1689,2$
7-е	$S - 42 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1730,4$
7-е	$S - 43 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1771,6$
7-е	$S - 44 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1812,8$
7-е	$S - 45 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1854$
7-е	$S - 46 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1895,2$
7-е	$S - 47 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1936,4$
7-е	$S - 48 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 1977,6$
7-е	$S - 49 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2018,8$
7-е	$S - 50 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2060$
7-е	$S - 51 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2101,2$
7-е	$S - 52 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2142,4$
7-е	$S - 53 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2183,6$
7-е	$S - 54 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2224,8$
7-е	$S - 55 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2266$
7-е	$S - 56 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2307,2$
7-е	$S - 57 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2348,4$
7-е	$S - 58 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2389,6$
7-е	$S - 59 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2430,8$
7-е	$S - 60 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2472$
7-е	$S - 61 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2513,2$
7-е	$S - 62 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2554,4$
7-е	$S - 63 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2595,6$
7-е	$S - 64 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2636,8$
7-е	$S - 65 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2678$
7-е	$S - 66 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2719,2$
7-е	$S - 67 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2760,4$
7-е	$S - 68 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2801,6$
7-е	$S - 69 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2842,8$
7-е	$S - 70 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2884$
7-е	$S - 71 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2925,2$
7-е	$S - 72 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 2966,4$
7-е	$S - 73 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3007,6$
7-е	$S - 74 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3048,8$
7-е	$S - 75 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3090$
7-е	$S - 76 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3131,2$
7-е	$S - 77 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3172,4$
7-е	$S - 78 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3213,6$
7-е	$S - 79 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3254,8$
7-е	$S - 80 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3296$
7-е	$S - 81 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3337,2$
7-е	$S - 82 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3378,4$
7-е	$S - 83 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3419,6$
7-е	$S - 84 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3460,8$
7-е	$S - 85 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3502$
7-е	$S - 86 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3543,2$
7-е	$S - 87 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3584,4$
7-е	$S - 88 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3625,6$
7-е	$S - 89 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3666,8$
7-е	$S - 90 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3708$
7-е	$S - 91 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3749,2$
7-е	$S - 92 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3790,4$
7-е	$S - 93 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3831,6$
7-е	$S - 94 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3872,8$
7-е	$S - 95 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3914$
7-е	$S - 96 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3955,2$
7-е	$S - 97 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 3996,4$
7-е	$S - 98 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4037,6$
7-е	$S - 99 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4078,8$
7-е	$S - 100 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4120$
7-е	$S - 101 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4161,2$
7-е	$S - 102 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4202,4$
7-е	$S - 103 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4243,6$
7-е	$S - 104 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4284,8$
7-е	$S - 105 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4326$
7-е	$S - 106 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4367,2$
7-е	$S - 107 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4408,4$
7-е	$S - 108 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4449,6$
7-е	$S - 109 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4490,8$
7-е	$S - 110 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4532$
7-е	$S - 111 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4573,2$
7-е	$S - 112 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4614,4$
7-е	$S - 113 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4655,6$
7-е	$S - 114 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4696,8$
7-е	$S - 115 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4738$
7-е	$S - 116 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4779,2$
7-е	$S - 117 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4820,4$
7-е	$S - 118 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4861,6$
7-е	$S - 119 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4902,8$
7-е	$S - 120 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4944$
7-е	$S - 121 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 4985,2$
7-е	$S - 122 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5026,4$
7-е	$S - 123 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5067,6$
7-е	$S - 124 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5108,8$
7-е	$S - 125 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5150$
7-е	$S - 126 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5191,2$
7-е	$S - 127 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5232,4$
7-е	$S - 128 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5273,6$
7-е	$S - 129 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5314,8$
7-е	$S - 130 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5356$
7-е	$S - 131 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5397,2$
7-е	$S - 132 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5438,4$
7-е	$S - 133 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5479,6$
7-е	$S - 134 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5520,8$
7-е	$S - 135 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5562$
7-е	$S - 136 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5603,2$
7-е	$S - 137 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5644,4$
7-е	$S - 138 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5685,6$
7-е	$S - 139 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5726,8$
7-е	$S - 140 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5768$
7-е	$S - 141 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5809,2$
7-е	$S - 142 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5850,4$
7-е	$S - 143 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5891,6$
7-е	$S - 144 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5932,8$
7-е	$S - 145 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 5974$
7-е	$S - 146 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6015,2$
7-е	$S - 147 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6056,4$
7-е	$S - 148 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6097,6$
7-е	$S - 149 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6138,8$
7-е	$S - 150 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6180$
7-е	$S - 151 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6221,2$
7-е	$S - 152 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6262,4$
7-е	$S - 153 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6303,6$
7-е	$S - 154 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6344,8$
7-е	$S - 155 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6386$
7-е	$S - 156 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6427,2$
7-е	$S - 157 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6468,4$
7-е	$S - 158 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6509,6$
7-е	$S - 159 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6550,8$
7-е	$S - 160 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6592$
7-е	$S - 161 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6633,2$
7-е	$S - 162 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6674,4$
7-е	$S - 163 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6715,6$
7-е	$S - 164 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6756,8$
7-е	$S - 165 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6798$
7-е	$S - 166 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6839,2$
7-е	$S - 167 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6880,4$
7-е	$S - 168 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6921,6$
7-е	$S - 169 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 6962,8$
7-е	$S - 170 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 7004$
7-е	$S - 171 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 7045,2$
7-е	$S - 172 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 7086,4$
7-е	$S - 173 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 7127,6$
7-е	$S - 174 \cdot 40$
1-е	$1,03S - 7168,8$
7-е	$S - 175 \cdot 40$

