

**ЭФФЕКТИВНАЯ
ПОДГОТОВКА
К ЕГЭ**

ЕГЭ

2023

В. В. Кочагин, М. Н. Кочагина

МАТЕМАТИКА

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ

- **Задачи базового и профильного уровней сложности**
- **Ответы ко всем заданиям**
- **Решения сложных заданий**



УДК 373:51
ББК 22.1я721
К75

Об авторах:

В. В. Кочагин – кандидат педагогических наук, учитель математики ГБОУ
«Школа № 1568 им. Пабло Неруды» г. Москвы

М. Н. Кочагина – кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики
и методики преподавания математики ИЦО ГАОУ ВО МГПУ

Кочагин, Вадим Витальевич.
К75 ЕГЭ 2023. Математика. Тематические тренировочные задания /
В.В. Кочагин, М.Н. Кочагина. — Москва : Эксмо, 2022. — 208 с. —
(ЕГЭ. Тематические тренировочные задания).

В пособии содержатся тренировочные задания по математике в форме ЕГЭ, сгруппированные по темам в порядке их изучения в 10–11-х классах старшей школы. К каждой учебной теме даются задания базового и профильного уровней сложности. После каждой темы представлены проверочные обобщающие тесты, соответствующие ЕГЭ. В конце книги – ответы ко всем заданиям, в том числе решения сложных заданий.

Издание предназначено для подготовки учащихся к ЕГЭ по математике. Книга будет полезна учителям математики, так как дает возможность эффективно организовать подготовку учащихся к ЕГЭ непосредственно на уроках, в процессе изучения всех тем.

УДК 373:51
ББК 22.1я721

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Справочное издание
анықтамалық баспа

ЕГЭ. ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ

Кочагин Вадим Витальевич
Кочагина Мария Николаевна

ЕГЭ-2023. МАТЕМАТИКА
ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ

(орыс тілінде)

Ответственный редактор *А. Жилинская*
Ведущий редактор *Т. Судакова*
Выпускающий редактор *А. Боева*
Художественный редактор *А. Кашлев*
Технический редактор *Л. Зотова*
Компьютерная верстка *Е. Киселевой*
Корректор *О. Ковальчук*

Дата изготовления / Подписано в печать 16.05.2022.
Формат 60x84¹/₈. Гарнитура «SchoolBookC». Печать офсетная.
Бумага типографская. Усл. печ. л. 24,27.
Тираж экз. Заказ

book 24.ru

Официальный
интернет-магазин
издательской группы
"ЭКСМО-АСТ"



ISBN 978-5-04-166208-0

Страна происхождения: Российская Федерация
Шығарылған елі: Ресей Федерациясы

ООО «Издательство «Эксмо»

123308, Россия, город Москва, улица Зорге, дом 1, строение 1, этаж 20, каб. 2013.
Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Өндіруші: «ЭКСМО» АҚБ Баспасы,

123308, Ресей, қала Мәскеу, Зорге көшесі, 1 үй, 1 ғимарат, 20 қабат, офис 2013 ж.
Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru.

Taуар белгісі: «Эксмо»

Интернет-магазин : www.book24.ru

Интернет-магазин : www.book24.kz

Интернет-дуken : www.book24.kz

Импортёр в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы».

Қазақстан Республикасындағы импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Дистрибутор и представитель по приему претензий на продукцию,

в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»

Қазақстан Республикасында дистрибутор және өнім бойынша арыз-талаптарды

қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС,

Алматы қ., Домбровский көш., 3«а», литер Б, офис 1.

Тел.: 8 (727) 251-59-90/91/92; E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы ақпарат сайтта: www.eksmo.ru/certification

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ

о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Эксмо»

www.eksmo.ru/certification

Өндірген мемлекет: Ресей Сертификация қарастырылған



В электронном виде книги издательства вы можете
купить на www.litres.ru

ЛитРес:
один клик до книг



ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К НАМ!



