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 8 заданий с кратким ответом базового уровня сложности. Часть 2 содержит 4 задания с кратким ответом повышенного уровня сложности и 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.

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

$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$$
$$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha\cdot\cos\alpha$$
$$\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha$$
$$\sin(\alpha+\beta) = \sin\alpha\cdot\cos\beta + \cos\alpha\cdot\sin\beta$$
$$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cdot\cos\beta - \sin\alpha\cdot\sin\beta$$

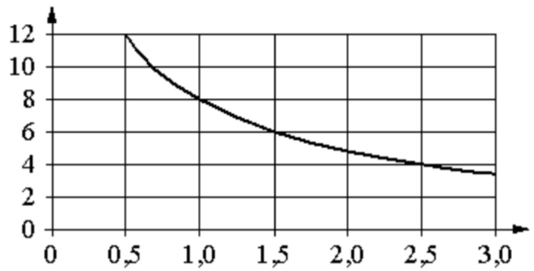
Ответом к заданиям* 1–12 *является целое число или конечная десятичная дробь. Запишите число в поле ответа в тексте работы, затем перенесите его в БЛАНК ОТВЕТОВ №* 1 *справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждую цифру, знак «минус» и запятую пишите в отдельной клеточке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

Часть 1

1 На день рождения полагается дарить букет из нечетного числа цветов. Тюльпаны стоят 55 рублей за штуку. У Вани есть 400 рублей. Из какого наибольшего числа тюльпанов он может купить букет Маше на день рождения?

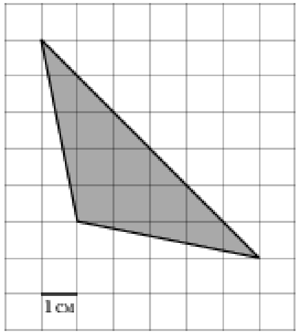
Ответ: ___________________________.

2 Мощность отопителя в автомобиле регулируется дополнительным сопротивлением. При этом меняется сила тока в электрической цепи электродвигателя: чем меньше сопротивление, тем больше сила тока и тем быстрее вращается мотор отопителя. На графике показана зависимость силы тока от величины сопротивления. На горизонтальной оси отмечено сопротивление в омах, на вертикальной оси – сила тока в амперах. Определите по графику, сколько ампер составляет сила тока в цепи при сопротивлении 0,5 Ом.



Ответ: ___________________________.

3 Найдите площадь треугольника, изображенного на клетчатой бумаге с размером клетки 1 см × 1 см. Ответ дайте в квадратных сантиметрах.



Ответ: ___________________________.

4 Биатлонист 4 раза стреляет по мишеням. Вероятность попадания в мишень при одном выстреле равна 0,7. Найдите вероятность того, что биатлонист первые 2 раза попал в мишени, а последние два промахнулся. Результат округлите до сотых.

Ответ: ___________________________.

5 Найдите корень уравнения

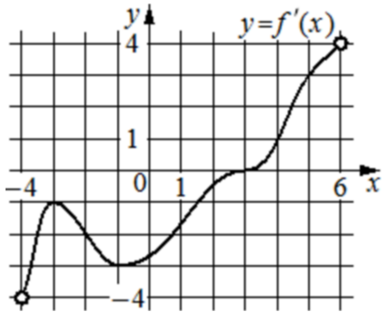
$\log_5(7-x)=\log_5(3-x)+1.$

Ответ: ___________________________.

6 Один угол равнобедренного треугольника на 90° больше другого. Найдите меньший угол. Ответ дайте в градусах.

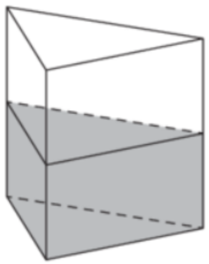
Ответ: ___________________________.