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

17 В треугольнике ABC продолжите высоты CC_1 и биссектрису BB_1 , пересекают окружность в точках N и M соответственно, $\angle ABC = 40^\circ$, $\angle ACB = 85^\circ$.

ИСТОЧНИКИ:
ГПР (старый банк)
ГПР (новый банк)
Основная волна 2022

а) Докажите, что $BM = CN$.
б) Прямые BC и MN пересекаются в точке D . Найдите площадь треугольника BDN , если его высота BH равна 7.

а) ① Находим углы:

$$\begin{aligned}\angle CBM &= \frac{1}{2} \cdot 40 = 20 = \angle ABM \\ \angle BAC &= 180 - 40 - 85 = 55 \\ \angle ACC_1 &= 180 - 55 - 90 = 35 \\ \angle BCN &= 85 - 35 = 50\end{aligned}$$

② Находим длины:

$$\begin{aligned}- CM &= 2 \cdot \angle CBM = 40 \\ - AM &= 2 \cdot 20 = 40 \\ - AN &= 2 \cdot 35 = 70 \\ - BN &= 2 \cdot 50 = 100 \\ - BC &= 2 \cdot 55 = 110\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}- BM &= 110^\circ + 40^\circ = 150^\circ \\ - CN &= 40^\circ + 40^\circ + 70^\circ = 150^\circ\end{aligned}$$

$CN = BM$ (т.к. $\angle CNM = \angle BMN$, $\angle C = \angle B$)
равные углы, равные стороны

б)

① Находим углы $\triangle BDN$

$$\begin{aligned}\angle ABN &= \frac{1}{2} \cdot AN = 35 \\ \angle DBN &= 75^\circ \\ \angle DNB &= \frac{1}{2} \cdot 150 = 75^\circ \\ \Rightarrow \angle BDN &= 180 - 2 \cdot 75 = 30^\circ\end{aligned}$$

② Рассмотрим $\triangle BDN$ - равнобедренный.

$$S = \frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 14 \cdot \frac{1}{2} = 49$$

Ответ: 49.

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	1



обоснованно получен верный ответ в пункте б с использованием утверждения пункта а, при этом пункт а не выполнен	
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	3

18

Найдите все значения a , при каждом из которых система уравнений

$$\begin{cases} (y^2 - xy - 9y + 5x + 20)\sqrt{x+5} = 0, \\ a = x + y \end{cases}$$

имеет единственное решение.