МЫ В СОЦСЕТЯХ:

[eksmo](https://vk.com/eksmo)

[eksmo.ru](https://t.me/eksmo_ru)

eksmo.ru

ISBN 978-5-04-166208-0



9 785041 662080 >

© Кочагин В.В., Кочагина М.Н., 2022

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Введение</i>	3
I. ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ МАТЕМАТИКИ (10—11 классы)	4
1. ТРИГОНОМЕТРИЯ	4
1.1. Преобразования тригонометрических выражений	4
1.2. Тригонометрические функции	9
1.3. Тригонометрические уравнения	15
<i>Контрольная работа № 1</i>	24
2. АЛГЕБРА	27
2.1. Преобразования иррациональных и степенных выражений	27
2.2. Иррациональные уравнения	35
<i>Контрольная работа № 2</i>	42
2.3. Преобразования логарифмических выражений	45
2.4. Логарифмические уравнения и неравенства	51
<i>Контрольная работа № 3</i>	60
2.5. Показательные уравнения и неравенства	63
<i>Контрольная работа № 4</i>	69
3. ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	72
3.1. Производная функции	72
3.2. Первообразная функции	83
<i>Контрольная работа № 5</i>	87
4. ГЕОМЕТРИЯ	90
4.1. Планиметрия	90
4.2. Стереометрия	99
5. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА	112
II. ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЗ РАЗДЕЛОВ МАТЕМАТИКИ (5—11 классы)	113
1. РАЦИОНАЛЬНЫЕ НЕРАВЕНСТВА	113
2. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫМИ МЕТОДАМИ	121
3. ТЕКСТОВЫЕ ЗАДАЧИ	133
4. УРАВНЕНИЯ И НЕРАВЕНСТВА С МОДУЛЕМ	140
5. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ	148
III. УКАЗАНИЯ К ЗАДАНИЯМ ЧАСТИ 2	154
IV. ОТВЕТЫ	179

I. ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ МАТЕМАТИКИ (10—11 классы)

1. ТРИГОНОМЕТРИЯ

1.1. Преобразования тригонометрических выражений

Содержание, проверяемое заданиями: соотношения между тригонометрическими функциями одного аргумента, формулы сложения, формулы двойного угла, формулы приведения.

Часть 1

Базовый уровень

Ответом к заданиям 1–38 является целое число или конечная десятичная дробь. Запишите число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерений писать не нужно.

1 Найдите значение выражения $3\sin^2\alpha + 10 + 3\cos^2\alpha$.

Ответ: _____.

2 Найдите значение выражения $16 - 6\sin^2\beta - 6\cos^2\beta$.

Ответ: _____.

3 Вычислите: $\cos^2 15^\circ + \cos^2 75^\circ$.

Ответ: _____.

4 Вычислите: $\cos^2 15^\circ - \sin^2 75^\circ$.

Ответ: _____.

5 Упростите выражение $\frac{\sin 4\beta}{\cos 2\beta} - 2\sin 2\beta + 0,29$.

Ответ: _____.

6 Вычислите: $\left(\sin^2 \frac{x}{2} - \cos^2 \frac{x}{2}\right) \cdot \sqrt{3}$ при $x = \frac{5\pi}{6}$.

Ответ: _____.

7 Дано: $\cos\beta = 0,8$ и $\frac{3\pi}{2} < \beta < 2\pi$. Найдите: $\sin\beta$.

О т в е т : _____.

8 Дано: $\operatorname{tg}\beta = \frac{7}{24}$ и $180^\circ < \beta < 270^\circ$. Найдите: $\cos\beta$.

О т в е т : _____.

9 Дано: $\operatorname{ctg}\beta = -1\frac{1}{3}$. Найдите: $\cos 2\beta$.

О т в е т : _____.

10 Дано: $\cos\alpha = -0,6$, $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$; $\sin\beta = -0,6$,

$\frac{3\pi}{2} < \beta < 2\pi$. Найдите: $\sin(\alpha - \beta)$.

О т в е т : _____.

11 Дано: $\cos\alpha = -0,6$, $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$; $\sin\beta = -0,6$,

$\frac{3\pi}{2} < \beta < 2\pi$. Найдите: $\cos(\alpha + \beta)$.

О т в е т : _____.

12 Найдите значение выражения $\cos\left(\frac{3\pi}{2} + \beta\right)$, если $\sin\beta = 0,11$.

О т в е т : _____.

13 Найдите значение выражения $\sin(180^\circ - \beta)$, если $\sin\beta = -0,24$.

О т в е т : _____.