7 На рисунке изображён график $y=f'(x)-$ производной функции $f(x)$, определённой на интервале $(-4;6)$. Найдите абсциссу точки, в которой касательная к графику функции $y=f(x)$ параллельна прямой $y=3x$ или совпадает с ней.



Ответ: ___________________________.

8 В сосуде, имеющем форму правильной треугольной призмы, уровень жидкости достигает 80 см. На какой высоте будет находиться уровень жидкости, если её перелить в другой сосуд такой же формы, сторона основания которого в 4 раза больше, чем у первого? Ответ дайте в сантиметрах.



Ответ: ___________________________.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Часть 2

9 Найдите значение выражения

$10p(a) - 60a - 4,$ если $p(a) = 6a - 2.$

Ответ: ___________________________.

10 При нормальном падении света с длиной волны $\lambda = 450$ нм на дифракционную решётку с периодом d нм наблюдают серию дифракционных максимумов. При этом угол φ (отсчитываемый от перпендикуляра к решётке), под которым наблюдается максимум, и номер максимума k связаны соотношением $d\sin\varphi = k\lambda$. Под каким минимальным углом φ (в градусах) можно наблюдать второй максимум на решётке с периодом, не превосходящим 1800 нм?

Ответ: ___________________________.

11 Плиточник должен уложить 240 м^2 плитки. Если он будет укладывать на 6 м^2 в день больше, чем запланировал, то закончит работу на 9 дней раньше. Сколько квадратных метров плитки в день планирует укладывать плиточник?

Ответ: ___________________________.

12 Найдите наименьшее значение функции

$y = (3x^2 + 21x - 21)e^x$ на отрезке $[-5; 3]$.

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.

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

$$\cos x + \sqrt{\frac{2-\sqrt{2}}{2}\cdot(\sin x + 1)} = 0.$$

б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $\left[-\frac{11\pi}{2}; -4\pi\right]$.

14 В правильной четырёхугольной пирамиде $SABCD$ сторона основания AB равна боковому ребру SA. Медианы треугольника SBC пересекаются в точке M.

а) Докажите, что $AM = AD$.
б) Точка N − середина AM. Найдите SN, если $AD = 6$.

15 Решите неравенство

$$\frac{1}{\log_{(x-1)}\frac{x}{6}} \geq -1.$$

16 Биссектриса угла ADC параллелограмма $ABCD$ пересекает прямую AB в точке E. В треугольник ADE вписана окружность, касающаяся стороны AE в точке K и стороны AD в точке T.

а) Докажите, что $KT \parallel DE$.
б) Найдите угол BAD, если сторона $AD = 6$ и $KT = 3$.

17 Вклад в размере 10 млн рублей планируется открыть на четыре года. В конце каждого года вклад увеличивается на 10% по сравнению с его размером в начале года, а, кроме этого, в начале третьего года и четвёртого годов вклад ежегодно пополняется на одну и ту же фиксированную сумму, равную целому числу миллионов рублей. Найдите наименьший возможный размер такой суммы, при котором через четыре года вклад станет не меньше 30 млн рублей.

18 Найдите все значения a, при каждом из которых уравнение

$$(x^2 + x + 2a^2 + 1)^2 = 8a^2(x^2 + x + 1)$$

имеет ровно один корень.

19 Последовательность $a_1, a_2, \ldots, a_n$ $(n \geq 3)$ состоит из натуральных чисел, причём каждый член последовательности больше среднего арифметического соседних (стоящих рядом с ним) членов.

а) Приведите пример такой последовательности, состоящей из четырёх членов, сумма которых равна 50.
б) Может ли такая последовательность состоять из шести членов и содержать два одинаковых числа?
в) Какое наименьшее значение может принимать сумма членов такой последовательности при $n = 10$?

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

Система оценивания экзаменационной работы по математике (профильный уровень)

Каждое из заданий 1–12 считается выполненными верно, если экзаменуемый дал верный ответ в виде целого числа или конечной десятичной дроби. Каждое верно выполненное задание оценивается 1 баллом.