CC801C

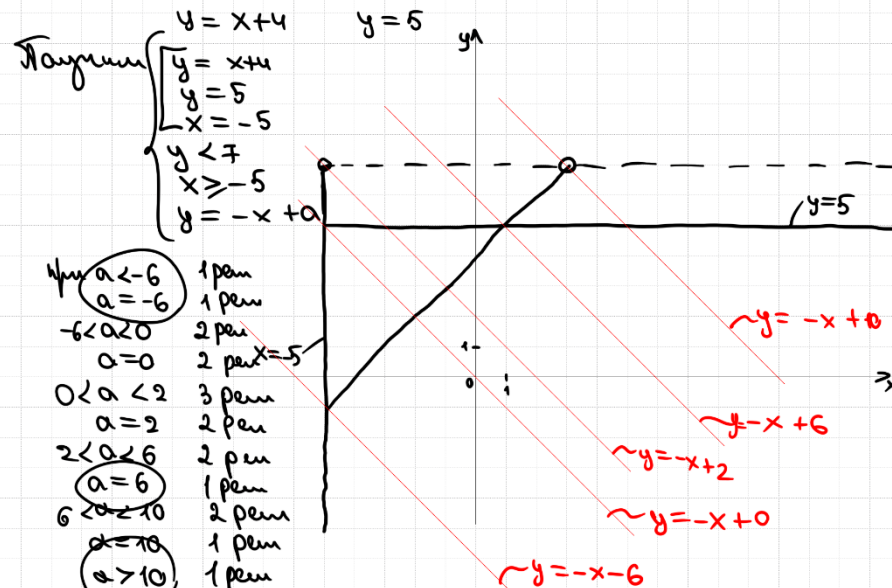
ИСТОЧНИКИ

ГПР (старый банк)
Сентябрь 2018
Досрочная волна 2015

$$\begin{cases} y^2 - xy - 9y + 5x + 20 = 0 \\ \sqrt{x+5} = 0 \\ 7 - y > 0 \\ x + 5 \geq 0 \\ y = -x + a \end{cases}$$

Упростим ① $y^2 + y \cdot (-x - 9) + 5x + 20 = 0$

$$\begin{aligned} D &= (-x - 9)^2 - 4 \cdot (5x + 20) = \\ &= (x + 9)^2 - 4 \cdot (5x + 20) = \\ &= x^2 + 18x + 81 - 20x - 80 = \\ &= x^2 - 2x + 1 = (x - 1)^2 \\ y_{1,2} &= \frac{x + 9 \pm 1 \cdot (x - 1)}{2} \end{aligned}$$



Ответ: $(-\infty; -6] \cup \{6\} \cup [10; +\infty)$



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

19 а) Можно ли вычеркнуть несколько цифр из числа ~~123456789~~ так, чтобы получилось число, кратное 72?
 б) Можно ли вычеркнуть несколько цифр из числа 846927531 так, чтобы получилось число, кратное 72?
 в) Какое наибольшее количество цифр можно вычеркнуть из числа 124875963 так, чтобы получилось число, кратное 72?

а) ① Чтобы число делилось на 72 без остатка, нужно, чтобы оно одновременно делилось на 8 и 9.
 ② Изначальная сумма цифр = $1+2+3+4+5+6+7+8+9=45$
 Вычеркнем 2, 7 и 9.
 1 3 4 5 6 8 делится на 72
 Ответ: а) да

б) ① Искомое число не может быть четным, поэтому вычеркиваем 7 5 3 1 сразу
 8 4 6 9 2
 ② Текущая сумма цифр = $8+4+6+9+2=29$
 Чтобы число делилось на 9, из него можно вычеркнуть 2.
 Тогда 8469 (не подходит)
 Тогда 846 (не подходит)
 Тогда 9 (не подходит)
 Ответ: б) нет.

в) ① Можно ли вычеркнуть все 9 цифр?
 нет, т.к. число не останется.
 ② Можно ли вычеркнуть 8 цифр?
 нет, т.к. однозначное число точно не делится на 72.
 ③ Можно ли вычеркнуть 7 цифр?
 нет, т.к. единственное двузначное число, кратное 72, это 72.
 ④ Можно ли вычеркнуть 6 цифр?
 После вычеркивания получим: 144 216 288 360 432 504 576 648 720 792 864
 X X X X X X X X X X X
 936 X
 $\Rightarrow$ Можно вычеркнуть ≤ 5

⑤ Покажем, что 5 цифр можно было вычеркнуть
 1008 1080 1152 1224 1296
 X X X X X
 Ответ: в) 5

ИСТОЧНИКИ
 Основная волна (Резерв) 2018



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

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.