14 Найдите значение выражения $\sin(270^\circ - \beta)$, если $\cos\beta = -0,41$.

О т в е т : _____.

Профильный уровень

15 Найдите значение выражения $\cos(\beta - 270^\circ)$, если $\sin\beta = 0,59$.

Ответ: _____.

16 Найдите значение выражения $\operatorname{tg}^2(\alpha - \pi)$, если $\operatorname{ctg}\alpha = 2,5$.

Ответ: _____.

17 Найдите значение выражения $\cos^2\left(\alpha - \frac{3}{2}\pi\right)$ если $\sin\alpha = 0,2$.

Ответ: _____.

18 Найдите значение выражения $\frac{\sin\left(\frac{13}{2}\pi - \alpha\right) - \operatorname{ctg}(6\pi + \alpha)}{1 + \sin(2\pi - \alpha)}$,

если $\operatorname{ctg}\alpha = 8$.

Ответ: _____.

19 Найдите значение выражения $\frac{\sin\left(\frac{9}{2}\pi - \alpha\right) - \operatorname{ctg}(5\pi + \alpha)}{\sin(\pi - \alpha) - 1}$,

если $\operatorname{tg}\alpha = 0,25$.

Ответ: _____.

20 Найдите значение выражения $\sin(\alpha - \beta) + 2\cos\alpha\sin\beta$, если $\sin(\alpha + \beta) = 0,17$.

Ответ: _____.

21 Найдите значение выражения $\cos(\alpha + \beta) + 2\sin\alpha\sin\beta$, если $\cos(\alpha - \beta) = 0,64$.

Ответ: _____.

22 Найдите значение выражения $\left(\frac{\sin(\alpha + \beta) - 2\cos\alpha\sin\beta}{2\sin\alpha\sin\beta + \cos(\alpha + \beta)}\right) \cdot \sqrt{3}$,

если $\alpha - \beta = 150^\circ$.

Ответ: _____.

23 Найдите значение выражения

$$\left(\frac{\cos(\alpha - \beta) - 2\cos\alpha\cos\beta}{2\cos\alpha\sin\beta + \sin(\alpha - \beta)} \right) \cdot 2\sqrt{3},$$

если $\alpha + \beta = 120^\circ$.

О т в е т : _____.

24 Упростите выражение $\cos(\pi + 2\alpha) + \sin(\pi + 2\alpha) \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)$.

О т в е т : _____.

25 Упростите выражение $\frac{\sin^4\alpha - \cos^4\alpha}{\cos^2\alpha - \sin^2\alpha} - \operatorname{tg}^2\alpha \operatorname{ctg}^2\alpha$.

О т в е т : _____.

26 Упростите выражение $\frac{\sin^3\alpha - \cos^3\alpha}{1 + \sin\alpha\cos\alpha} + \cos\alpha - \sin\alpha$.

О т в е т : _____.

27 Упростите выражение $19 + \sin^4\alpha - \cos^4\alpha + \cos^2\alpha$.

О т в е т : _____.

28 Упростите выражение $4\sin^2 2\alpha + 16\sin^4\alpha - 16\sin^2\alpha$.

О т в е т : _____.

29 Упростите выражение $\frac{1 - 2\sin^2\alpha}{2\operatorname{tg}(45^\circ - \alpha)\cos^2(45^\circ - \alpha)}$.

О т в е т : _____.

30 Вычислите: $\frac{\sin\beta + \cos\beta}{(\sin\beta - \cos\beta)^{-1}}$, если $\sin 2\beta = -0,6$; $\frac{\pi}{2} < \beta < \frac{3\pi}{4}$.

О т в е т : _____.

31 Вычислите: $\frac{\cos\beta - \sin\beta}{(\sin\beta + \cos\beta)^{-1}}$, если $\sin 2\beta = -0,8$; $\frac{3\pi}{4} < \beta < \pi$.

О т в е т : _____.

32 Вычислите: $16\text{ctg}110^\circ\sin105^\circ\text{tg}70^\circ\cos105^\circ$.

О т в е т : _____.

33 Вычислите: $12\text{ctg}140^\circ\sin75^\circ\text{tg}40^\circ\cos75^\circ$.

О т в е т : _____.