Номер задания	Правильный ответ
1	7
2	12
3	12
4	0,04
5	2
6	30
7	5
8	5
9	-24
10	30
11	10
12	-21
13	а) $\frac{3\pi}{4}+2\pi n, \frac{3\pi}{2}+2\pi n;\ n \in Z$ б) $-\frac{9\pi}{2}; -\frac{21\pi}{4}$
14	$\sqrt{15}$
15	$(1; 2) \cup (2; 3] \cup (6; +\infty)$
16	60
17	7
18	$\pm\frac{\sqrt{6}}{4}$
19	а) 2, 12, 18, 18 б) да в) 70

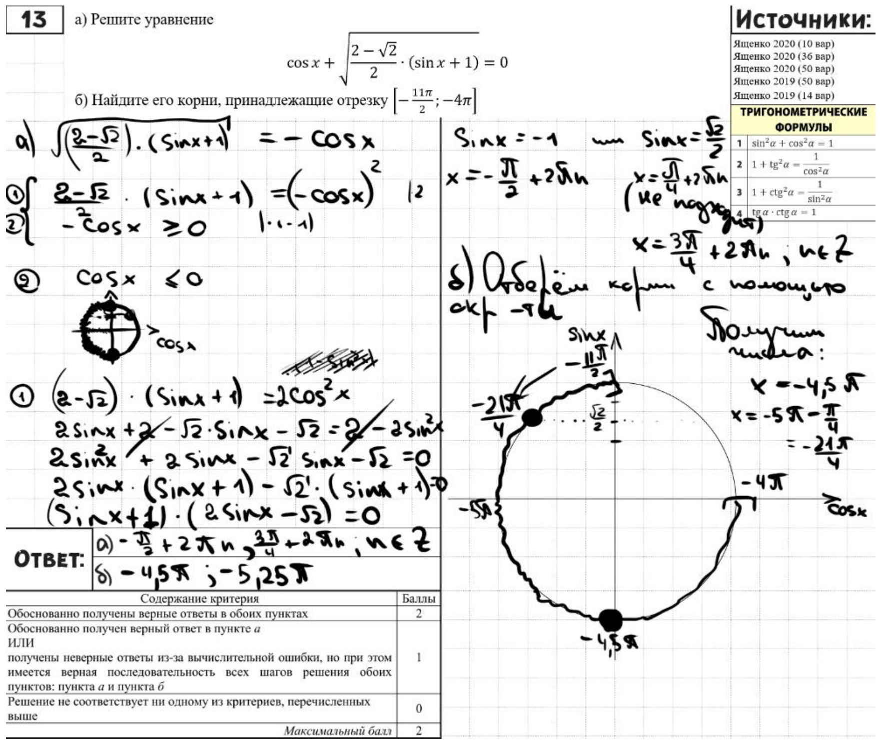
Решения и критерии оценивания заданий 13–19

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 и учебных пособиях, входящих в Федеральный перечень учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ среднего общего образования.



13 а) Решите уравнение

$$\cos x + \sqrt{\frac{2-\sqrt{2}}{2}\cdot(\sin x + 1)} = 0$$

б) Найдите его корни, принадлежащие отрезку $\left[-\frac{11\pi}{2}; -4\pi\right]$

Источники:
Ященко 2020 (10 вар)
Ященко 2020 (36 вар)
Ященко 2020 (50 вар)
Ященко 2019 (50 вар)
Ященко 2019 (14 вар)

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ

1	$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$
2	$1 + \mathrm{tg}^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$
3	$1 + \mathrm{ctg}^2\alpha = \frac{1}{\sin^2\alpha}$
4	$\mathrm{tg}\,\alpha \cdot \mathrm{ctg}\,\alpha = 1$