34 Вычислите: $\frac{1-2\sin^2 43^\circ}{\sin 176^\circ + \sin 4^\circ}$.

О т в е т : _____.

35 Вычислите: $\frac{2\cos^2 48^\circ - 1}{\sin 186^\circ - \sin 6^\circ}$.

О т в е т : _____.

36 Вычислите: $\frac{\sqrt{3}}{2}(\cos^4 75^\circ - \cos^4 15^\circ)$.

О т в е т : _____.

37 Найдите значение выражения $8\cos 2\beta$, если $2\cos 2\beta + 9\sin \beta - 4 = 0$.

О т в е т : _____.

38 Найдите значение выражения $\cos 2\beta$, если $3\cos 2\beta + 11\sin \beta - 7 = 0$.

О т в е т : _____.

Часть 2

Запишите решение с полным его обоснованием.

39 Вычислите: $\cos 20^\circ + \cos 40^\circ + \dots + \cos 160^\circ + \cos 180^\circ$.

О т в е т : _____.

40 Вычислите: $16\cos 20^\circ\cos 40^\circ\cos 80^\circ$.

О т в е т : _____.

41 Вычислите: $\sin 54^\circ\sin 18^\circ$.

О т в е т : _____.

42 Найдите значение выражения $27\sin\alpha\cos\alpha$, если $\sin\alpha - \cos\alpha = \frac{1}{3}$.

Ответ: _____.

43 Найдите значение выражения $81(\sin^3\alpha + \cos^3\alpha)$, если $\sin\alpha + \cos\alpha = \frac{1}{3}$.

Ответ: _____.

44 Вычислите: $\frac{2\sin 2\alpha - 3\cos 2\alpha}{4\sin 2\alpha + 5\cos 2\alpha}$, если $\operatorname{tg}\alpha = 3$.

Ответ: _____.

45 Вычислите: $\frac{7\cos\alpha + 4\sin\alpha}{4\sin\alpha + 3\cos\alpha}$, если $4\sin 2\alpha = 15\sin^2\alpha + 1$.

Ответ: _____.

46 Упростите: $3(\sin^4\alpha + \cos^4\alpha) - 2(\sin^6\alpha + \cos^6\alpha)$.

Ответ: _____.

1.2. Тригонометрические функции

Содержание, проверяемое заданиями: значения функции, область определения функции, периодичность, множество значений функции, чётность, нечётность, возрастание и убывание, ограниченность, сохранение знака функции.

Часть 1

Базовый уровень

Ответом к заданиям 1–42 является целое число или конечная десятичная дробь. Запишите число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерений писать не нужно.

1 Вычислите: $\operatorname{tg} 390^\circ \cdot \sqrt{3}$.

Ответ: _____.

2 Вычислите: $\sin\left(-\frac{7}{3}\pi\right) \cdot \sqrt{3}$.

Ответ: _____.

3 Вычислите: $\cos \frac{11\pi}{6} \cdot \sqrt{3}$.

Ответ: _____.

4 Вычислите: $\operatorname{ctg}(-300^\circ) \cdot 2\sqrt{3}$.

Ответ: _____.

Профильный уровень

5 Какое число из промежутка $(2; 3)$ не входит в область определения функции $y = \operatorname{tg}(\pi x)$?

Ответ: _____.

6 Какое число из промежутка $(1,4; 2,7)$ не входит в область определения функции $y = \operatorname{ctg}(\pi x)$?

Ответ: _____.

7 Найдите наибольшее значение функции $y = \cos x$ на промежутке $\left[\frac{\pi}{3}; \frac{\pi}{2}\right]$.

Ответ: _____.

8 Найдите наименьшее значение функции $y = \cos x$ на промежутке $\left[-\pi; \frac{\pi}{4}\right]$.

Ответ: _____.

9 Найдите наибольшее значение функции $y = \sin x$ на отрезке $\left[0; \frac{\pi}{6}\right]$.

Ответ: _____.

10 Найдите наименьшее значение функции $y = \sin x$ на отрезке $\left[\frac{\pi}{6}; \pi\right]$.

Ответ: _____.

11 Найдите наибольшее значение функции $y = \sin x$ на отрезке $\left[\frac{\pi}{6}; 2\pi\right]$.