а) $\sqrt{\left(\frac{2-\sqrt{2}}{2}\right)\cdot(\sin x+1)} = -\cos x$

① $\frac{2-\sqrt{2}}{2}\cdot(\sin x+1) = (-\cos x)^2$ $|\cdot 2$

② $-\cos x \geq 0$ $|\cdot(-1)$

② $\cos x \leq 0$

① $(2-\sqrt{2})\cdot(\sin x+1) = 2\cos^2 x$

$2\sin x + \cancel{2} - \sqrt{2}\cdot\sin x - \sqrt{2} = \cancel{2} - 2\sin^2 x$

$2\sin^2 x + 2\sin x - \sqrt{2}\sin x - \sqrt{2} = 0$

$2\sin x\cdot(\sin x+1) - \sqrt{2}\cdot(\sin x+1) = 0$

$(\sin x+1)\cdot(2\sin x-\sqrt{2}) = 0$

$\sin x = -1$ или $\sin x = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$x = -\frac{\pi}{2} + 2\pi n$ $\quad x = \frac{\pi}{4} + 2\pi n$ (не подходит)

$x = \frac{3\pi}{4} + 2\pi n,\ n \in Z$

б) Отберём корни с помощью окр-ти

Получим числа:

$x = -4{,}5\pi$

$x = -5\pi - \frac{\pi}{4} = -\frac{21\pi}{4}$

Ответ: а) $-\frac{\pi}{2} + 2\pi n,\ \frac{3\pi}{4} + 2\pi n;\ n \in Z$
б) $-4{,}5\pi;\ -5{,}25\pi$

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

14 В правильной четырёхугольной пирамиде $SABCD$ сторона основания AB равна боковому ребру SA. Медианы треугольника SBC пересекаются в точке M.

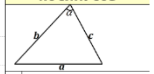
а) Докажите, что $AM = AD$.

б) Точка N — середина AM. Найдите SN, если $AD = 6$.

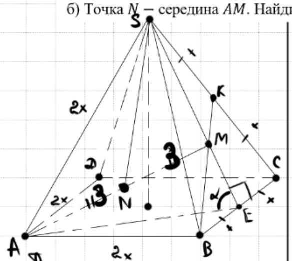
Источники:

Основная волна 2017

ТЕОРЕМА КОСИНУСОВ



1	$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos\alpha$
2	$\cos\alpha = \dfrac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$



Пусть $BF = x$

а) $\triangle ABE$: $AE = \sqrt{5} \cdot x$

$\triangle SEC$: $SE = \sqrt{3} \cdot x$

$ME = \frac{1}{3} SE = \frac{\sqrt{3}}{3} x$

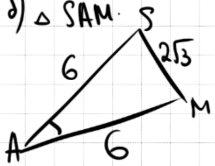
(т.к. M – точка пересеч. медиан)

$\triangle ASE$: $\cos\alpha = \dfrac{3x^2 + 5x^2 - 4x^2}{2 \cdot \sqrt{3}x \cdot \sqrt{5}x} = \dfrac{2}{\sqrt{15}}$

$\triangle AME$. $AM = \sqrt{\frac{3}{9}x^2 + 5x^2 - 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}x \cdot \sqrt{5}x \cdot \frac{2}{\sqrt{15}}}$

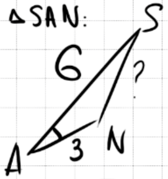
$AM = 2x = AD$

б) $\triangle SAM$.



$\cos\angle SAM = \dfrac{36 + 36 - 12}{2 \cdot 36} = \dfrac{60}{72} = \dfrac{5}{6}$

$\triangle SAN$:



$SN = \sqrt{6^2 + 3^2 - 2 \cdot 6 \cdot 3 \cdot \frac{5}{6}} = \sqrt{15}$

Ответ: $\sqrt{15}$

Содержание критерия	Баллы
Имеется верное доказательство утверждения пункта *а* и обоснованно получен верный ответ в пункте *б*	2
Имеется верное доказательство утверждения пункта *а* 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, перечисленных выше	0
Максимальный балл	2