Ответ: _____.

12 Найдите наименьшее значение функции $y = \sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) - \cos(\pi + x)$.

Ответ: _____.

- 13** Найдите наибольшее значение функции $y = \sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) + \cos(\pi + x)$.
 Ответ: _____.
- 14** Сколько целых чисел входит в множество значений функции $y = \sin 15^\circ \cos x + \cos 15^\circ \sin x$?
 Ответ: _____.
- 15** Сколько натуральных чисел входит в множество значений функции

$$y = \cos \frac{\pi}{8} \cos x - \sin \frac{\pi}{8} \sin x?$$
 Ответ: _____.
- 16** Найдите наименьшее значение функции $y = 5 - \cos x$.
 Ответ: _____.
- 17** Найдите наибольшее значение функции $y = 7 - \sin(2x)$.
 Ответ: _____.
- 18** Найдите наименьшее значение функции $y = 1 + 2\cos(3x)$.
 Ответ: _____.
- 19** Найдите наибольшее значение функции $y = 3 - 4\sin(5x)$.
 Ответ: _____.
- 20** Укажите наибольшее целое число, не превосходящее $\sin 11^\circ$.
 Ответ: _____.
- 21** Укажите наибольшее целое число, не превосходящее $\cos 97^\circ$.
 Ответ: _____.
- 22** Укажите наибольшее целое число, не превосходящее $2\sin 31^\circ$.
 Ответ: _____.
- 23** Укажите наибольшее целое число, не превосходящее $2\operatorname{tg} 46^\circ$.
 Ответ: _____.

- 24 Найдите наибольшее значение функции $y = 3\sin(2x) + 4$.
 Ответ: _____.
- 25 Найдите наибольшее целое значение функции $y = 6\cos x \operatorname{tg} x$.
 Ответ: _____.
- 26 Найдите наименьшее значение функции $y = 5\sin(3x) - 12$.
 Ответ: _____.
- 27 Найдите наименьшее целое значение функции $y = 14\sin x \operatorname{ctg} x$.
 Ответ: _____.
- 28 Найдите наибольшее значение функции $y = \sin x \cos x$.
 Ответ: _____.
- 29 Найдите наименьшее значение функции $y = 2\left(\cos^2 \frac{x}{2} - \sin^2 \frac{x}{2}\right)$.
 Ответ: _____.
- 30 Найдите наименьшее целое значение функции $y = \frac{\sin(2x)}{\sin x}$.
 Ответ: _____.
- 31 Найдите наибольшее значение функции $y = \frac{9}{2\cos x + 5}$.
 Ответ: _____.
- 32 Найдите наименьшее значение функции $y = \frac{8}{3\sin x - 7}$.
 Ответ: _____.
- 33 Сколько целых чисел содержится во множестве значений функции $y = \sin 2x$?
 Ответ: _____.
- 34 Сколько целых чисел содержится во множестве значений функции
 $y = 2\sin 2x + \sin x + 1$?
 Ответ: _____.

35 Скольким целым числам содержится во множестве значений функции

$$y = \cos 2x + \cos x - 1?$$

Ответ: _____.

36 Найдите множество значений функции $y = \operatorname{tg} x \operatorname{ctg} x$.

Ответ: _____.

37 В какой четверти находится число x , если $\sin x + \cos x = 1,01$?

Ответ: _____.

38 В какой четверти находится число x , если $\sin x + \cos x = -1,02$?

Ответ: _____.

39 Вычислите: $5 \arcsin\left(\cos \frac{\pi}{2}\right)$.

Ответ: _____.

40 Вычислите: $\sqrt{3} \cos\left(\arcsin \frac{1}{2}\right)$.

Ответ: _____.

41 Вычислите: $\sqrt{2} \sin\left(\arccos\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right)$.

Ответ: _____.

42 Вычислите: $\frac{8}{\pi} \operatorname{arctg}(\cos \pi)$.

Ответ: _____.

Часть 2

Запишите решение с полным его обоснованием.

43 При каких значениях a функция $y = a \cos x + \sin x - a \sin x$ будет чётной?

Ответ: _____.

- 44 При каких значениях a функция $y = a\cos x + \sin x - a\sin x$ будет нечётной?
 Ответ: _____.
- 45 Пусть $f(x) = \cos x$, $g(x) = \sin x$. Сравните $f(f(0))$ и $g(g(0))$.
 Ответ: _____.
- 46 Пусть $f(x) = \cos x$, $g(x) = 2x$. Найдите $f(g(0))$.
 Ответ: _____.
- 47 Пусть $f(x) = \sin x$. Найдите $f(f(f(0)))$.
 Ответ: _____.
- 48 Пусть $f(x) = \cos x$. Найдите сумму корней уравнения $f(x) = 0$, если $x \in [-200; 200]$.
 Ответ: _____.
- 49 Пусть $f(x) = 16\cos^4 x - 4\cos x + 1$. Найдите сумму наибольшего и наименьшего корней уравнения $f(x) = 0$, если $x \in [-200\pi; 200\pi]$.
 Ответ: _____.
- 50 Расположите в порядке возрастания: $\sin 2000^\circ$, $\cos 2000^\circ$, $\operatorname{tg} 2000^\circ$, $\operatorname{ctg} 2000^\circ$.
 Ответ: _____.
- 51 Расположите в порядке убывания: $\sin 1$, $\cos 2$, $\operatorname{ctg} 3$, $\operatorname{tg} 4$.
 Ответ: _____.
- 52 Найдите множество значений функции $y = \sqrt{2}(\cos 200x + \sin 200x)$.
 Ответ: _____.
- 53 Найдите множество значений функции $y = \frac{\sqrt{2\sqrt{2}(\cos 200x - \sin 200x)}}{2}$.
 Ответ: _____.

1.3. Тригонометрические уравнения

Содержание, проверяемое заданиями: общая формула решения уравнений $\sin x = a$, $\cos x = a$, $\operatorname{tg} x = a$, $\operatorname{ctg} x = a$; приёмы решения тригонометрических уравнений: разложение на множители, замена переменной, использование свойств функций, использование графиков, использование нескольких приёмов при решении тригонометрических уравнений; системы, содержащие одно или два тригонометрических уравнения; уравнения с параметром; уравнения, содержащие переменную под знаком модуля.

Часть 1

Базовый уровень

Ответом к заданиям 1–52 является целое число или конечная десятичная дробь. Запишите число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерений писать не нужно.

- 1 Укажите наибольший отрицательный корень уравнения $2\sin x + 1 = 0$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

- 2 Укажите наименьший положительный корень уравнения $\sqrt{3}\operatorname{ctg} x + 3 = 0$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

- 3 Найдите наибольший отрицательный корень уравнения $2\sqrt{3}\operatorname{tg} x - 6 = 0$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

- 4 Найдите наименьший положительный корень уравнения $\cos(2x) = 0,5$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

- 5 Укажите наименьший положительный корень уравнения $\sin(4x) = \frac{\sqrt{3}}{2}$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

Профильный уровень

- 6 Найдите наибольший отрицательный корень уравнения $\cos(2x)\cos x - \sin(2x) \times \sin x = 1$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

- 7 Укажите число корней уравнения $\sin 200x \cos 199x - \cos 200x \sin 199x = 0$, принадлежащих промежутку $[0; 4\pi]$.
- Ответ: _____.
- 8 Укажите число корней уравнения $\operatorname{tg} x \cdot \operatorname{ctg} x + \cos x = 0$, принадлежащих промежутку $[0; 2\pi]$.
- Ответ: _____.
- 9 Укажите ближайший к 0 корень уравнения $2\sin x + 1 = 0$. Ответ запишите в градусах.
- Ответ: _____.
- 10 Укажите ближайший к $\frac{\pi}{2}$ корень уравнения $2\cos x + \sqrt{3} = 0$. Ответ запишите в градусах.
- Ответ: _____.
- 11 Укажите ближайший к π корень уравнения $\sin x = \frac{\sqrt{3}}{2}$. Ответ запишите в градусах.
- Ответ: _____.
- 12 Укажите ближайший к π корень уравнения $\sin x = \frac{-3}{2\sqrt{3}}$. Ответ запишите в градусах.
- Ответ: _____.
- 13 Укажите число корней уравнения $\cos x = -\frac{\sqrt{3}}{2}$, которые лежат в промежутке $[0; 3\pi]$.
- Ответ: _____.
- 14 Укажите количество корней уравнения $\operatorname{tg} x = -\sqrt{3}$, которые лежат в промежутке $[-\pi; 2\pi]$.
- Ответ: _____.
- 15 Укажите число корней уравнения $\sin x = \frac{1}{3}$ на промежутке $[0; \pi]$.
- Ответ: _____.