15 Решите неравенство

$$\frac{1}{\log_{(x-1)} \frac{x}{6}} \geq -1$$

Источники:

Ященко 2020 (14 вар)
Ященко 2020 (36 вар)
Ященко 2020 (50 вар)
Ященко 2019 (36 вар)

МЕТОД ЗАМЕНЫ МНОЖИТЕЛЕЙ

Было	Стало
$\log_a f - \log_a g$	$(a-1)(f-g)$
$a^f - a^g$	$(a-1)(f-g)$
$\lvert f\rvert - \lvert g\rvert$	$(f-g)(f+g)$
$\sqrt{f} - \sqrt{g}$	$(f-g)$

$\dfrac{1}{\log_{(x-1)} \frac{x}{6}} + \dfrac{1}{1} \geq 0$

$\dfrac{1 + \log_{(x-1)} \frac{x}{6}}{\log_{(x-1)} \frac{x}{6}} \geq 0$

$\dfrac{\log_{(x-1)} \frac{x}{6} - \log_{(x-1)} \frac{1}{(x-1)}}{\log_{(x-1)} \frac{x}{6} - \log_{(x-1)} 1} \geq 0$

1) $\dfrac{(x-1-1) \cdot \left(\frac{x}{6} - \frac{1}{x-1}\right)}{(x-1-1) \cdot \left(\frac{x}{6} - 1\right)} \geq 0$

2) $x - 1 \neq 1$

3) $x - 1 > 0$

4) $\frac{x}{6} > 0$

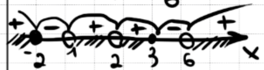
5) $\log_{x-1} \frac{x}{6} \neq 0$

3) $x > 1$

4) $x > 0$

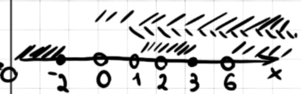
5) $\frac{x}{6} \neq 1$, $x \neq 6$

1) $\dfrac{(x-2) \cdot \frac{x^2 - x - 6}{6(x-1)}}{(x-2) \cdot \frac{x-6}{6}} \geq 0$



2) $x \neq 2$

Найдём пересечение



Ответ: $(1;2) \cup (2;3] \cup (6;+\infty)$

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

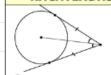
При этом в первом случае выставления 1 балла допускаются только ошибки в строгости неравенства: «<» вместо «≤», или наоборот. **Если в ответ включено значение переменной, при котором одна из частей неравенства не имеет смысла, то следует выставлять оценку «0 баллов».**

16 Биссектриса угла ADC параллелограмма $ABCD$ пересекает прямую AB в точке E. В треугольник ADE вписана окружность, касающаяся стороны AE в точке K и стороны AD в точке T.

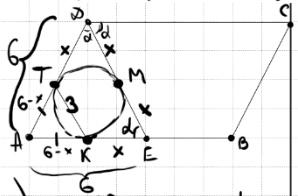
а) Докажите, что $KT \parallel DE$.
б) Найдите угол BAD, если сторона $AD = 6$ и $KT = 3$.

Источники:
Гордин #16 2019
Семёнов 2015

СВОЙСТВО КАСАТЕЛЬНЫХ



Отрезки касательных к окружности, проведённые из одной точки, равны, и составляют равные углы с прямой, проходящей через эту точку и центр окружности



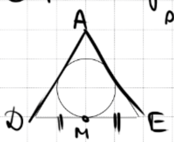
а) ① $\angle CDE = \angle DEA = \alpha$
(накрест леж)

② $AT = AK$
(по св-ву кас)

③ $\triangle ADE$ - равноб
$\triangle ATK$ - равноб.

$\angle A$ - общий
$\angle ADE + \angle AED = \angle ATK + \angle AKT$
$\alpha + \alpha = \angle ATK + \angle AKT$
$\Rightarrow \angle ATK = \alpha$
$\angle AKT = \alpha$
$\Rightarrow KT \parallel DE$ ■

б) ① Рассмотрим $\triangle ADE$ равноб.