- 16** Укажите число корней уравнения $\sin x = \frac{1}{3}$ на промежутке $[\pi; 2\pi]$.
 Ответ: _____.
- 17** Укажите число корней уравнения $\operatorname{tg} x = 2$ на промежутке $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$.
 Ответ: _____.
- 18** Укажите ближайший к $\frac{\pi}{6}$ корень уравнения $\cos(4x) = 1$. Ответ запишите в градусах.
 Ответ: _____.
- 19** Найдите сумму корней уравнения $\cos(x + 2000\pi) = 0$, принадлежащих промежутку $[0; 2\pi]$. Ответ запишите в градусах.
 Ответ: _____.
- 20** Укажите наименьший положительный корень уравнения $\operatorname{tg}(2x - 10^\circ) = \frac{1}{\sqrt{3}}$. Ответ запишите в градусах.
 Ответ: _____.
- 21** Решите уравнение $\cos(\pi x) = 1$. В ответе укажите произведение корней уравнения, принадлежащих промежутку $(1; 6)$.
 Ответ: _____.
- 22** Решите уравнение $\sin(\pi x) = 1$. В ответе укажите сумму корней уравнения, принадлежащих промежутку $(1; 6)$.
 Ответ: _____.
- 23** Укажите наименьший положительный корень уравнения $\sin(\pi - x) - \cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -1$. Ответ запишите в градусах.
 Ответ: _____.
- 24** Укажите наименьший положительный корень уравнения $\frac{\cos x - \frac{1}{2}}{\sin x - \frac{\sqrt{3}}{2}} = 0$. Ответ запишите в градусах.
 Ответ: _____.

25 Определите число корней уравнения $\frac{\sin x - \frac{\sqrt{2}}{2}}{\cos x + \frac{\sqrt{2}}{2}} = 0$ из промежутка $[0; 2\pi]$.

Ответ: _____.

26 Определите число корней уравнения $\frac{\sin x}{\operatorname{tg} x} = 0$ из промежутка $[0; 2\pi]$.

Ответ: _____.

27 Сколько корней имеет уравнение $\operatorname{tg} x = \frac{1}{\sqrt{3}-2} + 2$ на промежутке $\left[-\pi; \frac{\pi}{2}\right]$?

Ответ: _____.

28 Сколько корней имеет уравнение $\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) - 3\cos 2x = 2$ на отрезке $\left[-\pi; \frac{\pi}{2}\right]$?

Ответ: _____.

29 Укажите наименьший положительный корень уравнения $\sin(\pi x)(\cos x - 2) = 0$.

Ответ: _____.

30 Укажите корень уравнения $\cos(\pi x)(\sin(2x) + \sqrt{2}) = 0$, принадлежащий промежутку $[2; 3]$.

Ответ: _____.

31 Укажите корень уравнения $\sin^2 \frac{x}{2} - \cos^2 \frac{x}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, принадлежащий промежутку

$(0; \pi)$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

32 Найдите наибольший отрицательный корень уравнения $\cos x + \cos(2x) = 2$.
 Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

33 Укажите наименьший положительный корень уравнения $2\cos^2(\pi - x) + 5\sin x - 4 = 0$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

34 Найдите наибольший отрицательный корень уравнения

$$\cos(2x) + 5\cos(-x) + 3 = 0.$$

Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

35 Найдите сумму корней уравнения $\sin x - \sqrt{3}\cos x = 0$, принадлежащих промежутку $[-\pi; \pi]$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

36 Укажите число корней уравнения $\sin(\pi - x) - \cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \sqrt{3}$, принадлежащих промежутку $[-\pi; 2\pi]$.

Ответ: _____.

37 Укажите наименьший положительный корень уравнения $3\cos x + \sin(-2x) = 0$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

38 С помощью графиков укажите число корней уравнения $\sin(2x) = x$.