M - середина DE

② Пусть
$DM = x = ME$

③ $DM = DT = x$
$ME = EK = x$
$AK = AT = 6 - x$
по свойству кас.

④ $\triangle ATK \sim \triangle ADE$
$$\frac{3}{2x} = \frac{6-x}{6}$$
$18 = 12x - 2x^2$
$x^2 - 6x + 9 = 0$
$x = 3$
$\Rightarrow \triangle ADE$ - равност.
$\Rightarrow \angle BAD = 60°$

Ответ: 60

Содержание критерия	Баллы
Имеется верное доказательство утверждения пункта *а* и обоснованно получен верный ответ в пункте *б*	3
Обоснованно получен верный 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, перечисленных выше	0
Максимальный балл	3

17 Вклад в размере 10 млн рублей планируется открыть на четыре года. В конце каждого года вклад увеличивается на 10% по сравнению с его размером в начале года, а, кроме этого, в начале третьего года и четвёртого годов вклад ежегодно пополняется на одну и ту же фиксированную сумму, равную целому числу миллионов рублей. Найдите наименьший возможный размер такой суммы, при котором через четыре года вклад станет не меньше 30 млн рублей.

Источники:
Ященко 2018 (36 вар)
Досрочная волна 2016
Основная волна (Резерв) 2016

Пусть Январь 2021 - месяц открытия вклада
Декабрь - месяц начисл. %
x - фиксированная сумма пополнения вклада

	Дата	Сумма вклада
1 год	янв 21	10 млн
	дек 21	$10 \cdot 1{,}1$
2 год	янв 22	— | — | —
	дек 22	$10 \cdot 1{,}1^2$
3 год	янв 23	$10 \cdot 1{,}1^2 + x$
	дек 23	$10 \cdot 1{,}1^3 + 1{,}1 \cdot x$
4 год	янв 24	$10 \cdot 1{,}1^3 + 1{,}1 \cdot x + x$
	дек 24	$10 \cdot 1{,}1^4 + 1{,}1^2 \cdot x + 1{,}1x \geq 30$

$14{,}641 + 1{,}21 \cdot x + 1{,}1x \geq 30$
$2{,}31 \cdot x \geq 15{,}359$
$$x \geq \frac{15{,}359}{2{,}31}$$
$$x \geq \frac{15359}{2310}$$

$15359 : 2310 = 6$
-13860
1490

$x \geq 6\frac{1499}{2310}$

Ответ: 7

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен верный ответ	3
Верно построена математическая модель, решение сведено к исследованию этой модели и получен результат: — неверный ответ из-за вычислительной ошибки; — верный ответ, но решение недостаточно обосновано	2
Верно построена математическая модель, решение сведено к исследованию этой модели, при этом решение может быть не завершено	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	3

Несколько подробнее: 1 балл можно выставлять в тех случаях, когда сюжетное условие задачи верно сведено к решению математической (арифметической, алгебраической, функциональной, геометрической) задачи. Именно к решению, а не к отдельному равенству, набору уравнений, уравнению, задающему функцию и т.п. Грубо говоря, предъявленный текст должен включать направление, «продолжаемое» до верного решения. Оценка в 2 балла, разумеется, включает в себя условие выставления 1 балла, но существенно ближе к верному решению задачи.

Здесь предполагается завершенное, практически полное решение соответствующей математической задачи. Типичные допустимые погрешности здесь – вычислительные ошибки (при наличии всех шагов решения) или недостаточно полные обоснования.

Отметим, что термин «математическая модель», быть может, излишне высокопарен для сравнительно простых задач экономического содержания, предлагаемых на ЕГЭ. Однако, по нашему мнению, он наиболее лаконичен, общеупотребим и достаточно ясен для того, чтобы пытаться отыскать ему адекватную замену. Следует подчеркнуть, что один и тот же сюжет может быть успешно сведен к различным математическим моделям и доведён до верного ответа. По этой причине в критериях проверки нигде нет жесткого упоминания о какой-либо конкретной (арифметической, алгебраической, геометрической, функциональной) модели.

Вообще, способов верного решения заданий этого типа никак не меньше, чем для привычных текстовых задач. Возможен и стиль, приближенный к высшей математике, и наивный подход, напоминающий арифметический способ решения текстовых задач, и метод использующий специфические для математической экономики понятия (целевая функция, симплекс-метод и т.п.).

18 Найдите все значения a, при каждом из которых уравнение

$$(x^2+x+2a^2+1)^2 = 8a^2(x^2+x+1)$$

имеет ровно один корень.

Источники:
Ященко 2020 (10 вар)
Ященко 2020 (14 вар)
Ященко 2020 (36 вар)
Ященко 2020 (50 вар)
Ященко 2019 (50 вар)
Ященко 2019 (14 вар)

Пусть $x^2+x+1=t$

$(t+2a^2)^2 = 8a^2\cdot t$

$t^2+4a^2t+4a^4-8a^2\cdot t=0$

$t^2-4\cdot a^2\cdot t+4a^4=0$

$(t-2a^2)^2=0$

$t-2a^2=0$

$x^2+x+1-2a^2=0$

$D=0$

$1-4\cdot(1-2a^2)=0$

$1-4+8a^2=0$

$8a^2=3$

$a^2=\frac{3}{8}$

$a=\pm\sqrt{\frac{3}{8}}=\pm\frac{\sqrt{6}}{4}$

Ответ: $\pm\frac{\sqrt{6}}{4}$

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен правильный 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 Последовательность $a_1, a_2, \ldots, a_n$ ($n \geq 3$) состоит из натуральных чисел, причём каждый член последовательности больше среднего арифметического соседних (стоящих рядом с ним) членов.

а) Приведите пример такой последовательности, состоящей из четырёх членов, сумма которых равна 50.
б) Может ли такая последовательность состоять из шести членов и содержать два одинаковых числа?
в) Какое наименьшее значение может принимать сумма членов такой последовательности при $n = 10$?

Источники:
Основная волна 2016

а) 7 12 15 16
3 10 16 21
2 12 18 18

б) 2 12 18 18 12 2

в) $\overbrace{1\ 5\ 8\ 10\ 11\ 11\ 10\ 8\ 5\ 1}^{70}$

d=4 d=3 d=2 d=1 d=0 d=1 d=2 d=3 d=4

① Нужно „зеркальное отражение"

② по краям единица

③ $a_n > \frac{a_{n-1}+a_{n+1}}{2} \Big| \cdot 2$

$2a_n > a_{n-1}+a_{n+1}$

$a_n-a_{n-1} > a_{n+1}-a_n$

$\overline{a_{n-1}}$ $\overline{a_n}$ $\overline{a_{n+1}}$

Ответ:
а) 2 12 18 18
б) Да, пример приведен
в) 70

Содержание критерия	Баллы
Верно получены все перечисленные (см. критерий на 1 балл) результаты	4
Верно получены три из перечисленных (см. критерий на 1 балл) результатов	3
Верно получены два из перечисленных (см. критерий на 1 балл) результатов	2
Верно получен один из следующих результатов: – обоснованное решение пункта *а*; – обоснованное решение пункта *б*; – искомая оценка в пункте *в*; – пример в пункте *в*, обеспечивающий точность предыдущей оценки	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	4

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210201

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособрнадзора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. <…> По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развернутым ответом. <…>

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

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

Существенными считаются следующие расхождения:

1) расхождение в баллах, выставленных двумя экспертами за выполнение любого из заданий 13–19, составляет 2 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет только ответ на то задание, который был оценен двумя экспертами со столь существенным расхождением;

2) расхождения экспертов при оценивании ответов на хотя бы два из заданий 13–19. В этом случае третий эксперт проверяет ответы на все задания работы.