Ответ: _____.

39 С помощью графиков укажите число корней уравнения $\cos x = 10x$.

Ответ: _____.

40 Укажите число корней уравнения $\frac{\sin x - \frac{1}{2}}{\cos x - \frac{\sqrt{3}}{2}} = 0$, принадлежащих промежутку $[-2\pi; 0]$.

Ответ: _____.

41 Укажите число корней уравнения $6\sin^2 x + 5\sin x \cos x + 3\cos^2 x = 2$, принадлежащих промежутку $[-\pi; 0]$.

Ответ: _____.

42 Укажите число корней уравнения $\operatorname{tg}(3x) = \operatorname{tg} x$ из промежутка $\left[0; \frac{5\pi}{2}\right]$.

Ответ: _____.

- 43** Решите уравнение $4\cos x = x^2 + 4$.
 Ответ: _____.
- 44** Решите уравнение $\sin\left(\frac{37\pi}{2} + x\right) = 3x^2 + 1$.
 Ответ: _____.
- 45** Найдите наибольший отрицательный корень уравнения: $(2\cos x - 1) \cdot \sqrt{\sin x} = 0$.
 Ответ запишите в градусах.
 Ответ: _____.
- 46** Найдите сумму различных корней уравнения $\cos x \cos(5x) = \cos(6x)$, принадлежащих промежутку $[0; \pi]$. Ответ запишите в градусах.
 Ответ: _____.
- 47** Решите систему уравнений $\begin{cases} x - y = \frac{\pi}{2}, \\ \cos x - \cos y = -\sqrt{2}. \end{cases}$ В ответе запишите значение $y \in [0; 360^\circ]$ в градусах.
 Ответ: _____.
- 48** Решите систему уравнений $\begin{cases} x + y = \frac{\pi}{2}, \\ \sin x + \sin y = -\sqrt{2}. \end{cases}$ В ответе запишите значение $x \in [0; 360^\circ]$ в градусах.
 Ответ: _____.
- 49** Решите систему уравнений $\begin{cases} \sin x \cos y = -0,5, \\ \cos x \sin y = -0,5. \end{cases}$ В ответе запишите значение $x \in [-45^\circ; 0^\circ]$ в градусах.
 Ответ: _____.
- 50** Решите систему уравнений $\begin{cases} \cos x \cos y = -\frac{\sqrt{3}}{4}, \\ \sin x \sin y = -\frac{\sqrt{3}}{4}. \end{cases}$ В ответе запишите значение $y \in [-60^\circ; 0^\circ]$ в градусах.
 Ответ: _____.

51 Укажите наименьшее целое значение a , при котором уравнение $\sin x = \frac{a^2}{2} - 4$ имеет хотя бы одно решение.

Ответ: _____.

52 Укажите наименьшее натуральное значение a , при котором уравнение $\cos x = \frac{a^2}{2}$ не имеет решений.

Ответ: _____.

Часть 2

Запишите решение с полным его обоснованием.

53 Укажите число корней уравнения $\left(\cos x + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)\left(\operatorname{tg}\left(x - \frac{\pi}{4}\right) - 1\right) = 0$, принадлежащих промежутку $[0; 2\pi]$.

Ответ: _____.

54 Найдите сумму корней уравнения $\sin(2x)(\operatorname{tg} x - 1) = 0$, принадлежащих промежутку $[0; 2\pi]$. Ответ запишите в градусах.

Ответ: _____.

55 Найдите сумму корней уравнения $\sin(2\pi x) + 6\cos(\pi x) = 3 + \sin(\pi x)$, принадлежащих промежутку $[-20; 20]$.

Ответ: _____.

56 Найдите сумму корней уравнения $\cos(2\pi x) - 3\sin(\pi x) + 1 = 0$, принадлежащих промежутку $[0; 20]$.

Ответ: _____.

57 Решите уравнение $\cos(2x) + 0,5|\cos x| \cdot \sin x = 0$.

Ответ: _____.

58 Решите уравнение $\cos(2x) - 0,5|\cos x| \cdot \sin x = 0$.

Ответ: _____.

59 Решите уравнение $\cos\left(x + \frac{41\pi}{4}\right) + \sin(2x) = -2$.

Ответ: _____.